

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

УДК 641.56-056.24 DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020\(34\)01](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020(34)01)

Петро КАРПЕНКО д. мед. н., професор кафедри технології і організації ресторанного господарства Київського національного торговельно-економічного університету
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна
E-mail: p.karpenko@knute.edu.ua
ORCID: 0000-0002-2793-8352

Наталія ПРИТУЛЬСЬКА д. т. н., професор кафедри товарознавства, управління безпекою та якістю Київського національного торговельно-економічного університету
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна
E-mail: pritulska@knute.edu.ua
ORCID: 0000-0002-9010-4190

Діна ФЕДОРОВА д. т. н., професор кафедри технології і організації ресторанного господарства Київського національного торговельно-економічного університету
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна
E-mail: d.fedorova@knute.edu.ua
ORCID: 0000-0002-9443-2941

ХАРЧУВАННЯ ПРИ КОРОНАВІРУСНІЙ ІНФЕКЦІЇ COVID-19

Узагальнено інформацію джерел, в яких запропоновано науково обґрунтовані підходи аліментарної корекції метаболічних порушень, спричинених дією вірусних інфекцій, та їхніх наслідків для організму людини. Досліджено напрями метаболічних порушень в організмі через дію вірусних інфекцій – вплив ендотоксикантів, гіперметаболізму, механізми впливу оксидантного стресу та антиоксидантного захисту організму. Науково обґрунтовано можливі шляхи корекції харчування населення в умовах поширення коронавірусної інфекції. Встановлено доцільність використання принципів детоксикаційного харчування на тлі нутритивної підтримки серцево-судинної, імунної, бронхолегеневої систем та системи травлення організму людини, запропоновано орієнтовний раціон оздоровчого харчування для осіб, що захворіли на COVID-19.

Ключові слова: коронавірусна інфекція COVID-19, аліментарна корекція, детоксикаційне харчування, нутритивна підтримка, імунна система, серцево-судинна система, бронхолегенева система, система травлення, раціон оздоровчого харчування.

Карпенко П., Притульська Н., Федорова Д. Питання при коронавірусній інфекції COVID-19. Обобщена информация источников, в которых предложены научно обоснованные подходы алиментарной коррекции метаболических нарушений в результате действия вирусных инфекций и их последствий для организма человека. Исследованы направления метаболических нарушений в организме вследствие

действия вирусных инфекций – влияние эндотоксикантов, гиперметаболизма, механизмы влияния оксидантного стресса и антиоксидантной защиты организма. Научно обоснованы возможные пути коррекции питания населения в условиях распространения коронавирусной инфекции. Установлена целесообразность использования принципов детоксикационного питания на фоне нутритивной поддержки сердечно-сосудистой, иммунной, бронхолегочной систем и системы пищеварения организма человека, предложен ориентировочный рацион оздоровительного питания для людей, заболевших COVID-19.

Ключевые слова: коронавирусная инфекция COVID-19, алиментарная коррекция, детоксикационное питание, нутритивная поддержка, иммунная система, сердечно-сосудистая система, бронхолегочная система, система пищеварения, рацион оздоровительного питания.

Постановка проблеми. Найактуальнішою світовою проблемою сьогодення є подолання коронавірусної пандемії. Пандемія Covid-SARS-2 поширилася з надзвичайною швидкістю, досягнувши шести континентів протягом 3 місяців, трансформуючи суспільство в усьому світі [1]. Менше ніж за 6 місяців кількість хворих збільшилася експоненціально до 5 159 674 випадків та 335 418 смертей (6.5 %); приблизно третина – у США (22 травня 2020 р.) [2]. Тяжкість захворювання та смертність вищі у літніх людей, афроамериканців, пацієнтів із цукровим діабетом, хронічними захворюваннями легенів і серцево-судинної системи [3; 4] та, за деякими науковими даними, у групах населення із низьким рівнем вітаміну D [5].

В Україні коронавірусна інфекція COVID-19 (пневмонія нового типу) вперше діагностована 3 березня 2020 р. у м. Чернівці. На 25 травня 2020 р. в країні нараховувалося 21 245 захворілих, з них померлих – 623. Статистика одужання від коронавірусу в Україні висока і становить 34.1 % [6].

На сьогодні наука ще не може дати відповідей на багато питань, що тісно пов'язані з коронавірусною інфекцією та здоров'ям населення. Відомо, що для кожної людини прояви цієї хвороби є досить різноманітними. Чимала кількість людей вже одужала. Наразі невідомий прогноз наслідків такої інфекції, її вплив на перебіг хронічних соматичних захворювань, функціональний стан органів і систем організму, спадковість людини тощо. І це є сучасним викликом для наукової спільноти світу.

Для розв'язання будь-якої складної проблеми, зокрема тієї, що сьогодні постала перед багатьма науковими колективами, на нашу думку, необхідні системність та прийнятність вже наявних результатів наукових досліджень. Лише комплексність терапевтичних заходів може дати позитивний результат та бажаний успіх у лікуванні кожного пацієнта. Одним із ланцюгів стратегії лікування хворого є його харчування. Багатьма науковими дослідженнями встановлено, що лікувальне (дієтичне) харчування має досить важливе значення в комплексному лікуванні. Відсутність ефекту від лікування часто спричинена неадекватністю харчування хворих. До того ж дієтотерапія протидіє токсичним проявам

медикаментозного лікування [7]. Водночас досить важливим є визначення адекватності харчування хворого, у стані якого поєднуються кілька патологічних змін в органах і системах організму.

Відомо, що в живому організмі безперервно триває рух, який тісно пов'язаний з постійними змінами його складу. Відбувається руйнування складових частин організму та їх відновлення. І це здійснюється на оптимальному рівні лише за адекватного надходження до кожної клітини організму необхідної кількості певних нутрієнтів із нашого щоденного харчового раціону.

