

УДК 613.292-057.36

DOI: 10.15587/2313-8416.2017.112667

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ РОЗРОБКИ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ ДЛЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВАХ

© Н. В. Притульська, П. О. Карпенко, Д. В. Федорова, Ю. М. Мотузка, М. Ф. Кравченко, В. А. Гніцевич, Т. І. Юдіна

Проаналізовані основні причини станів дезадаптації військовослужбовців, що перебувають в екстремальних умовах. Науково обґрунтовані концептуальні засади та напрями аліментарної корекції їх харчування, вимоги та критерії створення харчових продуктів цільового призначення у сухій концентрованій та драгледоподібній формі, а також продуктів для нутритивної підтримки поранених і травмованих осіб на етапах медичної евакуації

Ключові слова: харчування військовослужбовців, екстремальні умови, продукти для нутритивної підтримки, ентеральне харчування поранених

1. Вступ

Боездатність Збройних Сил України та ефективність проведення бойових дій у значній мірі залежить від рівня працездатності, фізичної та психоемоційної витривалості, тривалої концентрації уваги бійців, функціональних резервів їх організму, що визначається, серед іншого, якістю харчування. В умовах розгорнутої проти нашої держави агресії виникає гостра важливість забезпечення військовослужбовців, які перебувають у зоні бойових дій у військових умовах з відривом від баз постачання, мобільних шпиталів, медичних закладах, безпечними та якісними харчовими продуктами. При цьому завданням першочергової важливості для збереження життя і здоров'я, найшвидшого відновлення бое- та дієздатності військових контингентів в екстремальних умовах є адаптація нутрієнтного складу і споживних властивостей таких продуктів до особливих умов споживання. При цьому надзвичайно важливим є військово-професійна працездатність, стійкість і можливість адаптації військовослужбовців до впливу екстремальних факторів, пов'язаних із характером навчально-бойової діяльності і несприятливим впливом на організм факторів навколишнього середовища.

Актуальність та доцільність дослідження зумовлена суперечностями між потребами військовослужбовців, що перебувають в екстремальних умовах, у повноцінному харчуванні та недостатньою розробкою теоретичних засад створення спеціальних харчових продуктів, вимог та критеріїв створення спеціальних харчових продуктів для них. У зв'язку із вищевказаним, обґрунтування концептуальних засад розробки спеціальних концентрованих білково-енергетичних харчових продуктів із заданим складом біологічно активних речовин для харчування військовослужбовців у польових умовах, а також продуктів для ентерального харчування поранених, є на сьогодні надзвичайно актуальним і потребує нагального вирішення.

2. Літературний огляд

Перебування особового складу в різних екстремальних умовах супроводжується надзвичайно високим психоемоційним та фізичним напруженням. При цьому успішність виконання бойових завдань

обумовлена людським фактором, здатністю військовослужбовців переносити важкі психоемоційні та фізичні навантаження, впливом на організм несприятливих кліматичних умов, дефіциту води і продуктів харчування [1]. Дані літератури свідчать, що під час бойових операцій особовий склад військових підрозділів часто перебував на межі фізіологічних можливостей [2].

Виконання військовослужбовцями бойових завдань в екстремальних умовах, які пов'язані з інтенсивними фізичними навантаженнями і вираженим психоемоційним напруженням, призводить до негативних змін функціонального стану практично всіх органів і систем організму, порушень обмінних процесів і теплового стану [3]. Неможливість повноцінної адаптації до цих умов життєдіяльності найчастіше пов'язана з формуванням комплексу дезадапційних розладів, прояви якого охоплюють усі рівні інтеграції організму, включаючи зниження працездатності, пригнічення імунорезистентності і реактивності, підвищення рівня тривожності, який отримав назву «хронічного еколого-професійного перенапруження» [4]. Проте, науковцями не систематизовані основні причини проявів і механізмів розвитку станів дезадаптації, зниження діє- та боездатності військовослужбовців, що перебувають в екстремальних умовах, та напрями підвищення стійкості організму до оксидантного стресу як важливої складової еколого-професійного синдрому. Проблема збереження в цих умовах високого рівня праце- та боездатності, стійкості організму до різних несприятливих факторів, профілактики та корекції дезадаптивних станів військовослужбовців, є досить актуальною. Від успішності її вирішення значно залежить ефективність діяльності військовослужбовців, а, отже, і боездатність військ в цілому.

Оскільки формування комплексу дезадапційних розладів пов'язано, в першу чергу, зі значними порушеннями метаболізму, то головною метою нутритивної підтримки в цих умовах є максимально можлива корекція і профілактика порушень білкового, вуглеводного, водно-мінерального обмінів, вітамінної забезпеченості організму. У зв'язку із цим, актуальним є створення продуктів підвищеної біологічної цінності, збагачених спеціально підібраним і

збалансованим складом есенціальних нутрієнтів та біологічно активних речовин рослинного і тваринного походження, зокрема із високими антиоксидантними і детоксикаційними властивостями. Це може сприяти підвищенню резистентності організму військовослужбовців до інтенсивних фізичних навантажень, достатнього формування адаптаційних реакцій організму в екстремальних умовах і поліпшення, таким чином, їх військово-професійної працездатності.

Результати вітчизняних та закордонних наукових досліджень показали, що в екстремальних умовах, зокрема в умовах бойових дій, важливу роль набувають спеціальні продукти харчування [5]. Їх використання попереджує розвиток метаболічних дисфункцій в організмі людини [6], а також сприяє підвищенню резистентності організму до несприятливих факторів довкілля і високого рівня фізичного та психоемоційного напруження [7]. Вирішення задач, пов'язаних з підтримкою напруженої діяльності військовослужбовців і корекцією психоемоційних розладів в екстремальних умовах, вимагає використання різних засобів, що адекватні до різних причин проявів і механізмів розвитку станів дезадаптації, зниження і втрати боєздатності особового складу [8]. Проте, питанню оптимізації раціону харчування військовослужбовців в екстремальних умовах бойових дій, зокрема на основі оцінки умов, характеру і складності виконуваних робіт за рівнем фізичного та психоемоційного навантаження, прогнозу наслідків метаболічного оксидантного стресу та виявлення аліментарних резервів підвищення резистентності і функціонального стану організму даної категорії осіб, у наведених інформаційних джерелах не було приділено достатньої уваги. Також важливого значення набуває необхідність вирішення проблеми забезпечення організму поранених, постраждалих, хворих і військовослужбовців відповідною нутритивною підтримкою, що є одним із основних факторів успішного лікування та реабілітації. Виходячи з цих передумов, проблема забезпечення військовослужбовців в екстремальних умовах з відривом від баз постачання та на етапах медичної евакуації харчовими продуктами із заданим нутрієнтним складом та споживними характеристиками є актуальною і потребує особливої уваги. У той же час необхідні додаткові дослідження з визначення специфічних вимог до споживних властивостей продуктів, пов'язаних із особливими умовами їх споживання.

3. Мета і завдання дослідження

Мета дослідження – обґрунтування концептуальних засад створення спеціальних продуктів харчування для військовослужбовців, які перебувають у зоні бойових дій у військово-польових умовах з відривом від баз постачання, виконують навчально-бойові завдання в екстремальних умовах, перебувають у мобільних шпиталях, медичних закладах.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

– аналіз та систематизація наукових джерел з проблем харчування військовослужбовців, що перебувають в екстремальних умовах, наукове обґрунтування напрямів аліментарної корекції мета-

болічних порушень, адаптації та збереження військово-професійної працездатності цільового контингенту осіб;

– розроблення концептуальних засад та критеріїв створення харчових продуктів для харчування військовослужбовців, що перебувають в екстремальних умовах з відривом від баз постачання, та поранених і постраждалих осіб, які перебувають у мобільних шпиталях та медичних закладах.

