

ЖИРОРОЗЧИННІ ВІТАМІНИ: ФІЗІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ТА РОЛЬ У ЖИТТІ НАСЕЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

І.Т. Матасар, Л.М. Петрищенко, О.Г. Луценко

Державна установа "Національний науковий центр радіаційної медицини
Національної академії медичних наук України", м. Київ, Україна

РЕЗЮМЕ. У статті розглянуто значення жиророзчинних вітамінів, як засобу підвищення радіостійкості організму при несприятливих екологічних умовах, що склались внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Показана радіопротекторна роль есенціальних органічних сполук, які мають високу біологічну активність та сприяють функціонуванню організму у складних екологічних умовах. Недостатній вміст у раціоні вітамінів збільшує радіочутливість організму людини. Наведено дані про фактичний вміст вітамінів у раціонах харчування різних вікових груп населення (дорослого працездатного, дитячого, вагітних жінок із різних населених пунктів Іванківського району Київської області за 2004–2018 рр.), яке мешкає на територіях, забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС. Аналіз літератури та власно отриманих даних свідчать про те, що жиророзчинні вітаміни – це незамінні інгредієнти їжі, які регулюють біохімічні та фізіологічні процеси в організмі людини за рахунок активації обмінних та ферментативних реакцій, мають радіопротекторні властивості і повинні надходити до організму у достатній кількості у відповідності з віком та статтю. Особливо це стосується населення, яке постраждало внаслідок аварії на ЧАЕС. Результати досліджень показали, що дефіцит ретинолів та кальциферолів в організмі населення, яке мешкає в регіонах, постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС, обумовлений зміною традиційної структури раціонів харчування та вживанням фальсифікованих продуктів харчування, перед усім вершкового масла та твердих сирів. Не дивлячись на те, що середньодобовий раціон містить більш широкий асортимент продуктів, ніж у перші післяаварійні роки, рівень жиророзчинних вітамінів, зокрема вітаміну А (навіть з урахуванням β -каротину) та D, не відповідає фізіологічним потребам, що може викликати порушення обмінних процесів у різних органах і системах організму людини та призвести до зростання аліментарних та аліментарнозалежних захворювань.

Ключові слова: жиророзчинні вітаміни, фізіологічна роль вітамінів, дефіцит вітамінів, джерела вітамінів, рекомендоване добове споживання, населення екологічно небезпечних регіонів, аварія на Чорнобильській АЕС.

Вступ. У результаті техногенних катастроф всі живі організми планети Земля піддалися додатковому впливу іонізуючого випромінювання. З розвитком атомної енергетики та розширення сфер використання атомної енергії у біосферу надійшла велика кількість радіоактивних речовин, зокрема ^{137}Cs та ^{90}Sr . Наслідком цього є підвищення радіаційного фону довкілля. Біологічна дія іонізуючої радіації, особливо у малих дозах, і пошук захисних факторів – актуальна проблема, зокрема при плануванні фундаментальних медико-біологічних досліджень. В Україні це надзвичайно болюче питання, особливо після катастрофи на Чорнобильській АЕС, наслідками якої є втрата здоров'я, інвалідність не лише серед ліквідаторів аварії, але й населення, яке меш-

кає за межами радіоактивно забруднених територій країни.

Вивчення стану здоров'я населення радіаційно забруднених територій у віддалені після аварії на ЧАЕС роки свідчить про зв'язок змін, викликаних комплексним впливом негативних чинників, і перед усім, іонізуючої радіації [1-3].

Умови проживання населення екологічно небезпечних територій, які утворились після аварії, спричинили зміни у структурі харчування. Встановлено, що раціони населення деформовані за вмістом пластичних, енергетичних та каталітичних складових [4-6]. Така їжа не справляє модифікуючий вплив на прояви екзогенних чинників хімічної, фізичної та біологічної природи.

Серед шляхів надходження радіонуклідів до організму (інгаляційний, аліментарний та шкірний) саме харчовий має першочергове значення, адже через їжу людина тісно контактує з навколишнім середовищем. Оптимальність цього зв'язку залежить від біологічних, екологічних (природно-історичних) і соціально-економічних чинників.

Сучасна концепція радіозахисного харчування базується на максимально можливому зменшенні надходження радіонуклідів з їжею, гальмуванні процесів абсорбції та їхнього накопичення в організмі, а також на принципах раціонального харчування.

Науковими дослідженнями доведено, що раціональне, збалансоване за вмістом есенціальних нутрієнтів харчування справляє заощаджувачий вплив за дії токсикантів, у тому числі радіонуклідів аліментарного походження. Кількість захворювань, в основі виникнення яких є нестача мінеральних речовин та вітамінів, неупинно зростає [7-9]. Це наслідок вживання продуктів харчування низької якості, у тому числі забруднених антропогенами та контамінантами.

Щоб вирішити проблему мінімізації промислових навантажень на населення, яке мешкає на забруднених радіонуклідами територіях, необхідно знижувати рівень контамінації радіонуклідів у продуктах харчування та всмоктування токсикантів у травному тракті. Ці заходи реалізуються через забезпечення збалансованості раціону харчування і, перш за все, вітамінами-антиоксидантами.

Вітаміни – це незамінні для організму людини сполуки органічної природи. Залежно від розгалуження атомів у молекулі існує багато вітамерів одного і того ж вітаміну. На відміну від амінокислот, жирних кислот, мікроелементів тощо, вітаміни не є інгредієнтами, що беруть участь у пластичних процесах. Вони також не використовуються організмом у якості джерела енергії. Вітаміни беруть участь у регуляції обміну речовин, підвищують стійкість організму за дії антропогенів хімічного, фізичного та біологічного походження [10, 11]. Тому важливо для людей, які постраждали внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, вживати харчові продукти, що містять нутрієнти із радіопротекторними властивостями. До таких сполук відносяться вітаміни-антиоксиданти, зокрема жиророзчинні – А (ретинол), D (кальциферол), Е (токоферол). Дефіцит віта-

мінів порушує стійкість організму, а за дії іонізуючого опромінення цей процес підсилюється через інактивацію вітамінів радіацією.

Нині найбільш позитивно дієвими є такі лікувальні засоби, що містять комплекс фізіологічно активних речовин таких як: флавоноїди, каротиноїди, жиро- та водорозчинні вітаміни, які проявляють адаптогенні, імуномодельючі та антиоксидантні властивості у сукупності забезпечують підвищення радіорезистентності організму [12-15].