Сталість складу організму не є результатом його стабільності, а створюється внаслідок динамічної рівноваги між процесами асиміляції та дисиміляції, окислювальних й відновлювальних процесів. Лише під час розщеплення органічних речовин, які містяться в тканинах органів, вивільняється енергія, що потрібна для відтворення складових частин тіла (особливо для біосинтезу білків та нуклеїнових кислот) і виконання різних функцій серцево-судинної, бронхолегеневої систем, системи травлення, виділення та ін. За будь-яких інфекційних захворювань й одночасного психогенного стресу в організмі людини відбуваються суттєві фізіологічні зміни, які спрямовані на подолання негативного впливу згаданих вище факторів. Залежно від початкового стану організму, тобто до початку дії на нього таких несприятливих чинників, картина перебігу захворювання може бути доволі різною. З огляду на це профілактика і терапія захворювання мають бути адекватними тим змінам, які відбуваються в організмі. В цьому контексті дієтерапія може мати суттєвий вплив на покращення перебігу хвороби та прискорення одужання тих, хто вже захворів на *COVID-19*, а повноцінне оздоровче харчування й антиоксидантна нутритивна підтримка стануть ефективним профілактичним заходом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Екологічні дослідження свідчать про те, що високі широти ($> +30^\circ$ північної широти) та зимовий сезон, фактори ризику низького вмісту вітаміну D, пов'язані з більш високими показниками смертності від інфекцій *COVID-19* [8; 9]. Існує кілька винятків, які, ймовірно, пояснюються іншими наявними чинниками, як-от: вік населення, щільність та етнічна належність, стиль життя й заходи соціального дистанціювання [10]. Ожиріння є фактором ризику для всіх неінфекційних захворювань, і все більша кількість повідомлень визначає саме ожиріння як чинник ризику захворюваності та смертності, пов'язаних із *COVID-19* [11; 12]. Однак, хоча ІМТ є відомим предиктором статусу вітаміну D [12–14], гіповітаміноз D у цій популяції може бути пояснений поганими звичками способу життя, накопиченням вітаміну D у жировій тканині та порушеннями обміну речовин [15]. Ретроспективні дослідження виявляють різні результати стосовно взаємозв'язку між рівнем 25(OH)D у сироватці крові та ризиком зараження або тяжкістю перебігу *COVID-19*. Усі вони мають певні неточності та проблеми вірогідності отриманих даних [16–19].

Випробування профілактичних ефектів вітаміну D щодо респіраторно-вірусних інфекцій, які здебільшого проводили в дитячих вікових групах, виявили негативні результати [20–22]. Тому вірогідність зв'язку між рівнем 25(OH)D у сироватці крові та *COVID-19* залишається до кінця не з'ясованою і потребує проведення подальших досліджень.

Європейське відділення ВООЗ опублікувало новий посібник з питань раціонального харчування під час карантину через *COVID-19* [23]. Він містить інформацію про роль харчування та його позитивний вплив на функціонування імунної системи. Експерти ВООЗ наголошують на доцільності вибору харчових продуктів із підвищеною біологічною цінністю та обмеженні в харчуванні продуктів, що містять значну кількість кухонної солі, цукру та жирів, багатих на насичені жирні кислоти й трансжири.

Результати вітчизняних і закордонних наукових досліджень свідчать, що в екстремальних умовах, зокрема під час вірусної пандемії, важливої профілактичної ролі набуває повноцінне оздоровче харчування [7; 23–25]. Воно запобігає розвитку метаболічних дисфункцій в організмі людини та сприяє підвищенню резистентності організму до несприятливих чинників довкілля і високого рівня фізичного та психоемоційного напруження. Водночас питання оптимізації нутритивної підтримки в період самоізоляції та комплексного лікування хворих на *COVID-19* залишаються відкритими. З огляду на ці передумови проблема відповідного нутритивного забезпечення як здорової, так і хворої людини в період пандемії *COVID-19* потребує особливої уваги. Це може бути не лише використання звичайних харчових продуктів, але й створення нових із певними біологічними властивостями.

Метою роботи є обґрунтування шляхів аліментарної корекції харчового раціону хворих на коронавірусну інфекцію COVID-19, що сприятиме нутритивній підтримці нормального функціонування органів та систем організму.

Матеріали та методи. Застосовано теоретичні методи (аналіз та узагальнення наукових джерел) для розкриття суті проблеми й визначення напрямів її розв'язання. Узагальнено інформацію джерел [6; 7; 23–25], у яких запропоновано науково обґрунтовані підходи й напрями аліментарної корекції метаболічних порушень, спричинених дією вірусних інфекцій, та їхніх наслідків для організму людини. Досліджено напрями метаболічних порушень в організмі через дію вірусних інфекцій – вплив ендотоксикантів, гіперметаболізму, механізми впливу оксидативного стресу й антиоксидантного захисту організму [1–23].

Проаналізовано результати наукових досліджень, в яких дискретно надано фізіолого-гігієнічне обґрунтування напрямів аліментарної корекції харчового раціону та потреб нутритивної підтримки нормального функціонування органів хворих, що зазнають негативного впливу екстремальних і стресових факторів, зокрема вірусних інфекцій. У контексті згаданого, важливим є використання принципів детоксикаційного й імунозахисного харчування.

З урахуванням сучасних наукових даних рекомендовано раціон харчування хворих на коронавірусну інфекцію та запропоновано доцільність застосування принципів детоксикаційного харчування на тлі нутритивного підтримання серцево-судинної, імунної та бронхолегеневої систем організму людини, а також орієнтовний раціон оздоровчого харчування для хворих (доросле населення).

Результати дослідження. Під час вірусних захворювань та психо-емоційних навантажень виникає метаболічний ацидоз як результат накопичення в організмі кислих продуктів метаболізму, що спричинено порушенням функцій легень та стресовими станами різної етіології.

Неспецифічною реакцією організму людини на вплив коронавірусної інфекції є патологічний процес надлишкового накопичення вільних радикалів, активація процесів накопичення продуктів перекисного окиснення ліпідів, що перевантажує систему оксидантної рівноваги [7; 26–30].

Ланку патологічних змін, що виникають в організмі внаслідок зростання активності процесів вільнорадикального окиснення, об'єднують під назвою "оксидативний стрес". Ці зміни пов'язані передусім із пошкодженням клітинних мембран, через що клітини втрачають цілісність, порушується процес клітинного дихання і розвивається гіпоксія. Киснева недостатність справляє дезорієнтаційну дію на всі види обміну, що призводить до порушення функціонального стану життєво важливих органів і систем. Залежно від інтенсивності та часу впливу несприятливих чинників на організм змінюється стан здоров'я людини – від фізіологічного гомеостазу до патологічного. Водночас відбувається порушення енергетичної, адаптаційної, метаболічної, кислотно-лужної рівноваги і, як наслідок, перенапруження цих систем [7; 27; 28; 30].