4. Матеріали та методи дослідження сучасних підходів до адаптації та збереження військово-професійної працездатності військовослужбовців в екстремальних умовах

Теоретичні методи (аналіз та узагальнення літературних джерел) – для розкриття суті проблеми та визначення напрямів її розв'язання. Здійснено аналіз керівних документів, щодо регулювання окремих складових системи харчування військовослужбовців, зокрема, накази Міністра Оборони України, постанови Кабінету Міністрів України щодо норм харчування військовослужбовців.

Узагальнено інформацію літературних джерел, у яких запропоновані науково обґрунтовані підходи і напрями аліментарної корекції метаболічних порушень внаслідок дії високих фізичних і психоемоційних навантажень, зокрема характерних для спортивної практики. Досліджено напрями метаболічних порушень в організмі людини внаслідок дії комплексу несприятливих зовнішніх факторів довкілля, психоемоційних стресів, ендотоксикантів, гіперметаболізму, механізми впливу оксидантного стресу та антиоксидантного захисту організму.

Проаналізовано результати наукових досліджень, у яких дискретно надано фізіолого-гігієнічне обґрунтування потреб у спеціальних засобах, зокрема і спеціальних харчових продуктах, для форсованої адаптації військовослужбовців до екстремальних умов.

З урахуванням сучасних наукових даних про рекомендовані норми споживання нутрієнтів в умовах підвищеного фізичного та психоемоційного навантаження, а також систематизованих результатів вітчизняних і зарубіжних досліджень у сфері спортивної, військової медицини і рекомендацій фахівців з дієтології. Сформульовано основні принципи харчування військовослужбовців в екстремальних умовах, розроблено критерії оптимізації складу і вимоги до основних показників якості спеціальних продуктів цільового призначення.

5. Результати та обговорення дослідження сучасних підходів до адаптації військовослужбовців в екстремальних умовах, обґрунтування концептуальних засад та критеріїв створення харчових продуктів для них

Виконання військовослужбовцями різних завдань в екстремальних умовах, перш за все, пов'язано з підвищеною фізичною активністю [9]. Величини добових енерговитрат у різних контингентів військовослужбовців можуть коливатися в досить широких межах, залежно від характеру військово-професійної діяльності та конкретних умов бойової служби – без-

посередня участь у бойових діях (рейдових операціях) або міжбойовий період (перебування в пунктах постійної дислокації). Дані літературних джерел про енергетичні еквіваленти діяльності військовослужбовців свідчать про те, що максимальні середньодобові витрати енергії в цих умовах, можуть досягати 5000–6500 ккал/добу, збільшуючись в окремі дні до 7000–7500 ккал і навіть до 8000 ккал, а енергетичний дефіцит – від 1100–1400 ккал до 3000–3500 ккал на добу і більше [10]. Наведені умови бойової діяльності викликають виражені негативні зміни статусу харчування військовослужбовців як інтегрального показника їх стану здоров'я. Про істотне погіршення статусу харчування військовослужбовців в цих умовах зазначають багато дослідників [3, 10]. При цьому у військовослужбовців розвивається дефіцит маси тіла [11]. Одним з наслідків цього є погіршення функціонального стану життєво важливих систем організму, зниження рівня фізичної працездатності військовослужбовців [12].

Аналіз умов навчально-бойової та бойової діяльності різних категорій військовослужбовців показав, що основними факторами, що призводять до зниження, часткової або повної втрати працездатності, розвитку преморбідних станів і розгорнутих форм соматичних і нервово-психічних розладів, є:

– емоційний стрес в його гострих або хронічних проявах;

– різні форми втоми, викликані напруженою діяльністю, і депривація сну;

– стани, що виникають під впливом виражених фізичних навантажень;

– стани, викликані впливом на організм високих і низьких температур навколишнього середовища, звукових навантажень, токсичними впливами від продуктів згоряння, зокрема, запалювальних сумішей, що містять напалми, гідразин, пірогелі, терміту та ін., високою небезпекою травматичних та опікових уражень, а також порушеннями енергетичної та якісної адекватності харчування [3, 12].

Метаболічні процеси, що зумовлюють зазначені зміни в організмі військовослужбовців, є результатом взаємодії ряду чинників:

– впливу гормональної активності;

– розлади водно-сольового обміну;

– підвищення енергетичних потреб і катаболічної спрямованості обміну речовин;

– впливу неадекватного харчування, передусім дефіциту нутрієнтів, що мають антиоксидантну, ергогенну, антистресову, адаптаційну дію.

Залежно від інтенсивності та часу впливу несприятливих факторів на організм змінюється стан здоров'я людини від динамічного гомеостазу до небезпечного. При цьому відбувається порушення енергетичної, адаптаційної, метаболічної, кислотно-лужної рівноваги і, як наслідок, перенапруження цих систем.

Неспецифічною реакцією організму на вплив комплексу несприятливих факторів кліматичних умов, підвищених фізичних навантажень і стресу є патологічний процес надлишкового внутрішньоклітинного накопичення вільних радикалів, активація процесів і накопичення продуктів перекисного окис-

нення ліпідів, що перевантажує систему оксидантної рівноваги в організмі. Ланку патологічних змін, що виникають в організмі внаслідок зростання активності процесів вільнорадикального окиснення, об'єднують під назвою «оксидантний стрес». Ці зміни пов'язані, перш за все, з пошкодженням клітинних мембран, внаслідок якого клітини втрачають цілісність, порушується процес клітинного дихання і розвивається гіпоксія – стан організму, який виникає при недостатньому забезпеченні організму киснем або порушенні його утилізації в процесі біологічного окиснення. Киснева недостатність здійснює дезорієнтуючу дію на всі види обміну, що призводить до порушення функціонального стану життєво важливих органів і систем. Тривала, а також часто повторювана, активація процесів вільнорадикального окиснення призводить до виснаження антиоксидантної системи (дефіциту вітамінів Е, С, β - каротину, глутатіону, селену, зниження активності ферментів та ін.) [13].

Вплив такого комплексу негативних факторів професійної діяльності, яка здійснюється на тлі вираженого стресу і несприятливих кліматичних умов, досить швидко призводить до зниження активності імунітетних механізмів організму і імуногенезу. Це виявляється достовірним зниженням показників неспецифічного імунітету, зокрема, падінням бактерицидної здатності крові і вмісту лізоциму, а також рівня специфічного імунітету – зниженням рівня імуноглобулінів. У свою чергу, погіршення імунорезистентності організму призводить до збільшення гострих інфекційних захворювань та загострення вже наявних хронічних, особливо серцево-судинної, дихальної та нервової систем [6, 13]. Усі зазначені вище зміни вказують на недостатність захисно-протекторних механізмів організму, обмеження резервів компенсації і адаптації. При надмірності та неадекватності діючих факторів адаптивним можливостям організму виникають відхилення і розвивається стан дезадаптації [3, 14]. При цьому виникають початкові прояви порушень метаболізму, відбувається накопичення в організмі токсичних продуктів обміну, порушується нейрогуморальна регуляція організму, функціональна активність імунної системи, кишкової мікрофлори та інших захисних механізмів [3, 14].