Метою дослідження є узагальнення відомостей про властивості, історію відкриття вітамінів, їх сучасну класифікацію, наведено джерела надходження до організму, добове споживання населенням різних вікових груп та їх значення для осіб, які постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС та проживають на екологічно небезпечних територіях.

Матеріали і методи. Використано такі матеріали і методи: проведено теоретичний аналіз та здійснено узагальнення даних літератури, проаналізовано фактичний вміст вітамінів у раціонах харчування різних вікових груп населення (дорослого працездатного, дитячого, вагітних жінок із різних населених пунктів Іванківського району Київської області), яке мешкає на територіях, забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС. При дослідженні використано анкетно-опитувальний, математичний та статистичний методи.

Вітамін А (лат. назва Retinolum) це каротиноїди, чи антиксерофтальмічні фактори об'єднані у групу близьких за хімічною будовою речовин, що проявляють подібну біологічну активність. Хімічна формула ретинолу $C_{20}H_{30}O$. До ретинолів відносяться: ретиналь (ретинен, альдегід вітаміну A_1), дегідроретинол (вітамін A_2) та ретиноева кислота. Провітаміни включають каротиноїди, які є метаболічними попередниками вітаміну А, найбільш важливим серед яких є β -каротин. Каротиноїди містяться в рослинах, а ретиноїди – у продуктах тваринного походження.

Найбільша кількість β -каротину міститься у моркві, де його концентрація залежить від сорту та пори року і коливається від 8 до 25 мг на 100 г продукту. Хорошим джерелом каротину є фрукти та овочі помаранчевого, жовтого та зеленого кольорів. До них відносяться:

– фрукти: яблуко, груша, персик, абрикос, алича, черешня, лимон, апельсин, манго, грейпфрут, хурма тощо;

- ягоди: малина, ожина, смородина, порічка, плоди шипшини тощо;
- овочі: морква, капуста броколі, солодкий перець, помідори тощо;
- баштанні культури: гарбуз, кавун, диня, кабачок тощо;
- бобові: горох, соя, квасоля тощо;
- трави: зелень петрушки, хміль, хвощ, бурячник, лимонник, кропива, шавлія, щавель, м'ята тощо.

Джерелом ретиноїдів є риб'ячий жир, печінка (особливо яловича), ікра риб, молоко, вершкове масло, сметана, сир, яечний жовток. Вітамін А депонується в печінці, також може накопичуватися в інших органах і тканинах організму.

Відкриття вітаміну А відбулося у 1913 р., коли дві групи вчених – Ельмер Макколлум і Маргарет Девіс із університету Віконсіна та Томас Осборн і Лафайет Мендель з Єльського університету, незалежно одна від одної, після серії досліджень дійшли висновку, що вершкове масло і жовток курячого яйця містять невідому, однак необхідну для нормальної життєдіяльності організму речовину. У 1931 р. швейцарський хімік Пауль Каррер описав хімічну структуру вітаміну А, за що у 1937 р. отримав Нобелівську премію з хімії. У цьому ж році американські хіміки Гаррі Ніколі Холмс і Рут Елізабет Корбет кристалізували цей вітамін. У 1946 р. Давид Адріан Ван Дорп і Йозеф Фердинанд Аренс синтезували штучний вітамін А, а Отто Іслер у 1947 р. розробив метод

його промислового виробництва [16].

Середня добова потреба вітаміну А для дорослої людини становить: для чоловіків – 900 мкг, для жінок – 700 мкг. Верхній допустимий рівень споживання для дорослих становить 3000 мкг на добу (табл. 1) [17, 18]. При надлишковому надходженні до організму проявляє токсичність.

При надходженні до організму вітамін А депонується в печінці у вигляді ефіру пальмітинової кислоти. Депо прийнято вважати достатнім, якщо воно містить вітамін А не менше 20 мкг/г тканини печінки новонародженого і 270 мкг/г тканини печінки у дорослого.

Вміст вітаміну А в печінці, як і його рівень у плазмі крові, є показником забезпеченості організму ретинолом. При рівні менше 10 мкг/дл. крові людини діагностується гіповітаміноз. У доношеній новонародженій дитині запасів вітаміну А вистачає на 2–3 місяці після черевного розвитку [19, 20].

Наукові дослідження за останні роки показали, що крім відомої ролі у забезпеченні процесів зору (фоторецепція – фоточутливий пігмент родопсин, розміщений на зовнішньому сегменті паличок сітківки відповідає за сутінкової зір), вітамін А та його похідні необхідні для нормального перебігу репродуктивних процесів, ембріонального розвитку, функціонування імунної системи, є ефективними терапевтичними агентами при лікуванні різних захворювань [21–24].

Таблиця 1

Рекомендоване добове споживання ретинолу

Вікова категорія	Норма споживання, мкг/добу	Верхня допустима межа споживання, мкг/добу
Новонароджені	400 (0–6 міс.), 500 (7–12 міс.)	(0–12 міс.) 600
Діти	300 (1–3 роки), 400 (4–8 років)	600 (1–3 роки), 900 (4–8 років)
Чоловіки	600 (9–13 років), 900 (14– > 70 років)	1700 (9–13 років), 2800 (14–18 років), 3000 (19– > 70 років)
Жінки	600 (9–13 років), 700 (14– > 70 років)	1700 (9–13 років), 2800 (14–18 років), 3000 (19– > 70 років)
Вагітні жінки	750 (< 19 років), 770 (19– > 50 років)	2800 (< 19 років), 3000 (19– > 50 років)
Жінки, які годують немовлят груддю	1200 (< 19 років), 1300 (19– > 50 років)	2800 (< 19 років), 3000 (19– > 50 років)

Існують дані про антипроліферативну дію ретинолу та можливість його застосування при лікуванні онкологічних захворювань [25–28].

Відомо, що ретинол проявляє антиоксидантну властивість за дії на організм несприятливих екологічних чинників, підвищеної фізичній і емоційній активності. При тривалих захворюваннях організму вільнорадикальне окислення активується, захисна антиоксидантна система не справляється з нейтралізацією вільних радикалів, що призводить до розвитку синдрому пероксидації [29, 30, 31].