Порушення оксидантного статусу організму розглядається наразі як одна із загальних ланок в етіології обумовлених вірусними інфекціями патологій і захворювань дихальної, серцево-судинної та інших систем, а також як один із механізмів канцерогенезу. В основі цього – високий рівень токсичних речовин метаболітів (ендотоксикантів), порушення ендоекологічної рівноваги та гіпоксія, що спостерігається, як правило, на тлі дефіциту мікронутрієнтів та біологічно активних речовин [7; 27; 28; 30].

Тривала, а також часто повторювана активація процесів вільнорадикального окиснення спричиняє виснаження антиоксидантної системи (дефіцит вітамінів Е, С, β -каротину, глутатіону, Селену, зниження активності ферментів тощо) [27; 28; 30; 32].

Вплив такого комплексу негативних чинників викликає зниження активності імунозахисних механізмів організму та імуногенезу. Це проявляється вірогідним зниженням показників неспецифічного імунітету, зокрема падінням бактерицидної здатності крові та вмісту лізоциму, а також рівня специфічного імунітету – зниженням рівня імуноглобулінів. Своєю чергою, погіршення імунорезистентності організму

призводить до розвитку гострих інфекційних захворювань та загострення вже наявних хронічних, зокрема серцево-судинної, дихальної та нервової систем. До того ж виникають початкові стадії порушень метаболізму, відбувається накопичення в організмі токсичних продуктів обміну, порушуються нейрогуморальна регуляція організму, функціональна активність імунної системи, кишкової мікрофлори та інших захисних механізмів [27; 28; 30; 31].

У хворих на коронавірусну інфекцію, як стресового для організму фактора, неминуче розвивається комплекс дезадаптаційних розладів, що відображає глибоку перебудову обміну речовин з метою значного підвищення енергоутворення для забезпечення адаптивних процесів в організмі [24; 29; 30; 31]. Водночас спостерігається:

- виснаження і пригнічення функції антиоксидантної системи, насамперед її неферментативної ланки (зниження рівня аскорбінової кислоти, α -токоферолу і відновленого глутатіону в крові);
- підвищення рівня продуктів перекисного окиснення ліпідів;
- пошкодження структури і функції клітинних мембран, особливо клітин імунної системи, шлунково-кишкового тракту;
- метаболічний ацидоз;
- переважання катаболічних процесів над анаболічними, внаслідок чого в організмі виникає порушення білкового обміну, що спричиняє розвиток білкової недостатності різного ступеня вираженості;
- пригнічення процесів синтезу речовин, зокрема білків;
- зменшення ефективності функціонування організму;
- зміна функції шлунково-кишкового тракту з порушенням його захисної ролі й процесів всмоктування;
- пригнічення імунної системи і факторів неспецифічного захисту організму з виникненням вторинних імунодефіцитних станів різного ступеня вираженості.

Ретроспективний аналіз систематизованих результатів вітчизняних і закордонних досліджень у сфері клінічної медицини й рекомендацій фахівців з питань дієтології дав змогу визначити основні напрями корекції порушень патологічних змін та сформулювати напрями відновлення резистентності організму. До них варто віднести:

- відновлення функціональних можливостей антиоксидантної системи;
- зниження підвищеного рівня реакцій вільнорадикального окиснення;
- відновлення структури і функції клітинних мембран;
- корекцію порушень обміну речовин та запобігання розвитку білкової недостатності, зокрема внаслідок стимуляції біосинтезу білків і пригнічення надлишкової протеолітичної активності ферментів;
- активацію синтезу макроергічних сполук.

Отже, першочерговим завданням нутритивної підтримки організму хворих є відновлення функціональних можливостей антиоксидантної системи та посилення механізмів детоксикації, що сприятиме

нейтралізації токсичних впливів ендотоксикантів. У захисті організму від впливу токсикантів одне з центральних місць на всіх етапах еволюційного розвитку посідає універсальна антиоксидантна система, що існує в усіх типах клітин і представлена ферментативною та неферментативною ланками. Порушення роботи цієї системи супроводжується накопиченням екзогенних й ендогенних прооксидантів, що призводить до окислювального пошкодження клітинних структур та розвитку окисного процесу [27; 28; 30–32]. Особливості функціонування антиоксидантної системи в різних органах і тканинах визначаються генотипом, а також залежать від забезпеченості організму антиоксидантами.

З огляду на це важливим є розуміння нового для нутриціології поняття кислотного навантаження (КН) раціону. Американські вчені виявили досить важливий для здоров'я людини показник – кислотне навантаження харчових продуктів, що характеризується співвідношенням у харчовому продукті компонентів, які в процесі метаболізму утворюють кислоту або луг. Водночас кислотне навантаження харчових продуктів визначається як різниця між кислотою та лугом. Якщо в продукті переважають компоненти, що утворюють сірчану кислоту (сірковмісні амінокислоти у білках) або органічні кислоти (жири, вуглеводи), то КН має позитивне значення, і, навпаки, негативне, якщо у продукті міститься значна кількість речовин, які утворюють луки (органічні солі магнію, кальцію тощо) [7].

Важливу роль у підтримці належного стану організму хворих має фізіологічна вітамінна забезпеченість. Отже, для покращення стану здоров'я хворих, дезадаптаційних станів і станів оксидантного стресу організму важливим є включення до раціонів харчових продуктів, які багаті на вітаміни, мінерали, антигіпоксанти, антиоксиданти та інші біологічно активні речовини.

У хворих внаслідок дії стресу різної етіології та фізіологічних змін значно прискорюється обмін речовин. Процес сумарної метаболічної відповіді організму людини на стрес, або на генералізовану запальну реакцію при вірусних захворюваннях, має назву гіперметаболізм-гіперкатаболізм [24; 29]. Він супроводжується підвищеними енергетичними потребами та зниженням можливості утилізації ендогенних субстратів. Науковим підґрунтям для розробки сучасних принципів харчування хворих в умовах вірусної пандемії є фундаментальні положення про специфіку метаболічних потреб організму.

Безумовно, харчування може бути різним залежно від багатьох чинників (віку хворого, стану його здоров'я, звичок щодо уподобань тих чи інших страв, умов, в яких перебуває хворий тощо). Будь-які рекомендації є орієнтиром для створення кожною людиною індивідуального раціону, ґрунтуючись на основних наукових постулатах щодо харчування як здорової, так і хворої людини. Таке харчування має стимулювати підвищення імунного стану організму, швидше

сповільнення запального процесу, зниження інтоксикації, поліпшення перебігу окисно-відновлювальних процесів, щадіння органів серцево-судинної й травної систем, функції нирок.