У військовослужбовців, що перебувають в екстремальних умовах неминуче розвивається стан втоми у гострій або хронічній формі. При цьому формується комплекс дезадаптаційних розладів – синдром «хронічного еколого-професійного перенапруження», прояв яких охоплює всі рівні інтеграції організму (підвищення рівня тривоги, помітне зниження працездатності, пригнічення імунітету і реактивності, зростання захворюваності з тенденцією подовження розвитку патологічного процесу) [4]. Основними клініко-фізіологічними і біохімічними проявами синдрому «хронічного еколого-професійного перенапруження», що відображає глибоку перебудову обміну речовин з метою значного підвищення енергоутворення для забезпечення адаптивних процесів в організмі, є [15]:

– виснаження і пригнічення функції антиоксидантної системи, в першу чергу, її неферментативної

ланки (зниження аскорбінової кислоти, α -токоферолу і відновленого глутатіону в крові);

– підвищення рівня продуктів перекисного окиснення ліпідів;

– пошкодження структури і функції клітинних мембран, особливо інтенсивно клітин імунної системи, шлунково-кишкового тракту;

– метаболічний ацидоз;

– переважання катаболічних процесів над анаболічними, в результаті чого в організмі виникає порушення білкового обміну, що сприяє розвитку білкової недостатності різного ступеня вираженості;

– пригнічення процесів синтезу речовин, зокрема білків;

– зменшення ефективності функціонування організму;

– зниження фізичної і розумової працездатності;

– зміна функції шлунково-кишкового тракту з порушенням його захисної ролі і процесів всмоктування;

– пригнічення імунної системи і факторів неспецифічного захисту організму з виникненням вторинних імунодефіцитних станів різного ступеня вираженості.

Виявлені механізми розвитку синдрому «хронічного еколого-професійного перенапруження» військовослужбовців в екстремальних умовах можуть бути використані в якості теоретичної основи для розробки цільових профілактичних програм збереження здоров'я особового складу військ, а також забезпечення високої працездатності військовослужбовців при веденні бойових дій або в період служби в умовах будь-якого клімато-географічного регіону [4].

Ретроспективний аналіз систематизованих результатів вітчизняних і зарубіжних досліджень у сфері спортивної, військової медицини і рекомендацій фахівців з дієтології, дозволив визначити основні напрями корекції порушень, що викликають синдром «хронічного еколого-професійного перенапруження» військовослужбовців в екстремальних умовах, і сформулювати напрями відновлення резистентності організму:

– відновлення функціональних можливостей антиоксидантної системи;

– зниження патологічно підвищеного рівня реакцій вільнорадикального окиснення;

– відновлення структури і функції клітинних мембран;

– корекція порушень обміну речовин і запобігання розвитку білкової недостатності, зокрема за рахунок стимуляції біосинтезу білків і пригнічення надлишкової протеолітичної активності ферментів;

– активація синтезу макроергічних сполук.

Отже, першочерговою задачею нутритивної підтримки організму військовослужбовців в екстремальних умовах є відновлення функціональних можливостей антиоксидантної системи та посилення механізмів детоксикації, які організм людини використовує для нейтралізації токсичних впливів ксенобіотиків з навколишнього середовища та ендотоксикантів. У захисті організму від впливу токсичних факторів навколишнього середовища одне з центральних місць на всіх етапах еволюційного розвитку займає

універсальна антиоксидантна система, що існує у всіх типах клітин і представлена ферментативною і неферментативною ланками. Порушення роботи цієї системи супроводжується накопиченням екзогенних і ендогенних прооксидантів, що призводить до окислювального пошкодження клітинних структур і розвитку окисного процесу [13, 16]. Особливості функціонування антиоксидантної системи в різних органах і тканинах визначаються генотипом, а також залежать від забезпеченості організму антиоксидантами. Тривала, а також часто повторювана активація процесів вільнорадикального окиснення призводить до виснаження антиоксидантної системи (дефіциту вітамінів Е, С, β - каротину, глутатіону, селену, зниження активності ферментів та ін.) [16].

Важливе значення для підтримки належного рівня військово-професійної працездатності в екстремальних умовах має нормальна вітамінна забезпеченість організму військовослужбовців. Нажаль, багато дослідників вказують на її значне погіршення при діях особового складу в польових та екстремальних умовах, про що свідчить низький рівень вмісту вітамінів у сироватці крові і сечі цільового контингенту осіб, поява мікросимптомів вітамінної недостатності. Це пов'язано як з недостатнім вмістом вітамінів в раціонах харчування, так і з підвищеною потребою організму в них в процесі адаптації до таких умов [13, 16]. Світові наукові дослідження та практика свідчать, що за допомогою синтетичних вітамінно-мінеральних комплексів не можна вирішити проблему компенсації зазначених станів, оскільки їх ізоформа відрізняється від натуральних, їх засвоєння значно нижче, ніж з натуральних продуктів, у них відсутні фітохемопротектори [16].

Отже, для збереження здоров'я військовослужбовців в екстремальних умовах, підтримання нормального рівня праце- та боездатності, високого рівня витривалості та стійкості до несприятливих еколого-професійних факторів, попередження дезадаптаційних станів та станів оксидантного стресу організму важливим є включення до раціонів спеціальних харчових продуктів, які вміщують вітаміни, мінерали, адаптогени, антигіпоксанти, антиоксиданти та інші біологічно активні речовини [13, 17].

У поранених, постраждалих, хворих військовослужбовців в умовах надзвичайних ситуацій внаслідок дії стресу та фізіологічних змін значно прискорюється обмін речовин. Процес сумарної метаболічної відповіді організму людини на стрес, або на генералізовану запальну реакцію при захворюваннях і травмах, що супроводжується підвищеними енергетичними потребами та зниженням можливості утилізації ендогенних субстратів, носить назву гіперметаболізм-гіперкатаболізм [18]. При дії будь-якого етіологічного фактора (крововтрата, сепсису, політравм, важкого запального процесу, термічної травми тощо) рекомендованим є проведення нутритивної підтримки. Науковим підґрунтям для розробки сучасних принципів харчування поранених, постраждалих, хворих і військовослужбовців в умовах надзвичайних ситуацій є фундаментальні положення про специфіку метаболічних потреб організму у цьому стані, розроблені [19, 20].

Особливої уваги заслуговує факт, що першо-чергового значення при забезпеченні харчового раціону людей із соматичними захворюваннями та травмами набуває дотримання основоположних принципів теорій збалансованого й адекватного харчування, розроблених Покровським О. О. та Уголевим О. М. Згідно з цією концепцією, що розроблена на основі концепцій диференційованого, направленного (цільового) та індивідуального забезпечення поживними речовинами, потреби постраждалих для відновлення організму значною мірою залежать від багатьох факторів: виду та ступеня важкості захворювання, конституції тіла, віку, статі, енерговитрат, рівня нервово-психічних навантажень, тощо.

Основоположною науковою базою для цього стала розроблена шотландським вченим Cuthbertson D. теорія метаболічних реакцій на фізичні травми різного характеру, що ґрунтується на 2-х виділених дослідником фазах метаболічної відповіді організму на перенесені ураження:

– спаду метаболічної активності (EBB) – спостерігається перші 12–24 год. Ця фаза характеризується короточасним зниженням активності фізіологічних процесів, переносу кисню до ушкоджених ділянок тіла, синтезу енергії, що необхідна для організму у стані спокою;

– підвищення метаболічної активності (FLOW) – простежується наступні 5–7 діб. Дана фаза характеризується підвищенням активності процесів метаболізму, а саме прискоренням катаболізму (в периферичних і уражених тканинах і органах) й анаболізму (продукуються гострофазові білки) [21, 22].