Нашими багаторічними дослідженнями, проведеними серед населення різних вікових груп, які мешкають на екологічно небезпечних внаслідок аварії на ЧАЕС територіях України, встановлено, що фактичне споживання вітаміну А вагітними жінками становило 39,6 % від фізіологічної потреби. Щодо інших вікових груп дорослого населення, то споживання ретинолу задовольняло фізіологічні потреби лише на 19,8 %. [32, 33].

Вміст ретинолу в харчуванні дітей, які мешкають в екологічно небезпечних регіонах України, задовольняв від 40,0 до 60,0 % фізіологічної потреби (табл. 2) [34].

При цьому, вміст β -каротину у раціонах дорослого населення коливався від 43,3 до 49,2 % від рекомендованих величин, а дітей – від 69,3 до 85,3 % відповідно.

Незадовільний вміст ретинолу в раціонах пов'язаний із недостатнім вживанням таких продуктів як молоко, риба, печінка (особливо яловича), а β -каротину (в організмі людини перетворюється на вітамін А, його А-вітамінна активність становить 1/6 активності вітаміну А) таких овочів як морква, капуста броколі, перець; зелень – петрушка, кріп; фрукти та ягоди – абрикоси, персики, хурма, порічка, малина, смородина.

Вітамін D (лат. назва *Calciferolum*) – жиророзчинний вітамін. Хімічна формула –

$C_{28}H_{44}O$. CAS:50-14-6. Це група вітамінів, об'єднаних під загальною назвою кальциферолі: D_1, D_2, D_3, D_4, D_5 . При цьому, тільки вітаміни D_2 та D_3 мають важливе біологічне значення для організму людини. Вітамін D_2 (ергокальциферол) ми отримуємо лише з їжею, а D_3 (холекальциферол) синтезується у шкірі нашого організму під впливом ультрафіолетових променів. Вітамін D_1 (7DHC, холестерол) є попередником вітаміну D. Вітамін D_4 ($25(OH)D_3$, кальцидол) – депо- та транспортна форма, яка сприяє встановленню рівня вітаміну D у крові. Вітамін D_5 ($1,25(OH)D_3$, кальцитриол) за участю паратгормону перетворюється на активну форму 1,25-ОН-дигідрокси-холекальциферол (кальцитриол) [35, 36, 37].

Історія відкриття вітаміну D починається з давніх часів і пов'язана із таким захворюванням як рахіт. Перші спогади про це захворювання зустрічаються у працях Сорана Ефеського (98–138 рр. н. е.) та Галена (131–211 рр. н. е.). Проте клінічний опис рахіту зробив лише у 1650 році англійський ортопед Ф. Гліссон [38].

Фундаментальні дослідження з вивчення проблем рахіту та пошуків шляхів його лікування провів Ельмер Макколум на початку 20-х років ХХ століття. Меланбі Е. використовував у своїй роботі компонент риб'ячого жиру, який проявляв антирахітичну дію. З часом було запропоновано: використаний у експерименті компонент риб'ячого жиру віднести до класу вітамінів [39, 40].

Американський біохімік Гаррі Стенбок своїми дослідженнями довів, що вживання опроміненої ультрафіолетом їжі збільшує вміст вітаміну D в організмі [41].

Декількома роками пізніше німецький біохімік Адольф Віндаус відкрив дегідрохолестерол – попередник вітаміну D, за що йому у 1928 р. була вручена Нобелівська премія з хімії. Згодом була встановлена і структура

Таблиця 2

Вміст ретинолу у раціонах харчування дітей (мг/добу, %)

Вік, роки							
10		11		12		13	
фактичне споживання	% від норми	фактичне споживання	% від норми	фактичне споживання	% від норми	фактичне споживання	% від норми
0,4	57,1	0,5	50,0	0,6	60,0	0,4	40,0

активного вітаміну D₃ [42].

Оскільки це був четвертий за рахунком вітамін, відкритий науковцями, то його й позначили четвертою буквою латинського алфавіту – D [16].

Після відкриття у 1919 р. німецьким лікарем Куртом Гульдчинським ртутнокварцової лампи, вітамін D стали називати "вітамін сонця". Опромінення ультрафіолетом з того часу широко застосовують у медичній практиці, зокрема для профілактики авітамінозу D в організмі людини у зимово-весняний період.

Вітамін D є основною складовою для забезпечення росту і нормального розвитку кісткової системи і попередження таких захворювань, як рахіт та остеопороз [43–47].

За останні роки виявлено, що недостатність вітаміну D асоціюється також із збільшенням маси тіла, цукровим діабетом, гіпертонією, венозною тромбоемболією, розсіяним склерозом, послабленням імунітету, аутоімунними порушеннями, збільшенням ризику розвитку ряду пухлин тощо [48–54].

За допомогою вітаміну D регулюється кальцієвофосфорний обмін в організмі. Він сприяє утриманню і відкладанню кальцію в кістковій тканині, що, у свою чергу, перешкоджає їх розм'якшенню або остеомалачії. Цей вітамін стимулює засвоєння в організмі магнію та фосфору, підсилюючи проникнення мінералів через кишковий епітелій. Кальциферол підсилює транскрипцію РНК і ДНК, чим попереджує розвиток спадкових захворювань, підвищує опірність організму до інфекцій та підтримує силу м'язів.

Використовують вітамін D і при комплексному лікуванні розсіяного склерозу. Так, завдяки властивості стимулювати засвоєння магнію і кальцію, кальциферол відновлює захисну оболонку нервів, а також запобігає розвитку ракових клітин, тому використовується при лікуванні лейкемії, раку передміхурової залози, яєчників, жіночих молочних залоз та головного мозку.

Дефіцит вітаміну D може виникнути через захворювання печінки, порушення виділення жовчі (печінкова недостатність, механічна жовтяниця тощо). Надходження вітаміну D з їжею є життєво необхідним. Добова потреба (RDA) для здорових осіб у віці від 1 до 70 років (включаючи вагітних і жінок, які годують немовлят грудним молоком) становить 15 мкг або 600 МО (міжнародних одиниць).

Кальциферол розчинний в жирах, тому як й

інші жиророзчинні вітаміни, має властивість накопичуватися в жировій тканині. Запаси вітаміну D, відкладені організмом впродовж літнього періоду, поступово витрачаються у зимовий період року.

Епідеміологічні дослідження показали, що більшість як дорослого, так і дитячого населення, у тому числі й ті, які проживають на забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС територіях, страждають на гіповітаміноз D. Його дефіцит досягає 83–96 % [55–57].