Під час перебігу хвороби важливим є дотримання раціонального питного режиму. Доцільним є споживання від 8 до 10 склянок рідини щодня. Хворі мають пити більше рідини для адекватного відновлення її втрат, пов'язаних із впливом вірусної інфекції, а також з метою нейтралізації та виведення токсичних сполук, що утворюються внаслідок окислювального впливу небезпечних метаболітів. Достатнє споживання рідини може допомогти розріджувати слиз, який спричиняє характерні для *COVID-19* закладеність, біль у горлі та кашель.

Проблеми харчування хворих на *COVID-19* мають розв'язуватися системно. Найбільш важливі напрями – *забезпечення кількісної та якісної повноцінності раціону, оптимальної збалансованості нутрієнтів, компенсація дефіциту незамінних нутрієнтів і біологічно активних сполук, інгібування вільнорадикального окиснення*: регулювання процесів біотрансформації ендотоксинів окисненням, метилюванням, дезамінуванням та іншими біохімічними реакціями, спрямованими на їх знешкодження (глюкозинолати (ізотіоціанати), поліфеноли, селенопротеїни, глутатіонвмісні сполуки); *антиоксидантна дія* – поліфеноли, глутатіонвмісні сполуки, каротиноїди, вітаміни-антиоксиданти, вітаміни групи В; *виведення ендотоксинів*: активізування процесів зв'язування і виведення з організму токсичних сполук та їхніх несприятливих метаболітів (достатня гідратація організму, харчові волокна, полісахариди, зокрема пектини); *підтримання нормального функціонування імунної системи*: споживання продуктів – джерел вітамінів А, С, Е, D, Цинку, Магнію, Селену тощо; *нормалізація мікробіоценозу кишківника і стимулювання розвитку корисної мікрофлори*: детоксикація екзогенних й ендогенних субстратів та метаболітів і зниження ендогенної інтоксикації продуктами синтезу гнильної мікрофлори, сприятлива дія на ендоекологію мікроорганізмів товстої кишки, поліпшення засвоєння харчових речовин, продукція імунних тіл і біологічно активних речовин (пре-, про- та синбіотики).

Підвищення імунного стану досягається завдяки фізіологічному повноцінному харчуванню з достатньою кількістю білків (м'ясо тварин, птиці, риба, молочні продукти, яйця), збільшеним вмістом вітамінів А, С, Е, D, групи В. За наявності або схильності до алергійних проявів необхідно обмежувати кондитерські вироби, цукор, кухонну сіль до 4–6 г та збільшувати в раціоні кількість продуктів, що багаті на солі кальцію, – це переважно молочні продукти. Крім того, необхідно виключити продукти, що містять щавлеву кислоту, яка сприяє виведенню кальцію з організму (наприклад щавель, шпинат).

Для зменшення інтоксикації потрібно вводити достатню кількість вітамінів (особливо С – лимон, сік квашеної капусти, плоди чорної смородини (свіжі плоди або заморожені), варення з неї, відвар

шипшини, яблука та ін.) і рідини, зокрема різних негазованих мінеральних вод – від 1000–1500 г. Позитивний вплив також має насичення дієти продуктами з високим вмістом вітаміну Р (чорноплідна горобина, шипшина, чорна смородина, лимони).

Численні спостережні дослідження показують, що пов'язаний із віком дефіцит вітаміну D може викликати погіршення перебігу вірусної інфекції та спричиняти розвиток ускладнень, зокрема поміж дорослих та літніх людей [8–19], що обумовлює доцільність споживання в раціоні харчових продуктів із вмістом кальциферолів, серед яких найбільше значення для людини мають вітаміни ергокальциферол (D₂) та холекальциферол (D₃), що разом уособлюють вітамін D. Вітамін D міститься здебільшого у продуктах тваринного походження. Особливо багато його в печінці тріски – 100 мкг %, а в оселедцях атлантичних – 30 мкг %. У яйцях вміст кальциферолів становить 4.7 мкг %, у молоці – 0.05, у вершковому маслі – 1.3–1.5, у яловичій печінці – 2.5 мкг %. Віднесення кальциферолів до вітамінів є досить умовним, оскільки вони здебільшого утворюються в шкірі людини під впливом ультрафіолетових променів. Останні діють на провітамін (D₃) – 7-дегідрохолестерин, який, своєю чергою, синтезується у більш глибоких шарах шкіри з холестерину. Самі кальцифероли є малоактивними. Для того щоб перейти у відповідну активну форму, кальцифероли в печінці гідроксильються і перетворюються на найбільш активну форму – 1.25-оксікальциферол. У звичайних умовах дорослі не потребують додаткового введення кальциферолів: добова потреба в них становить близько 100 МО, для вагітних та тих, що годують грудьми, – 500 МО (1 МО дорівнює 0.25 мкг). За недостатнього природного освітлення потреба у вітаміні збільшується, що пов'язано зі зменшенням ендogenous синтезу вітаміну в організмі людини за відповідних умов [7].

Сприятливо впливають на перебіг окисних процесів продукти, що містять значну кількість Фосфору і Магнію (риба, м'ясо тварин, молочні продукти, горіхи, насіння олійних культур). Результати численних експериментальних досліджень підтверджують взаємозв'язок між дефіцитом Магнію (MgD) та оксидативним стресом і розвитком запалення в організмі людини. MgD супроводжується підвищенням рівнем маркерів оксидативного стресу, як-от продукти окислювальної модифікації ліпідів, білків та ДНК. Крім того, виявлено зв'язок між MgD та ослабленим антиоксидантним захистом. Відомі механізми запалення, спричинені MgD, включають активацію фагоцитарних клітин, відкриття кальцієвих каналів, активацію рецептора N-метил-D-аспартату (NMDA) й активацію ядерного фактора (NF)-κB. До того ж MgD викликає системну реакцію на стрес через нейроендокринологічні шляхи. Запалення, спричинене MgD, може призвести до атерогенних змін метаболізму ліпопротеїдів, дисфункції ендотелію та високого артеріального тиску [33; 34].

Дослідження свідчать, що Магній може мати важливе значення у патофізіології деяких запальних захворювань. Результатами клінічних випробувань та лабораторних досліджень підтверджено роль Магнію у патофізіології запальних захворювань, як-от: діабет, астма, гестоз, атеросклероз, ураження серця та ревматоїдний артрит, які є ускладнювальними чинниками під час оксидативного стресу в організмі хворих на коронавірусну інфекцію [34]. Це визначає важливість забезпечення достатньої кількості Магнію в раціоні хворих на *COVID-19*.