У результаті значного фізичного ураження у постраждалих спостерігаються різке порушення водного балансу, що пов'язано зі значною втратою міжклітинної рідини та зміною її тиску; гіпервентиляція тканин; гіпердинамічний режим кровообігу. Отже, протягом фази EBB важливого значення набуває стабілізація гідробалансу, що обумовлює у перші 12–24 год. необхідність забезпечення організму належною кількістю рідини, електролітів Na^+ та Cl^- , вітамінів і мінеральних елементів. Зокрема, згідно з рекомендаціями, розробленими Європейського товариства інтенсивної терапії (The European Society of Intensive Care Medicine), задоволення підвищених потреб у вітамінах: ретинолі, токоферолі, аскорбіновій кислоті, тіаміні, рибофлавіні, піридоксині, ціанкобаламіні, фолієвій кислоті є обов'язковим на цій фазі. Особливістю фази FLOW є підвищення у крові ураженого організму рівня адренкортикотропного гормону, адреналіну та норадреналіну. Їх висока концентрація підвищує споживання глюкози, обумовлює початок протеолізу та ліполізу, що зумовлюють від'ємний білковий і ліпідний баланс. Для оптимального забезпечення енергетичного балансу людей із соматичними захворюваннями та травмами належною кількістю макро- та мікронутрієнтів одразу з настанням фази FLOW рекомендується розпочинати нутритивну підтримку за допомогою спеціальних харчових продуктів [21, 22].

Проблеми харчування військовослужбовців в екстремальних умовах мають вирішуватись системно, а саме:

– **Адекватна білково-енергетична корекція раціонів харчування:** кількісна і якісна повноцін-

ність раціону, оптимальна збалансованість нутрієнтів, підвищення вмісту енергетичних та пластичних субстратів – легкозасвоюваних вуглеводів та повноцінних білків, посилення ролі білкової складової в раціоні харчування, корекція порушень обміну речовин і запобігання розвитку білкової недостатності, зокрема за рахунок стимуляції біосинтезу білків і пригнічення надлишкової протеолітичної активності ферментів;

– **Компенсація дефіциту незамінних нутрієнтів і біологічно активних сполук,** що виникає під впливом несприятливих факторів навколишнього середовища, професійних еколого-гігієнічних факторів харчування, травм, хвороб;

– **Механічний захист, адсорбція:** підвищення захисних функцій фізіологічних бар'єрів організму (слизових оболонок шлунково-кишкового тракту та ін.) від несприятливого впливу на нього ксенобіотиків з харчових продуктів і питної води (харчові волокна, полісахариди, зокрема целюлоза, пектини та хітин, макро- і мікроелементи, слизи, фітонциди);

– **Інгібування вільнорадикального окиснення:** регулювання процесів біотрансформації різних ксенобіотиків, зокрема ендотоксинів, шляхом окиснення, метилювання, дезамінування та інших біохімічних реакцій, спрямованих на їх знешкодження: індукція та інгібування ферментів I фази детоксикації – глюкозинолати (ізотіоціанати) (переважно інгібування), поліфеноли (активація), селенопротеїни, глутатіонвмісні сполуки; індукція ферментів II фази детоксикації: глутатіонвмісні сполуки; антиоксидантна дія – поліфеноли (переважно непряма дія), глутатіонвмісні сполуки (пряма і непряма дія), каротиноїди, селенопротеїни (непряма дія), вітаміни-антиоксиданти, групи В; вплив на клітинний цикл, диференціювання і апоптоз: каротиноїди (лікопін – вплив на клітинний цикл), глюкозинолати (модуляція клітинного сигналу та індукція апоптозу), селенопротеїни (передусім апоптоз), поліфеноли (гормональна регуляція, регуляція апоптоза), селеновмісні полуки (опосередкований імунотропний ефект);

– **Захист контактуючих органів (печінка, нирки, кров, легені, кишечник):** сприяння підвищенню антиоксидантної функції окремих органів і систем організму з використанням принципів дієтичної корекції (вітаміни, мікроелементи, білки, гепатопротектори, поліфеноли, муколітики, фітонциди, антианемічні засоби, полісахариди);

– **Покращення функціонального стану пошкоджених органів і систем організму,** на які переважно можуть впливати регіональні еколого-гігієнічні фактори харчування природного або антропогенного походження (макро- і мікроелементи, білки, фосфоліпіди, глюкозинолати, поліненасичені жирні кислоти, антиоксиданти, вітаміни);

– **Виведення ксенобіотиків:** активізування процесів зв'язування і виведення з організму токсичних сполук та їх несприятливих метаболітів;

– **Нормалізація мікробіоценозу кишечника і стимулювання розвитку корисної мікрофлори:** детоксикація екзогенних і ендогенних субстратів і метаболітів і зниження ендогенної інтоксикації продуктами синтезу гнильної мікрофлори, сприятлива дія на

ендоекологію мікроорганізмів товстої кишки, поліпшення засвоєння харчових речовин;

– **Психоемоційна корекція і підвищення адаптивних можливостей організму:** сприятлива дія на ауторегуляторні реакції організму, особливо на нервову систему (при підвищених психоемоційних навантаженнях), ендокринну регуляцію імунної системи, обмін речовин, тощо;

– **Активація синтезу макроергічних сполук** – продукт повинен містити макроергічні сполуки в стабільній та легкозасвоюваній формі.

Відомо, що в умовах екстремальних ситуацій при змінах енергетичного обміну, підвищених фізичних навантаженнях істотною роллю належить перебудові білкового обміну організму. Відзначають загальну закономірність синтезу білка в м'язах людини при адаптації до фізичних навантажень. У цьому випадку інтенсивність білкового синтезу, досить висока в спокої, знижується при фізичних навантаженнях і різко активізується у відновлювальний період. Потреби організму у білках значно зростають. Білок потрібний для утворення імунних клітин, зміцнення м'язів, загоєння ран, відновлення організму. Ускладнення обміну протеїнів при тривалому напруженні виявляється на всіх рівнях організації організму: виснажуються функціональні резерви, порушується формування структурного потенціалу організму, знижується загальна резистентність та імунітет, активується перекисне окиснення ліпідів, потенціюється вітамінний дисбаланс.

У зв'язку із вищенаведеним, задачами забезпечення оптимального харчування військовослужбовців в екстремальних умовах є, з одного боку, використання харчових продуктів з високим вмістом легкозасвоюваного білку та есенціальних амінокислот для забезпечення підвищених потреб організму, а з іншого боку – формування заданого «пулу нутрієнтів» для забезпечення достатньої детоксикації екзотоксинів еколого-професійного перенапруження та оксидантного стресу. При цьому особливого значення набуває використання у складі харчових продуктів біологічно активних речовин, які перешкоджають всмоктуванню токсичних речовин, загальмовують надходження токсинів в організм, забезпечують нейтралізацію токсичних метаболітів, виведення токсинів, мають антиоксидантні, мембранопротекторні, імуномодельючі та антимутогенні властивості.

Дієвим напрямом оптимізації раціонів харчування військовослужбовців в екстремальних умовах є регулярне включення в раціони спеціальних харчових продуктів, збагачених макро- і мікронутрієнтами, метаболічно орієнтованими харчовими композиціями, нутрицевтиків і фармаконутрієнтів (препаратів на основі лікарських рослин, гідробіонтів, продуктів бджільництва та ін.). Введення до харчового раціону продуктів, до складу яких входять джерела енергії, що легко утилізуються, пластичні та біологічно активні речовини, дозволяє регулювати і активізувати біологічні процеси і, як наслідок, цілеспрямовано впливати на перебіг метаболізму в організмі військовослужбовців в екстремальних умовах. Спеціальні

харчові продукти, що можуть бути використані у складі наборів польових для військовослужбовців, повинні відповідати наступним критеріям:

- бути ефективними у цільовому призначенні;
- мати загальнозміцнюючу і лікувально-профілактичну дію на організм;
- підвищувати професійну працездатність, витривалість, розширювати можливості адаптації організму військовослужбовців до фізичних навантажень;
- прискорювати відновлення після фізичних навантажень.