Відомо, що при порушенні засвоєння кальцію через нестачу вітаміну D розміри прищитоподібної залози збільшуються (гіперплазія) аж до формування доброякісної (рідко злоякісної) пухлин. Коли її функція порушується, може виникати первинний або третинний гіперпаратиреоз [58, 59].

За результатами наших досліджень встановлено, що вміст кальциферолу у раціонах харчування обстежених вагітних жінок, які мешкають у екологічно небезпечних внаслідок аварії на ЧАЕС регіонах, становив 0,84 мкг/добу, що задовольняло фізіологічні потреби на 16,8 %. Щодо інших категорій дорослого населення, то їх забезпеченість вітаміном D становила 1,51 та 1,37 мкг/доба, або 60,1 та 55,4 % від фізіологічної потреби відповідно для чоловіків та жінок.

У раціонах дітей також бракує вітаміну D незалежно від місця проживання та періоду дослідження. Так, у обстежених хлопчиків десятирічного віку дефіцит вітаміну D становив 72,9 %; у хлопчиків 11 років – 65,8 %; у дванадцяти та тринадцятирічних – 68,9 % та 76,2 % відповідно [32, 33, 34].

Низький вміст кальциферолу може бути спричинений низькою інсоляцією та недостатнім вживанням таких продуктів як риба (особливо морська), ікра морських риб, молоко, сир (твердих сортів) та печінка.

Поширеність дефіциту вітаміну D залежить також від сезонних змін і географічної широти. Нестача в організмі зростає наприкінці зимово-весняного періоду і знижується влітку. Збільшення кута сонцестояння взимку, вранці або пізно ввечері є причиною більш довгого шляху сонячних В-фотонів ультрафіолету через озоновий шар, який їх поглинає. Тому населення території, у тому числі і північні регіони України, які знаходяться за межами високої сонячної інсоляції, повинні взимку вживати профілактичну дозу вітаміну D [60–63].

Призначення вітаміну D з метою профілакти-

ки захворювань серед осіб віком від 18 до 50 років має відповідати дозі не менше 600–800 МО на добу, для вагітних – 900–1200 МО, для дітей – 400–600 МО відповідно [18, 64, 65].

До раціону для його збагачення на вміст вітаміну D слід додавати тверді сири, ікру, яєчний жовток, печінку, морську рибу жирних сортів, риб'ячий жир, вершкове масло та незбиране молоко.

Вітамін Е (лат. назва *Tocopherolum*). Токоферолі (від давньогрецького τόκος – родовий, чи той, що сприяє народженню дітей) включають групу природних сполук, похідних від токола (α , β -, γ -токоферолі). Хімічна формула токоферолу $C_{29}H_{50}O_2$. Найважливішими біологічно активними сполуками є токоферолі і токотрієнолі.

Вітамін Е відкрили у 1922 р. науковці Каліфорнійського університету Герберт Еванс і Кетрін Скотт. У 1936 р. α -токоферол був вперше виділений групою вчених під керівництвом Г. Еванса, а у 1938 р. вітамін був синтезований хімічним способом [16].

Недостатність токоферолу дуже поширена явище [57, 66]. Глибокий гіповітаміноз зустрічається рідко, переважно у недоношених дітей (проявляється гемолітична анемія).

Вітамін Е – універсальний протектор клітинних мембран від окислювального ушкодження. При цьому токоферол посідає таке поло-

ження в мембрані, яке перешкоджає контакту кисню з ненасиченими ліпідами мембран (утворює гідрофобні комплекси), і таким чином, оберігає біомембрани від їхньої перекисної деструкції.

Найбільше вітамін Е депонується у гіпофізі, сім'яниках та наднирниках. Токоферолі сприяють інактивації в організмі вільних радикалів [18, 67-69].

Вітамін Е – природний фактор захисту поліненасичених жирних кислот від окиснення. Він впливає на функцію статевих та ендокринних залоз. Найбільш сприятливу радіопротекторну дію має поєднання вживання токоферолу разом з ретинолом та аскорбіною кислотою.

Вітамін Е можна отримувати з продуктами харчування, які наведені в табл. 3.

Відомо, що помідори багаті лікопеном, β -каротином та вітаміном Е, тобто активними антиоксидантами, що інактивують вільні радикали, а також уповільнюють розвиток атеросклерозу. Ці речовини є ефективними при лікуванні хворих з гіпертензією [70].

Для дорослих разова профілактична доза вітаміну Е становить у середньому 100 мг, разова вища доза – 400 мг; добова середня доза – 200 мг, вища добова доза – 1000 мг. Вітамін Е у дозі 100 мг можна призначати дітям після 12 років [18].

Таблиця 3

Вміст токоферолу у продуктах тваринного і рослинного походження

Продукти рослинного походження	Вміст вітаміну, мг/100 г	Продукти тваринного походження	Вміст вітаміну, мг/100 г
Арахіс	< 9,3	Китовий жир	< 32
Горох свіжий	< 9	М'ясо куряче	< 0,25
Гречка	< 7	Лосось	< 3,6
Зародки пшениці	< 400	Вершкове масло (80%)	< 2,4
Картопля	< 3,5	Омар	< 1,5
Макарони	< 2	Печінка яловича	1,62
Мигдаль	< 27	Сало свиняче	< 2,7
Масло оливкове	< 7	Свинина відбивна	< 0,74
Олія соняшникова	< 70	Оселедець	< 2,5
Олія соєва	< 160	Сири тверді	< 0,6
Салат листовий, шпинат	< 8	Яйце куряче	< 3

За нашими дослідженнями, норма споживання токоферолу вагітними жінками, які мешкають у екологічно небезпечних регіонах України, становила 14,9 мг/добу, що забезпечувало фізіологічну потребу. Дорослі фертильного віку вживали: чоловіки – 14,6 мг/добу; жінки – 15,1 мг/добу, що цілком забезпечувало фізіологічну потребу.

Щодо дітей, то за нашими даними, споживання токоферолу було дещо вищим від фізіологічних потреб (табл. 4).

Споживання дорослим населенням таких продуктів як рослинна олія, вершкове масло та куряче м'ясо забезпечувало фізіологічну потребу у вітаміні Е. Щодо дітей, то споживання ними вершкового масла, сметани, рослинної олії та яєць перевищувало рекомендовані величини, що позначилось і на вмісті вітаміну Е у раціонах зазначеної категорії дітей (табл. 4) [32-34].