Включення продуктів, багатих на вітаміни групи В (відвар пшеничних висівок, йогурти), запобігає пригніченню корисної мікрофлори кишківника, яка страждає під час використання антибіотиків. Продуктам, багатим на нікотинову кислоту, притаманна судинорозширювальна дія на легеневі судини, внаслідок чого вони зменшують бронхоспазм, що необхідно враховувати при побудові свого раціону. Багатими на вітамін РР (нікотинову кислоту) є гречана крупа, м'ясо, субпродукти, риба, арахіс, рисові та пшеничні висівки. Досить велику увагу варто приділити вживанню вітаміну А і β-каротину, оскільки вони сприяють регенерації епітелію дихальних шляхів. Багатими на вітамін А є риб'ячий жир, яловича печінка, значно менше – яйця та молоко; на бета-каротин – червона морква, гарбуз, обліпиха, зелена цибуля, червоний перець, помідори, зелена петрушка.

З метою щадіння органів кровообігу і травлення корисним є введення в раціон харчування продуктів, що легко піддаються дії ферментів шлунково-кишкового тракту (гомогенізовані овочі, м'ясо, риба, молоко, різні соки), й уникання тих, що викликають метеоризм (горох, сочевиця, капуста) та запори (продукти з рафінованого борошна). Забороняються як холодні, так і досить гарячі напої та страви, а також солоні й мариновані продукти, гострі приправи і соуси.

У перші дні захворювання (в період високої температури та інтоксикації) рекомендується часте вживання їжі (6–7 разів на добу), яка має бути в рідкому та добре подрібненому вигляді, що сприяє щадінню органів травлення й більш ефективній дії травних ферментів. Це овочеві пюре з гарбуза, кабачків, цукіні, моркви, картоплі.

Рекомендуються фруктові й овочеві соки, журавлинний морс, відвар чорної смородини, шипшини, фрукти (запечені), ягоди, чай з лимоном, молоко, киселі, желе, м'ясні та рибні бульйони, відвари з круп та пшеничних висівок.

Під час одужання потрібно розширювати раціон, поступово підвищувати його енергетичну цінність (калорійність), збільшуючи вміст білків (м'ясо нежирне, курятина, риба, кисломолочний сир, яйця). Збільшення кількості білків у добовому раціоні сприяє стимуляції відновлювальних процесів, продукуванню антитіл, запобігає негативному впливу антибіотиків. Кількість кухонної солі, яка необхідна для синтезу соляної кислоти в шлунку, потрібно збільшити до 10–12 г на добу. Дозволяються сік квашеної капусти, вимочені оселедці, що допомагає

підвищити апетит. Бажаним є введення до раціону продуктів, які стимулюють як шлункову секрецію, так і зовнішню секреторну функцію підшлункової залози (фрукти, овочі, ягоди і соки з них, м'ясні та рибні бульйони, соуси негострі).

Орієнтовне одноденне меню дієти під час коронавірусної інфекції в період загострення хвороби

Перший сніданок

Каша вівсяна молочна з горіхами (фундук, волоські горіхи, мигдаль), ягодами свіжими (або свіжомороженими) чи бананом (200/10/20 г); чай без цукру з лимоном (200 г).

Другий сніданок

Мус із кураги (125 г); сік-фреш морквяно-яблучний (200 г).

Обід

Бульйон курячий з яйцем відвареним та зеленню (200/20 г); зрази з яловичини, фаршировані рисом (парові) з овочами припущеними (70/150 г); компот з яблук без цукру (200 г).

Полуденок

Пудинг сирний (130 г); відвар шипшини (200 г).

Вечеря

Відварена риба, запечена з картоплею (70/180 г); пюре морквяне (200 г); чай з лимоном без цукру (200 г).

На ніч

Йогурт або кефір (200 г).

На весь день

*Хліб пшеничний (200 г), вчорашньої випічки;
хліб висівковий (150 г);
масло вершкове (20 г).
вода питна, вода з лимоном або мінеральна столова (1000–1500 г).*

У разі незадовільного апетиту до раціону додаються фруктові й овочеві соки, нежирні міцні бульйони, помірно солоні закуски (вимочені оселедці, твердий сир, прянощі).

Висновки. Результати наукових досліджень свідчать, що під час вірусних інфекцій в організмі людини на тлі оксидативного стресу відбуваються суттєві порушення метаболічних процесів і пригнічується функція антиоксидантного захисту організму.

Вплив *COVID-19* на організм людини супроводжується досить динамічними порушеннями функції бронхолегеневої, серцево-судинної, травної та видільної систем. Саме тому терапевтичні заходи мають бути комплексними, серед них важливе значення надається аліментарному чиннику. Дія останнього має забезпечувати основні групи властивостей їжі, як-от: нутритивна, регуляторна, сенсорна та когнітивна.

Науково обґрунтовано можливі шляхи корекції харчування населення в умовах поширення коронавірусної інфекції. Встановлено доцільність використання принципів детоксикаційного харчування на тлі нутритивної підтримки серцево-судинної, імунної, бронхолегеневої систем та системи травлення організму людини.