Умови праці та життєдіяльності військовослужбовців в екстремальних умовах характеризуються підвищеними фізичними навантаженнями, емоційно-психічним напруженням, складними метеорологічними умовами та екологічно агресивним навколишнім середовищем, впливом токсичних речовин в результаті згорання вибухових речовин, дії шуму, вібрації та ін. При цьому неможливість дотримання раціонального режиму харчування та обмежений час на споживання їжі вимагають особливого підходу до харчування даного контингенту військовослужбовців.

До основних вимог та особливостей організації харчування військовослужбовців в екстремальних умовах слід віднести:

- збалансованість раціону за харчовими чинниками;
- висока адекватна енерговитратам енергетична цінність раціонів при мінімальних масі та об'ємі;
- легка перетравлюваність компонентів страв, відсутність подразнюючого впливу на шлунково-кишковий тракт;
- привабливий зовнішній вигляд, смак та запах продуктів;
- стійкість до різного роду кліматичних і механічних впливів;
- збереження доброякісності протягом тривалих термінів.
- підвищені вимоги до герметичності та міцності тари та упаковки продуктів внаслідок впливу екстремальних факторів середовища, механічних впливів;
- неможливість застосування традиційного посуду (тарілки, чашки, склянок) через умови праці;
- обмеження вмісту в продуктах рідкої фази (частково продукти повинні бути сухими, брикетованими, у вигляді таблеток, концентрованих гелів та суспензій);
- широкий асортимент як рідких, так і твердих продуктів, що дасть змогу знизити фактор «приїдання»;
- підвищені вимоги до продуктів, які кришаться і є небезпечними для здоров'я (наприклад, потрапляння крихт в горло в умовах споживання їх під час руху, забруднення місць споживання (залишення слідів) та ін.).

Зазначені особливості харчування військовослужбовців в екстремальних умовах є основними при підборі продуктів раціону та їх пакування.

Основними вимогами, що висуваються до продуктів для нутритивної підтримки хворих та поранених на етапах медичної евакуації та осіб, які перебувають у медичних закладах є:

– достатня калорична густина (не менше 1 ккал/мл); прийнятна осмолярність (не більше 340 мосм/л);

– низька в'язкість і гарна текучість для перманентного введення;

– продукт не повинен викликати надмірної стимуляції кишкової моторики;

– наявність у складі омега-3 поліненасичених жирних кислот;

– наявність глутаміна, аргініна і попередників глутатіона (цистеїна);

– збалансований повноцінний склад за мікрота макроелементами;

– відносно легка перетравлюваність і всмоктуваність в умовах порушеного травлення;

– мікробіологічна безпечність;

– зручність при застосуванні та зберіганні.

Одним із найперспективніших на сьогодні форматів високоенергетичного харчування військовослужбовців є концентровані порошкоподібні та драгледодібні продукти, оскільки такий продукт:

– є концентрованим джерелом нутрієнтів, який має меншу вагу та габаритні розміри порівняно із традиційними консервованими продуктами у складі наборів польових;

– висока енергетична цінність при мінімальних масі та об'ємі;

– не потребує додаткового приготування – драгледодібний продукт (продукт готовий до безпосереднього споживання) або потребує нетривалого доготування – заливання окопом і настоювання протягом 5–10 хв.;

– зручно споживати та зберігати (продукт легко ковтати, не потрібно пережовувати; можливість пакування у туби або стіки дозволяє брати його з собою і використовувати безпосередньо під час бойових дій, а також легко транспортувати та зберігати);

– легко засвоюється і не викликає розладів шлунку (містить поживні речовини у легкозасвоюваній формі, що полегшує й пришвидшує їх засвоєння і мінімізує можливість виникнення розладів, зважаючи на особливості травлення під час бойових дій).

Окрім того, драгледодібна та порошкоподібна форма дозволяє включати до складу продукту найрізноманітніші біологічно активні добавки і рівномірно розподіляти їх по всій товщі; до того ж суспендовані речовини краще і швидше засвоюються організмом, а отже їх використання стає значно ефективнішим. Таким чином, розробка драгледодібних і порошкоподібних харчових продуктів є перспективним напрямом у галузі харчування військовослужбовців і потребує подальшого розвитку і дослідження. При цьому перспективним є розроблення такого асортименту харчових продуктів для військовослужбовців в екстремальних умовах: супи-пюре м'ясо-рослинні і рибо-рослинні, борошняні вироби тривалого зберігання та снеки (сухі рибо-рослинні та молочно-рослинні формовані продукти - крекиси, крекери, біскотті, хлібці), енергелі.

З урахуванням сучасних наукових даних про рекомендовані норми споживання нутрієнтів в умовах підвищеного фізичного та психоемоційного навантаження, а також взявши до уваги результати ві-

чизняних і зарубіжних досліджень у сфері спортивної, військової медицини і рекомендації фахівців з дієтології, розроблено критерії оптимізації складу і сформульовано вимоги до основних показників якості спеціальних продуктів для харчування військовослужбовців в екстремальних умовах:

– споживання продукту повинне забезпечувати 15–50 % добової потреби організму людини в повноцінних білках;

– продукт повинен мати достатню калоричну гуστину (не менше 1 ккал/мл/г);

– скор незамінних амінокислот (DIAAS) білкового компоненту продукту повинен становити 100 %, наявність у амінокислотному складі глутаміну, аргініну і попередників глутатіону (цистеїну);

– вміст «цільових» мінеральних речовин і вітамінів повинен задовольняти 15–50 % їхньої добової потреби;

– наявність у складі омега-3 поліненасичених жирних кислот;

– наявність у складі біологічно-активних речовин, які використовуються для покращення фізичної працездатності, адаптаційних можливостей організму та корекції метаболічних зрушень (біологічно активні речовини антиоксидантної, детоксикаційної, мембранопротекторної та адаптогенної дії), повинні знаходитись в продукті в кількості, не меншій ніж клінічно-доведена мінімально ефективна доза і при цьому не перевищувати її гранично-допустимі рівні споживання;

– продукт повинен містити макроергічні сполуки в стабільній та легкозасвоюваній формі;

– продукт повинен бути безпечним, не призводити до звикання, не містити у своєму складі речовини, заборонені чинним гігієнічним законодавством;

– *товарна форма випуску продукту:*

– супів-пюре, десертів, напоїв – сухий порошок, що швидко відновлюється, у зручному герметичному разовому пакуванні - реторт-пакеті типу дойпак, що забезпечує тривале зберігання і дозволяє легко варіювати разову та добову дозу споживання продукту;

– драгледодібних продуктів – однорідна консистенція гелю у зручному герметичному разовому пакуванні типу «саше»;

– сухих формованих продуктів: концентрати харчові комплексних снєків – зручні у споживанні брикетовані сухі комбіновані продукти у герметичному разовому комбінованому багат шаровому пакуванні; борошняні вироби тривалого зберігання – сухе несолодке печиво різної форми у герметичному комбінованому багат шаровому пакуванні;