Вітамін К (лат. назва Phytomenadionum). Термін вітамін К використовується для 2-метил-1,4-нафтохінона та всіх його похідних. Хімічна формула вітаміну $C_{31}H_{46}O_2$. Він відіграє значну роль в обміні речовин у кістках і в сполучній тканині, а також сприяє роботі нирок. Цей вітамін бере участь у засвоєнні кальцію та забезпечує взаємодію кальцію і вітаміну D. Дослідженнями доведено, що вітамін К і вітамін D при сумісному використанні суттєво уповільнюють втрату кальцію кісткової тканини, перешкоджають остеопорозу, зростанню переломів кісток, а також перешкоджають склерозуванню артерій [71-73].

На теперішній час нам відомі два вітаміни, які віднесені до Phytomenadionum – це виділений із люцерни K_1 та речовина, виділена із гниючого риб'ячого борошна – K_2 . Ряд бактерій, зокрема кишкова паличка, здатні у товстому кишківнику людини, за певних умов, синтезувати вітамін K_2 [18].

Окрім природних вітамінів (K_1 та K_2), відомо ряд похідних нафтохінонів, одержаних син-

тетичним шляхом, що теж проявляють антигеморагічну дію. До них відносяться такі сполуки як вітамін K_3 (2-метил-1,4-нафтохінон), вітамін K_4 (2-метил-1,4-нафтогідрохінон), вітамін K_5 (2-метил-4-аміно-1-нафтогідрохінон), вітамін K_6 (2-метил-1,4-діамінонафтохінон), вітамін K_7 (3-метил-4-аміно-1-нафтогідрохінон) [74, 75].

Про вітамін К стало відомо в 1929 р. завдяки датському вченому Хенріку Дам, який досліджував зміни в організмі курчат, що вживали позбавлену на холестерин дієту. Науковець спостерігав, що через декілька тижнів у піддослідних тварин відбувався крововилив у підшкірну клітковину, м'язи та інші тканини організму. Додавання очищеного холестерину не усувало патологічних змін. Виявилось, що цілющий ефект мають зерна злаків та інші рослинні продукти. Разом з холестерином з продуктів були виділені речовини, які також сприяли підвищенню згущення крові [76]. За цією групою речовин закріпилася назва вітаміни К. Перше повідомлення про ці сполуки було зроблено в німецькому журналі, де їх назвали вітамінами коагуляції (Koagulations vitamin).

У 1939 р. у лабораторії швейцарського вченого П. Каррер вперше вітамін К був виділений із люцерни, і тоді його назвали філохінон. У тому ж році американські біохіміки С. Бінклей і Е. Дойзі отримали із гниючого риб'ячого борошна речовину, що проявляла антигеморагічну дію, але з іншими властивостями, ніж сполука, виділена з люцерни. Ця речовина отримала назву вітамін K_2 , на відміну від вітаміну, виділеного з люцерни, названого вітаміном K_1 [77].

У 1943 р. Х. Дам і Е. Дойзі отримали Нобелівську премію за відкриття і встановлення хімічної структури вітаміну К.

Вітамін К широко розповсюджений у природі, основним джерелом якого є зелені листові овочі, такі як шпинат, різні види капусти: білокачанна, цвітна, брюссельська, броколі.

Таблиця 4

Вміст токоферолу у раціонах харчування обстежених дітей (мг/добу, %)

Вік, роки							
10		11		12		13	
фактичне споживання	% від норми	фактичне споживання	% від норми	фактичне споживання	% від норми	фактичне споживання	% від норми
12,1	121,0	15,4	118,5	15,8	121,5	14,7	113,1

Значна його кількість міститься у зеленому чаї, у листках кропиви дводомної, у петрушці, в сої та продуктах її переробки, висівках злаків, гарбузі, авокадо та деяких фруктах – ківі, банани, а також у продуктах тваринного походження – м'ясі, молоці і молочних продуктах, яйцях [78–81].

Вітамін К у печінці стимулює синтез протромбіну, проконвертину та інших факторів, які сприяють згортанню крові, що призводить до підвищення стійкості стінок судин, підтримує синтезу АТФ креатинфосфатази та інших ферментів, також є одним із компонентів біологічних мембран клітини і активно впливає на її структурні та функціональні властивості [82, 83].

В останні роки велика увага приділяється нейропротекторній функції вітаміну К [84–87]. Дефіцит вітаміну К у людини при нормальних умовах практично не виникає – мікрофлора кишківника постійно його продукує у невеликих кількостях.

Вітамін К є жиророзчинним вітаміном, тому для його засвоєння необхідно, щоб у кишківнику знаходилась достатня кількість жирів та жирних кислот.

Гіповітаміноз К частіше всього виникає при порушенні жирового обміну і секреції жовчі у кишківнику. Зазвичай це відбувається при гепатитах або цирозі печінки. У дітей раннього віку недостатність вітаміну К проявляється у вигляді геморагічної хвороби новонароджених, що пов'язане з функціональною незрілістю жовчовивідної системи, порушенням процесів всмоктування жирів і, як наслідок цього – дефіцитом вітаміну [88].

Vitamin K metabolism: Current knowledge and future research / D.J. Card., R. Gorska, J. Cutler, D.J. Harrington // *Mol. Nutr. Food Res.* – 2014. – Vol. 58. – P. 1590–160

Vitamin K metabolism: Current knowledge and future research / D.J. Card., R. Gorska, J. Cutler, D.J. Harrington // *Mol. Nutr. Food Res.* – 2014. – Vol. 58. – P. 1590–160

Vitamin K metabolism: Current knowledge and future research / D.J. Card., R. Gorska, J. Cutler, D.J. Harrington // *Mol. Nutr. Food Res.* – 2014. – Vol. 58. – P. 1590–160

Vitamin K metabolism: Current knowledge and future research / D.J. Card., R. Gorska, J. Cutler, D.J. Harrington // *Mol. Nutr. Food Res.* – 2014. – Vol. 58. – P. 1590–160

Vitamin K metabolism: Current knowledge and future research / D.J. Card., R. Gorska,

J. Cutler, D.J. Harrington // *Mol. Nutr. Food Res.* – 2014. – Vol. 58. – P. 1590–160

Рекомендована добова потреба вітаміну К для різних вікових груп населення України – від 100 до 110 мкг/добу для дорослих, від 55 до 65 мкг/добу для людей похилого віку і від 5 до 65 мкг/добу для дітей (табл. 5) [89].