Запропоновано орієнтовний раціон оздоровчого харчування для людей, що захворіли на *COVID-19*. Водночас варто враховувати індивідуальні особливості перебігу захворювання і стану здоров'я, наявність супутніх захворювань та ускладнень, що вимагає індивідуалізації підходу до складання раціону харчування людини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Fauci A. S., Lane H. C., Redfield R. R. COVID-19 – Navigating the Uncharted. *N Engl J Med.* 2020. N 382 (13). P. 1268-1269.
2. COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU). URL: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>.
3. Yancy C. W. COVID-19 and African Americans. *JAMA.* 2020. N 323 (19). P. 1891-1892.
4. CDC COVID-19 Response Team. Severe Outcomes Among Patients with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2020. N 69 (12). P. 343-346.
5. Panarese A., Shahini E. Letter: COVID-19, and vitamin D. *Aliment Pharmacol Ther.* 2020. N 51 (10). P. 993-995. doi: 10.1111/apt.15752.
6. Сайт Міністерства охорони здоров'я України. URL: <https://moz.gov.ua/koronavirus-2019-ncov>.
7. Карпенко П. О., Пригульська Н. В., Кравченко М. Ф., Федорова Д. В. Оздоровче харчування: навч. посіб. Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2019. 628 с.
8. Ilie P. C., Stefanescu S., Smith L. The Role of Vitamin D in the Prevention of Coronavirus Disease 2019 Infection and Mortality. *Aging Clin Exp Res.* 2020. doi: 10.1007/s40520-020-01570-8.
9. Rhodes J. M., Subramanian S., Laird E., Kenny R. A. Editorial: low population mortality from COVID-19 in countries south of latitude 35 degrees North supports vitamin D as a factor determining severity. *Aliment Pharmacol Ther.* 2020. doi: <https://doi.org/10.1111/apt.15777>.
10. Garg M., Al-Ani A., Mitchell H., Hendy P., Christensen B. Editorial: low population mortality from COVID-19 in countries south of latitude 35 degrees North-supports vitamin D as a factor determining severity. Authors' reply. *Aliment Pharmacol Ther.* 2020. doi: <https://doi.org/10.1111/apt.15796>.
11. Palaiodimos L., Kokkinidis D. G., Li W., Karamanis D., Ognibene J., Arora S. Severe obesity is associated with higher in-hospital mortality in a cohort of patients with COVID-19 in the Bronx, New York. *Metabolism.* 2020. doi: 10.1016/j.metabol.2020.154262.

12. Simonnet A., Chetboun M., Poissy J., Raverdy V., Noulette J., Duhamel A. et al. High prevalence of obesity in severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 (SARS-CoV-2) requiring invasive mechanical ventilation. *Obesity (Silver Spring)*. 2020. doi: 10.1002/oby.22831.
13. Bell N. H. Vitamin D-endocrine system. *J Clin Invest*. 1985. N 76 (1). P. 1-6.
14. Rafiq S., Jeppesen P. B. Body Mass Index, Vitamin D, and Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*. 2018. N 10 (9). P. 1182.
15. Bassatne A., Chakhtoura M., Saad R., El-Hajj Fuleihan G. Vitamin D supplementation in obesity and during weight loss: A review of randomized controlled trials. *Metabolism*. 2019. N 92. P. 193-205.
16. Darling A. L., Ahmadi K. R., Ward K. A., Harvey N. C., Alves A. C., Dunn-Waters D. K. et al. Vitamin D status, body mass index, ethnicity and COVID-19: Initial analysis of the first-reported UK Biobank COVID-19 positive cases (n 580) compared with negative controls (n 723). *MedRxiv*. 2020. doi: 10.1101/2020.04.29.20084277.
17. Hastie C. E., Mackay D. F., Ho F., Celis-Morales C. A., Katikireddi S. V., Niedzwiedz C. L. Vitamin D concentrations and COVID-19 infection in UK Biobank. *Diabetes Metab Syndr*. 2020. N 14 (4). P. 561-565.
18. D'Avolio A., Avataneo V., Manca A., Cusato J., De Nicolò A., Lucchini R. et al. 25-Hydroxyvitamin D Concentrations Are Lower in Patients with Positive PCR for SARS-CoV-2. *Nutrients*. 2020. N 12 (5). P. 1359.
19. De Smet D., De Smet K., Herroelen P., Gryspeerdt S., Martens G. A. Vitamin D deficiency as risk factor for severe COVID-19: a convergence of two pandemics. *MedRxiv*. 2020. doi: 10.1101/2020.05.01.20079376.
20. Loeb M., Dang A. D., Thiem V. D., Thanabalan V., Wang B., Nguyen N. B. Effect of Vitamin D supplementation to reduce respiratory infections in children and adolescents in Vietnam: A randomized controlled trial. *Influenza Other Respir Viruses*. 2019. N 13 (2). P. 176-183.
21. Zhou J., Du J., Huang L., Wang Y., Shi Y., Lin H. Preventive Effects of Vitamin D on Seasonal Influenza A in Infants: A Multicenter, Randomized, Open, Controlled Clinical Trial. *Pediatr Infect Dis J*. 2018. N 37 (8). P. 749-754.
22. Aglipay M., Birken C. S., Parkin P. C., Loeb M. B., Thorpe K., Chen Y. Effect of High-Dose vs Standard-Dose Wintertime Vitamin D Supplementation on Viral Upper Respiratory Tract Infections in Young Healthy Children. *JAMA*. 2017. N 318 (3). P. 245-254.
23. Сайт Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ). URL: <https://www.who.int/ru/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>.
24. Притульська Н. В., Гуліч М. П., Мотузка Ю. М. та ін. Ентеральна нутритивна підтримка населення в умовах надзвичайних ситуацій: монографія. Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2018. 280 с.
25. Kodish S. R., Simen-Kapeu A., Beauliere J.-M., Ngnie-Teta I., Jalloh M. B., Pyne-Bailey S. et al. Consensus building around nutrition lessons from the 2014–16 Ebola virus disease outbreak in Guinea and Sierra Leone. *Health Policy and Planning*. 2019. Vol. 34. Issue 2. P. 83-91. URL: <https://doi.org/10.1093/heapol/czy108>.
26. Centers for Disease Control Prevention (CDC). Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). URL: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/index.html>.

27. Детоксикационное питание; под ред. Т. Т. Пилат. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 688 с.
28. Федорова Д. В., Кравченко М. Ф., Карпенко П. А., Медведева А. А. и др. Фундаментальные и прикладные аспекты современных эколого-биологических исследований: колл. монография. Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2015. 226 с.
29. Притульська Н., Карпенко П., Кравченко М., Федорова Д., Мотузка Ю., Гніцевич В. та ін. Концептуальні засади розробки продуктів для харчування військовослужбовців в екстремальних умовах. *ScienceRise*. 2017. N 10 (39). С. 31-41.
30. Федін А. І. Оксидантний стрес і застосування антиоксидантів в неврології. URL: <http://medic.ua/bolezni/oksidantnyi-stress-i-primenenie-antioksidantov>.
31. Ellis E. How to keep Your Immune System Healthy. Eat Right. *Academy of Nutrition and Dietetics*. URL: <https://www.eatright.org/health/wellness/preventing-illness/how-to-keep-your-immune-system-healthy>.
32. Suzuki Yuichiro J., Shults Nataliia V. Antioxidant Regulation of Cell Reprogramming. *Antioxidants*. 2019. N 8 (8). P. 323. URL: <https://doi.org/10.3390/antiox8080323>.
33. Zheltova A., Kharitonova M., Iezhitsa I., Spasov A. Magnesium deficiency and oxidative stress: an update. *Biomedicine (Taipei)*. 2016. N 6 (4). P. 20. doi: 10.7603/s40681-016-0020-6.
34. Shahi A., Aslani S., Ataollahi M., Mahmoudi M. The Role of Magnesium in Different Inflammatory Diseases. *Inflammopharmacology*. 2019. N 27 (4). P. 649-661. doi: 10.1007/s10787-019-00603-7.