– *органолептичні характеристики:*

– продукт повинен характеризуватись високими органолептичними властивостями – привабливий зовнішній вигляд, смак та запах продуктів;

– концентрат супу-пюре, десерту повинен швидко та легко відновлюватись у рідині, мати консистенцію, що відповідає традиційним кулінарним стравам відповідних груп; концентрат напою – легко і швидко розчинятись, не випадаючи в осад і не розшаровуючись з часом;

– сухі формовані продукти: концентрати харчові комплексних снєків – м'яка для розжовування

консистенція, середньої щільності, зниженої кришливості; борошняні вироби тривалого зберігання – сухе несолодке печиво різної форми у герметичному комбінованому багатошаровому пакуванні – підвищеної міцності, зниженої кришливості;

– продукт не повинен викликати надмірної стимуляції кишкової моторики, мати подразнюючий вплив на шлунково-кишковий тракт, повинен відносно легко перетравлюватись і всмоктуватись;

– мати стійкість до різного роду кліматичних і механічних впливів;

– збереження доброякісності протягом тривалих термінів зберігання (один рік та більше), мікробіологічна безпечність, зручність при застосуванні та зберіганні.

Особливе місце серед сировини, що використовуються при виробництві спеціалізованих продуктів для військовослужбовців, займають білкові компоненти. Обов'язковою умовою білковою складової цих продуктів є вміст усіх незамінних амінокислот. Найбільш широко для цього використовуються білкові концентрати (як тваринного, так і рослинного походження), ізоляти, пептиди, амінокислоти та їх суміші. Головною метою їх використання є забезпечення швидкого відновлення білкових втрат під дією глюконогенезу та створення сприятливих умов для метаболічних процесів енергетичного та пластичного обміну організму. Перспективним у цьому напрямі є використання у виробництві спеціалізованої продукції для військовослужбовців продуктів переробки молочної сироватки та вітчизняної рибної сировини. Авторами розроблено асортимент поліфункціональних напівфабрикатів, зокрема сухі рибо-рослинні напівфабрикати на основі фаршу з бичка азово-чорноморського та висівки вівсяних, пшеничних та житніх [23], а також білково-вуглеводні поліфункціональні напівфабрикати на основі молочної сироватки [24].

До біологічно активних речовин, якими доцільно збагачувати харчову продукцію для харчування військовослужбовців з метою профілактики стану оксидантного стресу та нейтралізації його наслідків належать натуральні сорбенти, адаптогени, мембранопротектори, антиоксиданти і антигіпоксанти:

– низькомолекулярні азотовмісні сполуки, зокрема трипептид глутатіон;

– ненасичені жирні кислоти, зокрема омега-3, фосфоліпіди;

– розчинні полісахариди – блокатори ксенобіотиків (пектин, камеді, слизи, целюлоза, хітозан, ацеманан та ін.), клітковина (фрукти, овочі, висівки);

– вітаміни-антиоксиданти, особливо токоферолі і аскорбінова кислота;

– антиоксиданти - фітохімічні речовини: різні групи флавоноїдів (флавоноли і їх глікозиди - кверцетин, кемпферол, рутин та ін.; флаволи - лютеолін, апігенін та ін.; флавонони - нарингенін, гесперидин та ін.);

– дігідрофлавоноли, проатоціанідіни, катехіни та ін), мінеральні речовини (Se, Zn, Mg); коензим Q- (убіхінон);

– органічні кислоти – (бурштинова, яблучна, ліпосва, гідроксилімонна);

– індоли;

– фенольні сполуки (гідрохінон, арбутин, гідроксикоричні кислоти тощо), що мають специфічний біологічний вплив на різноманітні функції окремих метаболічних систем і організму в цілому, тощо [13, 16].

До біологічно активних речовин рослинної сировини належать ди- та тритерпеноїди і тритерпенові кислоти кортикоїдоподібної дії (корінь солодки, лист брусниці і толокнянки, плоди глоду), фітоестрогени (корінь солодки, левзеї, айру, квітки хмелю, звіробоя, плоди анісу), компоненти ефірних масел (лист шавлії, трава полину і деревію). Важливе місце в цьому ряду займають поліфеноли та їх глікозиди з коренів і кореневищ елеутерококу, родіоли рожевої, левзеї сафлоровидної, плодів лимонника, порошку з листя волоського горіха.

На рівні клітинних механізмів ці компоненти надають регулюючий і нормалізуючий вплив на найважливіші функціональні блоки і системи, що визначають стан біомембран, активацію ферментів вуглеводного і ліпідного обміну, активацію системи біосинтезу білка, метаболізму ксенобіотиків та ін. Важливим є антиоксидантний ефект спеціальних продуктів. Дія таких харчових антиоксидантів як токоферолі, аскорбінова кислота, β-каротин і селен на сьогодні вивчена науковцями достатньо широко, а антиоксидантна ефективність хемопротекторів з рослинної сировини, до яких належать індоли, ізотіоціанати, флавоноїди і каротиноїди, вимагає спеціальних досліджень. Основним джерелом речовин з антиоксидантними і антигіпоксичними властивостями є рослинна сировина - культивовані та дикі рослини. Продукти рослинного походження є багатим джерелом алкалоїдів, глікозидів, фенольних сполук, флавоноїдів, фенілпропаноїдів та ін. Поліфенольні сполуки – флавоноїди (лікопін, проантоціанідіни, дигідрокверцетин, силімарин та ін.) і каротиноїди є ефективними пастками вільнорадикальних сполук [13, 16]. Звідси актуальним є пошук біологічно активних сполук, здатних стимулювати утворення метаболомів антиоксидантної системи або брати участь у їх відновленні. Джерелами цільових речовин для створення спеціалізованої продукції для харчування військовослужбовців є такі поширені у вітчизняній сировинній базі продукти: продукти переробки молока, м'яса і риби, яєчний білок, нерафіновані рослинні олії холодного віджиму, крупи, бобові, горіхи та насіння, висівки та шроти, буряк, морква, гарбуз, яблука, капуста та листові овочі, ягідна та пряно-ароматична, дикоросла та лікарська рослинна сировина, яку можна використовувати у харчових раціонах у натуральному вигляді та у складі концентрованих харчових композицій (сухих екстрактів, гелів, емульсій тощо).

Одними з головних критеріїв для пріоритетного використання тих чи інших натуральних інгредієнтів у харчових продуктах для профілактики дезадаптаційних станів військовослужбовців мають бути наступні:

– по-перше, такі продукти повинні мати системну фізіологічну дію, тобто сприяти комплексному забезпеченню зазначених вище напрямів корекції харчування;

– по-друге, мають надавати оптимальні метаболічні ефекти, мати детоксикаційні властивості;

– по-третє, повинні бути безпечними, тобто відповідати епідеміологічним і гігієнічним вимогам до даної категорії продуктів.

Важливим напрямом фармакологічної дії спеціальних продуктів є актопротекторна дія – стимулювання підвищення фізичної і розумової працездатності, що є інтегративним показником загального функціонального стану організму, ступеня його захищеності від різних пошкоджуючих впливів [5, 8]. Центральне місце в рецептурі спеціальних продуктів, що забезпечують вказаний ефект, займають рослинні компоненти, що належать до адаптогенів, родіола рожева, левзея сафлоровидна, шипшина тощо. Компоненти адаптогенів діють аналогічно впливу систематичних м'язових вправ, які адаптують організм до виконання фізичної роботи високої інтенсивності і тривалості, що є відображенням розширення резервних функціональних можливостей організму і збільшення здатності до більш повної їх мобілізації.