Для кращого засвоєння організмом жиророзчинних вітамінів бажано вживати різні жири у кількостях відповідно до віку та фізіологічної потреби. Дослідження вітамінної забезпеченості людини має важливе діагностичне значення. З цією метою визначають вміст вітамінів та продуктів їх обміну у біологічних об'єктах, досліджують активність ферментів, до складу яких входить вітамін, а також інші біохімічні та фізіологічні показники. Також важливо мати свідчення про фактичне харчування населення різних вікових груп. Для кількісного визначення вмісту вітамінів використовують різні колориметричні, спектрофотометричні та флюорометричні методи, а також дані, отримані методом рідинної хроматографії, що дозволяє найбільш об'єктивно і точно визначити вміст вітамінів в організмі [90–94].

Споживання продуктів харчування, вирощених на території України, не забезпечує фізіологічних потреб у вітамінах та інших есенціальних нутрієнтах [95].

Необхідно зазначити, що у світі понад 2 мільярди осіб не отримують достатньої кількості вітамінів та мікроелементів. Існує ціла низка проблем, пов'язаних з дефіцитом в організмі людей вітамінів і мінералів. Це передусім стосується населення, яке постраждало внаслідок аварії на ЧАЕС, адже одним із найбільш ефективних факторів захисту населення від негативної дії іонізуючого опромінення є раціональне, збалансоване за вмістом есенціальних нутрієнтів харчування, яке забезпечує надходження до організму з продуктами харчування всіх необхідних харчових та біологічно активних речовин, що, у свою чергу, стимулює захисно-адаптаційні механізми.

Фортифікація продуктів харчування – це збільшення вмісту незамінних нутрієнтів у певному продукті, що сприяє збалансованості їжі, покращенню її якості та профілактиці аліментарних та аліментарнозалежних захворювань. Для вирішення цієї проблеми у ряді країн проводять фортифікацію продуктів харчування. При цьому виробники харчових продуктів додають такі вітаміни як А, D, Е, фолієву кис-

Таблиця 1

Рекомендоване добове споживання ретинолу

Вікова категорія	Вік	Добова потреба у вітаміні К, мкг
Новонароджені	до 6 місяців	5 – 8
Новонароджені	7 – 12 місяців	10
Діти	1–3 роки	15
Діти	4 –6 років	20 – 25
Діти	7 –13 років	30 – 45
Підлітки	14 –17 років	55 – 65
Дорослі	18 років і старші	100 – 110
Люди похилого віку	60 років і старші	55 – 65

лоту, а також мікронутрієнти: залізо, йод, цинк тощо до багатьох продуктів широкого вжитку (олійножирові, молочні, борошно, цукор, сіль тощо) [96-98].

Окрім того, на ринки України через відсутність належного контролю потрапляють фальсифіковані продукти, зокрема вершкове масло, сметана, тверді сири тощо з великим вмістом рослинних жирів, які небажано споживати людям, зокрема з екологічно небезпечних регіонів [99, 100].

Висновки:

1. Аналіз даних літератури та власно отриманих показників свідчать, що жиророзчинні вітаміни – це незамінні інгредієнти їжі, які регулюють біохімічні та фізіологічні процеси в організмі людини за рахунок активації обмінних та ферментативних реакцій, мають радіопротекторні властивості та повинні надходити до організму у достатній кількості відповідно

до віку та статі. Особливо це стосується населення, яке постраждало внаслідок аварії на ЧАЕС.

2. Результати наших досліджень показали, що дефіцит ретинолів та кальциферолів в організмі населення, яке мешкає в регіонах, постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС, обумовлений зміною традиційної структури раціонів та вживанням фальсифікованих продуктів харчування, перед усім, вершкового масла та твердих сирів.

3. Незважаючи на те, що середньодобовий раціон містить більш широкий асортимент продуктів, ніж у перші післяаварійні роки, рівень жиророзчинних вітамінів, зокрема вітаміну А (навіть із вживанням β-каротину) та D, не відповідає фізіологічним потребам, що спричиняє погіршення обмінних процесів у різних органах і системах організму людини та може призвести до зростання аліментарних та аліментарнозалежних захворювань.

ЛІТЕРАТУРА

1. Медичні наслідки аварії на Чорнобильській атомній електростанції / за ред. О.Ф. Возіанова, В.Г. Бебешка, Д.А. Базики. — Київ: ДІА, 2007. — 800 с.
2. Чернобыльская катастрофа и здоровье детей / Е.И. Степанова, В.Ю. Вдовенко, В.Г. Кондрашева, И. Е. Колпаков // Новая медицина тысячелетия. – 2010. – № 4. – С. 18–22.
3. Романенко А.Ю., Стан здоров'я дітей, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи (за даними 20-річних спостережень) / А.Ю. Романенко, Є.І. Степанова // Журн. АМН України. 2006. — Т. 12, № 2. — С. 296–306.
4. Нутриціологічна характеристика фактичного харчування населення, яке проживає на забруднених радіоактивними речовинами територіях / І. Т. Матасар, В. І. Ципріян, В. І. Матасар, А. А. Мишковська // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології [зб. наук. праць]. – 2006. — Вип. 12. — С. 78–83.
5. Фактичне харчування вагітних жінок, які народились та проживають в регіонах, потерпілих від аварії на Чорнобильській АЕС / І. Т. Матасар, Л. А. Горчакова, В. І. Матасар [та ін.] // Проблеми харчування. – 2007. – № 4. – С. 24–27.