Стаття надійшла до редакції 30.05.2020.

Karpenko P., Prytul'ska N., Fedorova D. Nutrition of humans with COVID-19 viral infection.

Background. The most pressing global problem today is overcoming the Covid-SARS-2 pandemic which has spread at extraordinary speed, reaching 6 continents within 3 months, transforming our society around the world. In order to solve the complex problem of human life and health safety, which is facing many scientific groups today, in our opinion, there is a system and acceptability of existing research results. One of the chains of the patient's treatment strategy is his nutrition. In this context, diet therapy can have a significant impact on improving the course of the disease and speeding up the recovery of those who have already contracted COVID-19, and a healthy diet and antioxidant nutritional support can be an effective preventive measure.

The aim of the study is to substantiate the ways of alimentary correction of the diet of patients with corona virus infection COVID-19, which will contribute to the nutritional support of the normal functioning of organs and systems of the body.

Materials and methods. Theoretical methods (analysis and generalization of literature sources) – to reveal the essence of the problem and determine the directions of its solution. The information of the literature sources, which offered evidence-based approaches and directions of alimentary correction of metabolic disorders as a result of action of viral infections and their consequences for a human body is generalized. The directions of metabolic disorders in the human body due to viral infections – the influence of endotoxins, hypermetabolism, the mechanisms of oxidative stress and antioxidant defense of the body were investigated.

Results. The results of scientific researches are analyzed, in which the physiological and hygienic substantiation of directions of alimentary correction of food ration and needs of nutritious support of normal functioning of organs of patients exposed to negative influence of extreme and stress factors, in particular viral infections is discretely given. In the context of the above, it is important to use the principles of detoxification and immuno-protective nutrition.

Taking into account modern scientific data, the diet of patients with corona virus infection is recommended and the expediency of using the principles of detoxification nutrition against the background of nutritional support of the cardiovascular, immune and bronchopulmonary systems of the human body is proposed, the approximate diet of a health food for patients (adult population) is offered.

Conclusion. The results of scientific research show that viral infections in the human body as a result of oxidative stress are significant violations of metabolic processes and suppressed the function of antioxidant defense of the body.

The effect of *COVID-19* on the human body is accompanied by very dynamic disorders of the bronchopulmonary, cardiovascular, digestive and excretory systems. As a result, therapeutic measures should be comprehensive, among which an important role is given to the alimentary factor. The action of the latter should provide the main groups of food properties, such as: nutritional, regulatory, sensory and cognitive.

Possible ways of correction of human nutrition in the conditions of spread of corona virus infection are scientifically substantiated. The expediency of using the principles of detox nutrition on the background of nutritional support of the cardiovascular, immune, bronchopulmonary and digestive systems of the human body has been established.

An approximate health-improving diet for people with *COVID-19* has been proposed. At the same time, it is necessary to take into account the individual characteristics of the disease and health status, the presence of comorbidities and complications, which requires individualization of the approach to the preparation of the human diet.

Keywords: corona virus infection COVID-19, alimentary correction, detox nutrition, nutritional support, immune, cardiovascular, bronchopulmonary system, digestive system, health diet.

REFERENCES

1. Fauci, A. S., Lane, H. C., & Redfield, R. R. (2020). COVID-19 – Navigating the Uncharted. *N Engl J Med*, 382 (13), 1268-1269 [in English].
2. *COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU)*. Retrieved from <https://coronavirus.jhu.edu/map.html> [in English].
3. Yancy, C. W. (2020). COVID-19 and African Americans. *JAMA*, 323 (19), 1891-1892 [in English].
4. CDC COVID-19 Response Team. Severe Outcomes Among Patients with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). (2020). *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 69 (12), 343-346 [in English].
5. Panarese, A., & Shahini, E. (2020). Letter: COVID-19, and vitamin D. *Aliment Pharmacol Ther*, 51 (10), 993-995. doi: 10.1111/apt.15752 [in English].
6. *Sajt Ministerstva ohorony zdorov'ja Ukrai'ny [Website of the Ministry of Health of Ukraine]*. Retrieved from <https://moz.gov.ua/koronavirus-2019-ncov> [in Ukrainian].
7. Karpenko, P. O., Prytul's'ka, N. V., Kravchenko, M. F., & Fedorova, D. V. (2019). *Ozдорovche harchuvannja [Health food]*. Kyi'v: Kyi'vs'kyj nacional'nyj tovgovel'no-ekonomichnyj universytet [in Ukrainian].
8. Ilie, P. C., Stefanescu, S., & Smith, L. (2020). The Role of Vitamin D in the Prevention of Coronavirus Disease 2019 Infection and Mortality. *Aging Clin Exp Res*. doi: 10.1007/s40520-020-01570-8 [in English].