Науково обґрунтовані концептуальні підходи до створення спеціальних харчових продуктів для військовослужбовців, що діють в екстремальних умовах, дозволили здійснити підбір компонентного складу спеціальних продуктів з урахуванням дії окремих біологічно активних речовин та їх комплексів. За результатами проведених досліджень розроблено комплекс технологій спеціальних харчових продуктів та нормативної документації з їх виробництва:

– концентратів м'ясо- та рибо-рослинних супів-пюре швидкого приготування (ТУ У 10.8-01566117-003:2017 «Супи-пюре сухі швидкого приготування з білоквмісними напівфабрикатами для військовослужбовців»);

– концентратів харчових снєків брикетованих (ТУ У 10.8-01566117-004:2017 «Харчові продукти сухі формовані для військовослужбовців»);

– борошняних виробів тривалого зберігання (ТУ У 10.7-01566117-002:2017 «Вироби борошняні та борошняні кондитерські з сухими рибо-рослинними напівфабрикатами тривалого зберігання» (вафлі солоні без начинки «Крекіси рибні», крекери, сухі бісквіти, хлібці, флакси).

На розроблену інноваційну продукцію отримано патенти [25] та подані заявки на отримання патентів на концентрати харчові супів-пюре, сухих формованих та снєкових продуктів для військовослужбовців з вмістом функціональних композицій біологічно активних речовин. Цілеспрямовано сформований нутрієнтний склад розроблених харчових продуктів адаптований до фізіологічних потреб військовослужбовців в екстремальних умовах і характеризується високим вмістом білків (рибних, молочних та рослинного походження) зі збалансованим амінокислотним складом та вмістом есенціальних амінокислот, мінеральних елементів, зокрема кальцію, фосфору, калію, магнію, цинку, йоду, селену; омега-3 есенціальних жирних кислот; вітамінів групи В, вітамінів-антиоксидантів (β-каротину, С, Е), макроергічних сполук, а також біологічно активних речовин антиоксидантної, адаптогенної, детоксикаційної та імуно-

модельючої дії (глутатіону, β-глюкану, бурштинової кислоти, поліфенольних сполук, флавоноїдів).

На основі узагальнених підходів до розробки продуктів для поранених, травмованих та осіб, що перебувають в медичних закладах розроблені продукти для їх нутрієнтної підтримки у вигляді сухих розчинних сумішей, драгледодібних продуктів, сухих сумішей для виготовлення пудингів (ТУ У 10.8-01566117-007:2015 «Продукти для спеціальних медичних цілей – харчування ентеральне») та отримані патенти на корисну модель. Продукти розроблені з використанням доступних вітчизняних сировинних компонентів та з урахуванням специфіки етапів лікування і відновлення організму.

Розроблені продукти для харчування військовослужбовців у відповідності з розробленою нормативною документацією впроваджені у виробництво на підприємствах із виробництва спеціальних харчових продуктів ТОВ «ДелМас ЛТД», закладах ресторанного господарства м. Києва; результати науководослідної роботи – у навчальний процес на кафедрах технології і організації ресторанного господарства і товарознавства, управління безпечністю та якістю Київського національного торговельно-економічного університету. Розроблені продукти для харчування військовослужбовців рекомендовані до включення до складу наборів продуктів польових для забезпечення повноцінного харчування впродовж доби особового складу Збройних Сил України та інших військових формувань, за умов неможливості приготування гарячої їжі. Виробництво розроблених продуктів після впровадження запропонованих наукових розробок сприятиме покращенню продовольчого забезпечення військовослужбовців в екстремальних умовах та при проведенні бойових дій з відривом від баз постачання і спрямоване на вирішення завдання збереження здоров'я військових контингентів, підвищення боєздатності Збройних Сил України і обороноздатності нашої держави.

6. Висновки

1. Систематизовано наукові дані щодо механізмів розвитку та клініко-фізіологічні і біохімічні прояви комплексу дезадаптаційних розладів - синдрому «хронічного еколого-професійного перенапруження» в організмі військовослужбовців, що перебувають в екстремальних умовах. Встановлено, що одним з перспективних шляхів вирішення проблеми управління адаптаційними процесами, підвищення стійкості організму до фізичних і нервово-психічних і токсичних навантажень військовослужбовців, що перебувають в екстремальних умовах, є використання у складі основного раціону спеціальних харчових продуктів, збагачених есенціальними нутрієнтами, біологічно активними речовинами і адаптогенами.

2. Розроблені концептуальні засади, критерії створення і вимоги до основних показників якості спеціальних продуктів для харчування військовослужбовців, що перебувають в екстремальних умовах з відривом від баз постачання, а також поранених і постраждалих осіб, які перебувають у мобільних шпиталях та медичних закладах. Авторами запропонова-

но включити до складу основного польового набору продуктів для військовослужбовців спеціальні харчові продукти підвищеної харчової цінності у сухій концентрованій та драгледоподібній формі, які сприятимуть забезпеченню фармакологічної корекції за рахунок біологічно активних компонентів і поліпшення якісної адекватності харчування за рахунок вмісту есенціальних мікронутрієнтів. Вживання таких продуктів підвищуватиме активність адаптацій-

но-захисних систем організму, дозволить цілеспрямовано впливати на процеси пластичного забезпечення. Використання продуктів для нутритивної підтримки поранених та травмованих осіб сприятиме зниженню ризиків післяопераційних, інфекційних ускладнень, прискоренню процесів реабілітації, вартості лікувально-діагностичних процедур, витрат на медикаментозні засоби, підвищенню показників якості життя та здоров'я нації в цілому.