6. Внутрішнє опромінення вагітних як негативний чинник у формуванні есенціальних дефіцитів / В. І. Матасар, В. Г. Бебешко // Фітотерапія : здобутки і перспективи : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 20–21 квітня 2012, Ужгород, 2012. — С. 254–258.
7. Мурашко В.О., Рациональне, лікувально-профілактичне та лікувальне харчування як засіб радіаційного захисту на сучасному етапі ліквідації наслідків чорнобильської аварії / В.О. Мурашко, Л.В. Руцак // Радіологічний вісник. – 2014. – № 2. – С. 28–29.
8. Корзун В.Н. Пища и экология / В.Н. Корзун, Л.Ф. Щелкунов, М.С. Дудкин – О.: Опиум, 2000. – 517 с.
9. Смоляр В.И. Ионизирующая радиация и питание / В.И. Смоляр – Київ : Здоров'я, 1992. –176 с.
10. О роли витаминов А и Е в профилактике биологических эффектов ионизирующего излучения в различных тканях / А.В. Паранич, А. Консесао де, А.В. Бугай // Радиобиология. – 1992. – Т. 2, № 3. – С. 743.
11. Циприян В.И. Витамины в профилактике радиационных поражений / В.И. Циприян, Т.И. Анистратенко, М.М. Коршун // Рациональное питание. – 1991. – № 26. – С. 68–70.
12. Пересичний М. І. Наукове обґрунтування та розробка технологій продуктів громадського харчування радіозахисної дії : Автореф. дис.. д-ра техн. наук : 05.18.16. Київ. держ. торг.-екон. ун-т. Київ, 1999. – 35 с.
13. Мурашко В.О. Радіозахисна дія харчової композиції, що містить детоксиканти, декорпорантний антиоксиданти / В.О. Мурашко, Л.В. Руцак //Військ. Медицина України. 2003. – № 1/2. – С. 104–107.
14. Буднікова Т.М. Використання вета-каротину при екозалежних патологіях / Т.М. Буднікова, О.П. Савицький // Гигиена населенных мест. Киев, 2000. – Вып. 36. – С. 183–189.
15. Растительные пищевые добавки – блокаторы и декорпоранты радионуклидов / В.Н. Корзун, В.И. Сагло, Л.Ф. Щелкунов [и др.] // Довкілля та здоров'я. –2002. – № 2. – С. 38–41
16. Кудряшов Б.А. Биологические основы учения о витаминах / Б.А. Кудряшов – М.: Сов. Наука, 1948. – 544 с.
17. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации : Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08Б, 41 с.
18. Ребров В.Г. Витамины, макро- и микроэлементы / В.Г. Ребров, О.А. Громова – М.: ГЭ-ОТАР-Медиа, 2008. – 960 с.
19. Савченко О.В. Содержание микроэлементов в крови городских детей с диффузным нетоксическим зобом / О.В. Савченко, П.А. Тюпелев, С.С. Гололобова // Гигиена и санитария. – 2010. – № 1. – С. 27–29.
20. В'юницька Л.В. Гіпотези щодо механізму дії вітаміну А / Л.В. В'юницька, К.О. Паливода // Український медичний часопис. – 2006. – № 3(53). – С. 33–38.
21. Кашкалда Д.А. Роль витамина А в функционировании щитовидной железы у подростков / Д.А. Кашкалда, Ю.В. Волкова, С.И. Турчина // Український журнал дитячої ендокринології. – 2014. – № 3. – С. 31–35.
22. Zimmermann M.B. Intetactions of vitamin A and iodine deficiencies: effects on the pituitary-thyroid axis / M.B. Zimmermann // Int. J. Vitam. Nutr. Res. – 2007. – V. 77, № 3. – P. 236–240.
23. Silva A.C. Retinoic acid effects on throid function of female rats / A.C. Silva, M.P. Marassi, M. Muhlbauer // Life Sci. – 2009. – V. 84, № 19–20. – P. 673–677.
24. Hess S.Y. The impact of common micronutrient deficiencies on iodine and thyroid metabolism: the evidence from human studies / S.Y. Hess // Best Pract. Res. Clin Endocrinol. Metab. – 2010. – V. 24, № 1. – P. 117–132.
25. Влияние ретиноидов на развитие и рост экспериментальных опухолей / Ю.И. Афанасьев, В.И. Ноздрин, О.И. Михайлов [и др.] // Вопросы онкологии. – 1983. – № 3. – С. 77–81.
26. Ретиноїди та канцерогенез / Л. В. В'юницька, Л. О. Чернухіна, С. В. Четиркін [та ін.] // Онкологія. – 1999. – № 1. – С. 25–28.
27. All-trans retinoic acid as a differentiation therapy for acute promyelocytic leukemia / S. Castaigne, C. Chomienne, M. Daniel [at all.] // I. Clinical results. Blood. – 1990. – V. 76(9). – P. 1704–1709.
28. Молчанов О.Е. Правильное питание при онкологических заболеваниях / О.Е. Молчанов – СПб, 2004. – 78 с.
29. Окислительный стресс. Прооксиданты и антиоксиданты / Е.Б. Меньшикова, В.З. Ланкин, Н.К. Зенков [и др.] – М. : Слово, 2006. – 556 с.
30. Спиричев В.Б. Что могут и не могут витамины / В.Б. Спиричев – М., 2003. – 287 с.
31. Finaud J. Oxidative stress : relationship with exercise and training / J. Finaud, G. Lac, E. Filaire // Sports Med. – 2006. – V. 36, №4. – P. 327–358.