9. Rhodes, J. M., Subramanian, S., Laird, E., & Kenny, R. A. (2020). Editorial: low population mortality from COVID-19 in countries south of latitude 35 degrees North supports vitamin D as a factor determining severity. *Aliment Pharmacol Ther.* doi: 10.1111/apt.15777 [in English].
10. Garg, M., Al-Ani, A., Mitchell, H., Hendy, P., & Christensen, B. (2020). Editorial: low population mortality from COVID-19 in countries south of latitude 35 degrees North-supports vitamin D as a factor determining severity. Authors' reply. *Aliment Pharmacol Ther.* doi: 10.1111/apt.15796 [in English].
11. Palaodimos, L., Kokkinidis, D. G., Li, W., Karamanis, D., Ognibene, J., & Arora, S. (2020). Severe obesity is associated with higher in-hospital mortality in a cohort of patients with COVID-19 in the Bronx, New York. *Metabolism.* doi: 10.1016/j.metabol.2020.154262 [in English].
12. Simonnet, A., Chetboun, M., Poissy, J., Raverdy, V., Noulette, J., Duhamel, A. et al. (2020). High prevalence of obesity in severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 (SARS-CoV-2) requiring invasive mechanical ventilation. *Obesity (Silver Spring).* doi: 10.1002/oby.22831 [in English].
13. Bell, N. H. (1985). Vitamin D-endocrine system. *J Clin Invest*, 76 (1), 1-6 [in English].
14. Rafiq, S., & Jeppesen, P. B. (2018). Body Mass Index, Vitamin D, and Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 10 (9), 1182 [in English].
15. Bassatne, A., Chakhtoura, M., Saad, R., & El-Hajj Fuleihan, G. (2019). Vitamin D supplementation in obesity and during weight loss: A review of randomized controlled trials. *Metabolism*, 92, 193-205 [in English].
16. Darling, A. L., Ahmadi, K. R., Ward, K. A., Harvey, N. C., Alves, A. C., Dunn-Waters, D. K. et al. (2020). Vitamin D status, body mass index, ethnicity and COVID-19: Initial analysis of the first-reported UK Biobank COVID-19 positive cases (n 580) compared with negative controls (n 723). *MedRxiv.* doi: 10.1101/2020.04.29.20084277 [in English].
17. Hastie, C. E., Mackay, D. F., Ho, F., Celis-Morales, C. A., Katikireddi, S. V., & Niedzwiedz, C. L. (2020). Vitamin D concentrations and COVID-19 infection in UK Biobank. *Diabetes Metab Syndr*, 14 (4), 561-565 [in English].
18. D'Avolio, A., Avataneo, V., Manca, A., Cusato, J., De Nicol, A., Lucchini, R. et al. (2020). 25-Hydroxyvitamin D Concentrations Are Lower in Patients with Positive PCR for SARS-CoV-2. *Nutrients*, 12 (5), 1359 [in English].
19. De Smet, D., De Smet, K., Herroelen, P., Gryspeerdt, S., & Martens, G. A. (2020). Vitamin D deficiency as risk factor for severe COVID-19: a convergence of two pandemics. *MedRxiv.* doi: 10.1101/2020.05.01.20079376 [in English].
20. Loeb, M., Dang, A. D., Thiem, V. D., Thanabalan, V., & Wang, B., Nguyen N. B. (2019). Effect of Vitamin D supplementation to reduce respiratory infections in children and adolescents in Vietnam: A randomized controlled trial. *Influenza Other Respir Viruses*, 13 (2), 176-183 [in English].
21. Zhou, J., Du, J., Huang, L., Wang, Y., Shi, Y., & Lin, H. (2018). Preventive Effects of Vitamin D on Seasonal Influenza A in Infants: A Multicenter, Randomized, Open, Controlled Clinical Trial. *Pediatr Infect Dis J*, 37 (8), 749-754 [in English].
22. Aglipay, M., Birken, C. S., Parkin, P. C., Loeb, M. B., Thorpe, K., & Chen, Y. (2017). Effect of High-Dose vs Standard-Dose Wintertime Vitamin D Supplementation on Viral Upper Respiratory Tract Infections in Young Healthy Children. *JAMA*, 318 (3), 245-254 [in English].
23. *Sajt Vsemirnoj organizacii zdavoohranenija (VOZ) [World Health Organization (WHO) website]*. Retrieved from <https://www.who.int/ru/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019> [in Russian].
24. Prytul's'ka, N. V., Gulich, M. P., Motuzka, Ju. M. et al. (2018). *Enteral'na nutrytyvna pidtrymka naseleennja v umovah nadzvyčajnyh sytuacij [Enteral nutritional support of the population in emergency situations]*. Kyi'v: Kyi'vs'kyj nacional'nyj torgovel'no-ekonomichnyj universytet [in Ukrainian].

25. Kodish, S. R., Simen-Kapeu, A., Beauliere, J.-M., Ngnie-Teta, I., Jalloh, M. B., Pyne-Bailey, S. et al. (2019). Consensus building around nutrition lessons from the 2014–16 Ebola virus disease outbreak in Guinea and Sierra Leone. *Health Policy and Planning*. (Vol. 34). (Issue 2), (pp. 83-91). Retrieved from 10.1093/heapol/czy108 [in English].
26. Centers for Disease Control Prevention (CDC). *Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)*. Retrieved from <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/index.html> [in English].
27. *Detoksikacionnoe pitanie [Detox nutrition]*. (2012). T. T. Pilat (Ed.). Moscow: GJeOTAR-Media [in Russian].
28. Fedorova, D. V., Kravchenko, M. F., Karpenko, P. A., Medvedeva, A. A. et al. (2015). *Fundamental'nye i prikladnye aspekty sovremennyh jekologo-biologicheskikh issledovanij [Fundamental and applied aspects of modern ecological and biological research]*. Odessa: KUPRIENKO SV [in Russian].
29. Prytul's'ka, N., Karpenko, P., Kravchenko, M., Fedorova, D., Motuzka, Ju., Gnivevych, V. et al. (2017). Konceptual'ni zasady rozrobky produktiv dlja harchuvannja vijs'kovosluzhbovciv v ekstremal'nyh umovah [Conceptual principles of food development for servicemen in extreme conditions]. *ScienceRise*, 10 (39), 31-41 [in Ukrainian].
30. Fedin, A. I. *Oksydantnyj stres i zastosuvannja antyoksydantiv v nevrologii' [Oxidative stress and the use of antioxidants in neurology]*. Retrieved from <http://medic.ua/bolezni/oksidantnyy-stress-i-primenenie-antioksidantov> [in Ukrainian].
31. Ellis, E. How to keep Your Immune System Healthy. Eat Right. *Academy of Nutrition and Dietetics*. Retrieved from <https://www.eatright.org/health/wellness/preventing-illness/how-to-keep-your-immune-system-healthy> [in English].
32. Suzuki Yuichiro, J., & Shults, Nataliia V. (2019). Antioxidant Regulation of Cell Reprogramming. *Antioxidants*, 8 (8), 323. doi: 10.3390/antiox8080323 [in English].
33. Zheltova, A., Kharitonova, M., Iezhitsa, I., & Spasov, A. (2016). Magnesium deficiency and oxidative stress: an update. *Biomedicine (Taipei)*, 6 (4), 20. doi: 10.7603/s40681-016-0020-6 [in English].
34. Shahi, A., Aslani, S., Ataollahi, M., & Mahmoudi, M. (2019). The Role of Magnesium in Different Inflammatory Diseases. *Inflammopharmacology*, 27 (4), 649-661. doi: 10.1007/s10787-019-00603-7 [in English].