Література

1. Комаров, Ф. И. Основные итоги и уроки медицинского обеспечения Советской Армии в годы Великой Отечественной войны [Текст] / Ф. И. Комаров, О. Ю. Лобастов // Военно-медицинский журнал. – 1990. – № 5. – С. 3–20.
2. Макаров, П. П. Опыт использования концентрированных основ в питании военнослужащих [Текст]: сб. тр. по мат. Всерос. науч. конф. / П. П. Макаров, С. В. Гаврилин, Г. П. Бурмистров, А. В. Шанин // Концептуальные вопросы питания населения и военнослужащих. – СПб., 2001. – Т. 1. – С. 126.
3. Меерсон, Ф. З. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам [Текст] / Ф. З. Меерсон, М. Г. Пшеников. – М.: Медицина, 1988. – 251 с.
4. Новицкий, А. А. Синдром хронического эколого-профессионального перенапряжения и проблемы сохранения здоровья личного состава в процессе военно-профессиональной деятельности [Текст] / А. А. Новицкий // Труды Высшей Медицинской Академии. – 1993. – Т. 235. – С. 8–17.
5. Нарыков, В. И. Перспективы использования специальных напитков повышенной биологической ценности в экстремальных условиях [Текст]: тез. докл. конф. / В. И. Нарыков, П. П. Макаров, Д. В. Ткаченко, А. В. Зоткин // Питание военнослужащих на рубеже тысячелетий. – СПб, 2001. – С. 78.
6. Meydani, S. N. Optimization of immune function in military personnel [Text] / S. N. Meydani, F. Eksir // Nutrient composition of rations for short-term, high-intensity combat operations. – Washington: National Academies, 2005. – Vol. 9. – P. 330–335.
7. Hidenari, S. Nutritional requirements of military personnel [Text] / S. Hidenari // National defense medical journal. – 2007. – Vol. 54, Issue 1. – P. 1–10.
8. Саранцев, С. А. Совершенствование питания военнослужащих в экстремальных условиях [Текст] / С. А. Саранцев, П. П. Макаров // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2006. – № 1 (15). – С. 327–328.
9. Концепция обеспечения войск питанием в боевых условиях. Отчет Американской армейской лаборатории (Натик, Массачусетс, США). Т. 1, 2. [Текст] / ред. П. И. Чесноков, Н. Я. Федоренко. – М., 1978.
10. Дьяконов, М. М. Основы санитарного надзора за энергетической адекватностью питания военнослужащих [Текст] / М. М. Дьяконов. – Л.: Высшая медицинская академия, 1989. – 35 с.
11. Dulloo, A. G. Adaptive changes in energy expenditure during refeeding following low-caloric intake: evidence for a specific metabolic component favoring fat storage [Text] / A. G. Dulloo, L. Girardier // American Journal of Clinical Nutrition. – 1990. – Vol. 52, Issue 3. – P. 415–420.
12. Военная гигиена в условиях локальных войн [Текст] / ред. С. А. Лопатин, М. В. Неженцев, В. Т. Найда. – СПб.: СПбПМИД, 1995. – 338 с.
13. Федорова, Д. В. Фундаментальные и прикладные аспекты современных эколого-биологических исследований [Текст]: монография / Д. В. Федорова, М. Ф. Кравченко, П. О. Карпенко и др. – Одесса: КУПРИЕНКО С. В., 2015. – 226 с.
14. Луфт, В. М. Нутриционная поддержка больных в клинической практике [Текст] / В. М. Луфт, И. Е. Хорошилов. – СПб.: Высшая медицинская академия, 1997. – 120 с.
15. Панин, Л. Е. Энергетические аспекты адаптации [Текст] / Л. Е. Панин. – Л.: Медицина, 1978. – 191 с.
16. Пилат, Т. Л. Детоксикационное питание [Текст] / Т. Л. Пилат, Л. П. Кузьмина, Н. И. Измерова; ред. Т. Л. Пилат. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 688 с.
17. Рудаўська, Г. Б. Наукові підходи та практичні аспекти оптимізації асортименту продуктів спеціального призначення [Текст]: монографія / Г. Б. Рудаўська, С. В. Тищенко, Н. В. Притульська. – К.: Київський національний торговельно-економічний університет, 2002. – С. 271–275.
18. Хорошилов, И. Е. Клиническая нутрициология [Текст] / И. Е. Хорошилов, П. Б. Панов. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2009. – 284 с.
19. Певзнер, М. И. Основы лечебного питания [Текст] / М. И. Певзнер. – М.: Государственное издательство литературы, 1949. – 570 с.
20. Wilkinson, A. W. Metabolism and the response to injury [Text] / A. W. Wilkinson, D. Cuthbertson. – Tunbridge Wells: Pitman Medical, 1977. – 608 p.
21. Mayers, I. The nonspecific inflammatory response to injury [Text] / I. Mayers, D. Johnson // Canadian Journal of Anaesthesia. – 1998. – Vol. 45, Issue 9. – P. 871–879. doi: 10.1007/bf03012222
22. Bankhead, R. Enteral nutrition practice recommendations task force [Text] / R. Bankhead, J. Boullata, S. Brantley. – New York: ASPEN, 2009. – 47 p.
23. Пат. № 116396 UA. Полифункциональні сухі рибо-рослинні напівфабрикати МПК А23L 17/00, А23L 33/00 [Текст] / Притульська Н. В., Федорова Д. В., Кузьменко Ю. В.; заявник та патентовласник Київський національний торговельно-економічний університет. – № u201608694; заявл. 10.08.2016; опубл. 25.05.2017, Бюл. № 10. – 8 с.
24. Пат. № 51866 UA. Сухий білково-рослинний напівфабрикат з молочної сироватки багатфункціонального призначення. МПК А23С 9/00 [Текст] / Коршунова А. Ф., Гнізевич В. А., Федотова Н. А.; заявник та патентовласник ДонНУЕТ. – № u200913172; заявл. 17.12.2009; опубл. 10.08.2010, Бюл. № 15. – 6 с.

25. Пат. № 110742 UA. Вафлі солоні без начинки «Крекіси рибні». МКП А21D 13/08 [Текст] / Притульська Н. В., Федорова Д. В.; заявник та патентовласник Київський національний торговельно-економічний університет. – № u201602770; заявл. 21.03.2016; опубл. 25.10.2016, Бюл. № 20. – 8 с.

Дата надходження рукопису 11.08.2017

Притульська Наталія Володимирівна, доктор технічних наук, професор, кафедра товарознавства, управління безпеністю та якістю, Київський національний торговельно-економічний університет, вул. Кіото, 19, м. Київ, Україна, 02156
E-mail: prytulska@knteu.kiev.ua

Карпенко Петро Олександрович, доктор медичних наук, професор, кафедра технології і організації ресторанного господарства, Київський національний торговельно-економічний університет, вул. Кіото, 19, м. Київ, Україна, 02156

Федорова Діна Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технології і організації ресторанного господарства, Київський національний торговельно-економічний університет, вул. Кіото, 19, м. Київ, Україна, 02156
E-mail: dina_fedorova@ukr.net

Мотузка Юлія Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра товарознавства, управління безпеністю та якістю, Київський національний торговельно-економічний університет, вул. Кіото, 19, м. Київ, Україна, 02156
E-mail: unmot@ukr.net

Кравченко Михайло Федорович, доктор технічних наук, професор, кафедра технології і організації ресторанного господарства, Київський національний торговельно-економічний університет, вул. Кіото, 19, м. Київ, Україна, 02156

Гніцевич Вікторія Альбертівна, доктор технічних наук, професор, кафедра технології і організації ресторанного господарства, Київський національний торговельно-економічний університет, вул. Кіото, 19, м. Київ, Україна, 02156
E-mail: flamber1965@gmail.com

Юдіна Тетяна Іллівна, доктор технічних наук, професор, кафедра технології і організації ресторанного господарства, Київський національний торговельно-економічний університет, вул. Кіото, 19, м. Київ, Україна, 02156
E-mail: olegdmu@rambler.ru

УДК 007.51: 519.8(075.8)

DOI: 10.15587/2313-8416.2017.113288

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ЕКОСИСТЕМ НА ПРИКЛАДІ СИСТЕМИ «ХИЖАК - ЖЕРТВА»

© Ю. Б. Бродський, О. В. Масєвський, Ю. О. Тимонін

Представлені результати імітаційного моделювання динаміки популяцій для екосистеми «хижак – жертва» Житомирської області на прикладі пари лис – заєць. Обґрунтована можливість застосування ймовірного підходу для розв'язання задачі збільшення терміну прогнозування динаміки екологічних систем. Отримані результати мають практичну цінність для передбачення процесів взаємодії в системі «хижак – жертва» з метою оцінювання змін чисельності популяцій протягом п'яти років, що дозволить своєчасно виявляти загрози екологічній безпеці

Ключові слова: узагальнена модель «хижак – жертва», нелінійні диференціальні рівняння, імітаційна модель, екологічна безпека

1. Вступ

Складність екологічних систем, залежність їх розвитку від багатьох чинників різної фізичної природи, відносна недосконалість методів дослідження механізмів їх взаємодії, значний вплив кризових явищ, походження яких пов'язано зі зміною фізико-

хімічних характеристик зовнішнього середовища, вагоме антропогенне навантаження вносить фактор невизначеності в оцінювання динаміки екосистем.

Як наслідок виникає проблема оптимального використання природних ресурсів і прийняття ефективних управлінських рішень з метою забезпечення