32. Нутріціологічна характеристика харчування вагітних жінок, які мешкають на радіоактивно забруднених територіях України / І.Т. Матасар, В.І. Матасар, Л.А. Горчакова, Л.М. Петрищенко, О.Г. Луценко // Науковий вісник Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця. – 2010. – № 2–3. – С. 62–68.
33. Мікронутрієнти як чинники розвитку преморбідних та морбідних станів у населення, що мешкає на радіоактивно забруднених територіях / І.Т. Матасар, Л.А. Горчакова, Л.М. Петрищенко, В.І. Матасар // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. – 2007. – Вип. 13. – С. 239–245.
34. Корекція есенціальних нутрієнтних дефіцитів серед дітей та підлітків як засіб профілактики аліментарних та аліментарно залежних станів / І.Т. Матасар, В.І. Берзін, В.І. Матасар, О.Г. Луценко // Семейная медицина. – 2014. – № 2(52). – С. 139–142.
35. Коденцова В.М. Пищевые продукты, обогащенные витаминами и минеральными веществами: их роль в обеспечении организма микронутриентами / В.М. Коденцова, О.А. Вржесинская // Вопросы питания. – 2008. – № 4. – С. 16–25.
36. Захарова И.Н. Известные и неизвестные эффекты витамина D / И.Н. Захарова, С.В. Яблочкова, Ю.А. Дмитриева // Вопросы современной педиатрии. – 2013. – Том 12, № 2. – С. 2–7.
37. Moore C. Vitamin D intake in the United States / C. Moore, M.M. Murphy, D.R. Keast, M.F. Holick // J. Am. Diet. Assoc. – 2004. – V. 104, № 6. – P. 980–983.
38. Francis R.M. Osteomalacia / R.M. Francis, P.L. Selby // Baillieres Clin. Endocrinol. Metab. – 1997. – V. 11, № 1. – P. 145–163.
39. An experimental demonstration of the existence of a vitamin which promotes calcium deposition / E. V. McCollum, N. Simmonds, J. E. Becker [et al.] // J. Biol. Chem. – 1922. – V.53. – P. 293–298.
40. Mellandy E. An experimental investigation on rickets / E. Mellandy // Lancet. – 1919. – V. 1. – P. 407–412.
41. Steenbock H. The induction of growth promoting and calcifying properties in a ration by exposure to light / H. Steenbock // Science. – 1924. – V.60. – P. 224–225.
42. Uber das antirachitisch wirksame Bestrahlungprodukt aus 7-dehydrocholesterin. (Concerning the antirachitic activity of the irradiation product of 7-dehydrocholesterol) / A. Windaus, F. Schenck, F. von Werder [et al.] // Physiol. Chem. – 1936. – V.241. – P.100–103.
43. Rackoff P.J. Pathogenesis and treatment of glucocorticoid-induced osteoporosis / P.J. Rackoff, C.J. Rosen // Drugs Aging. – 1998. – V.12, № 6. – P. 477–484.
44. Коровина Н.А. Современные представления о физиологической роли витамина D у здоровых и больных детей / Н.А. Коровина, И.Н. Захарова, Ю.А. Дмитриева // Педиатрия. – 2008. – Т. 87, № 4. – С. 124–130.
45. Струков В.И. Рахит и остеопороз / В.И. Струков. – Пенза: Изд. Пензинского государственного университета, 2004. – С. 40–43, С. 46–48.
46. Майданник В.Г. Рахит у детей: современные аспекты / В.Г. Майданник. – Нежин: Аспект-Полиграф, 2006. – С. 21–31.
47. Поровознюк В.В. Менопауза и остеопороз / В.В. Поровознюк, Н.В. Григорьева // Репродуктивная эндокринология. – 2012. – № 2 (4). – С. 40–47.
48. Hossein-Nezhad A. Vitamin D for health: a global perspective / A. Hossein-Nezhad, M. Holick // Mayo Clin. Proc. – 2013. – V. 88. – № 7. – P. 720–755.
49. Wortsman J. I Decreased bioavailability of vitamin D in obesity / J. Wortsman, L.Y. Matsuoka, T.C. Cheneta // Am. J. Clin. Nutr. – 2000. – V.72. – P. 690–693.
50. Комісаренко Ю.І. Дефіцит вітаміну D і його роль у розвитку порушень обміну речовин за цукрового діабету / Ю.І. Комісаренко // Клінічна ендокринологія та ендокринна хірургія. – 2013. – № 3 (44). – С. 69–74.
51. 25-Hydroxyvitamin D concentrations and risk of venous thromboembolism in the general population with 18791 participants / P. Brondum-Jacobsen, M. Benn, A. Tybjaerg-Hansen, B. Nordestgaard // J. Thromb. Haemost. – 2013. – V. 11, № 33. – P. 423–431.
52. Cantorna M.T. Vitamin D and multiple sclerosis: an update / M.T. Cantorna // Nutr. Rev. – 2008. – V.66. – P. 135–138.
53. DeLuca H.F., Cantorna M. T. Vitamin D: its role and uses in immunology / H.F. // FASEB J. –2001. – V.15. – № 14. – P. 2579–2585.
54. Vitamin D effects on musculoskeletal health, immunity, autoimmunity, cardiovascular disease, cancer, fertility, pregnancy, dementia and mortality – a review of recent evidence / P. Pludowski, M. Holick, S. Pilz [et al.] // Autoimmune. Rev. – 2013. – V.12, № 10. – P. 789–976.
55. Балацька Н.І. Дефіцит та недостатність вітаміну D у населення України та їх вплив на структурно-функціональний стан кісткової тканини: автореф. дис. д. мед. наук: 14.01.21 – травматологія і ортопедія. – Донецьк, 2013. – 40 с.

56. Дефіцит та недостатність вітаміну D у жителів України / В.В. Поворознюк, Н.І. Балацька, В.Я. Муц, О.А. Вдовіна // *Боль. Суставы. Позвоночник*. – 2011. – № 4 (04). – С. 5–13.
57. Харчування постраждалих контингентів / І.Т. Матасар, Л.М. Петрищенко, Т.В. Матасар // *Медичні наслідки Чорнобильської катастрофи : 1986-2011 : монографія / за ред. А.М. Сердюка, В.Г. Бебешка, Д.А. Базики. Тернопіль : ТДМУ, "Укрмедкнига", 2011. – С. 716–725.*
58. Пілотне дослідження стану при щитоподібних залоз осіб, опромінених внаслідок аварії на ЧАЕС дорослого та дитячого віку, методологія їх ультразвукового дослідження / О.В. Камінський, О.В. Копилова, Д.Є. Афанасьєв [та ін.] // *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. – 2017. – Вип. 22. – С. 382–394.
59. Незлоякісна тиреоїдна та інша ендокринна патологія у дорослих і дітей, опромінених внаслідок аварії на ЧАЕС / О.В. Камінський, О.В. Копилова, Д.Є. Афанасьєв, О.В. Пронін // *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. – 2015. – Вип. 20. – С. 341–355.
60. Витебская А.В. Витамин D и показатели кальций-фосфорного обмена у детей, проживающих в средней полосе России, в период максимальной инсоляции / А.В. Витебская, Г.Е. Смирнова, А.В. Ильин // *Остеопороз и остеопатии*. – 2010. – № 2. – С. 4–9.
61. Negri A.L. Proximal tubule endocytic apparatus as the specific renal uptake mechanism for vitamin D binding protein/25-(OH)D3 complex / A.L. Negri // *Nephrology*. – 2006. – V.11, № 6. – P. 510.
62. Holick M.F. Vitamin D: evolutionary, physiological and health perspectives / M.F. Holick // *Curr Drug Targets*. – 2011. – V.12, № 1. – P. 4–18.
63. Порозознюк В.В. Дефіцит вітаміну D у населення України та чинники ризику його розвитку / В.В. Порозознюк, Н.І. Балацька // *Ендокринологія*. – 2013. – № 5(13). – С. 8–13.
64. Дедов И.И. Дефицит витамина D у взрослых: диагностика, лечение и профилактика / И.И. Дедов, Г.А. Мельниченко. – М., 2015. – 75 с.
65. О дозировании витамина D у детей и подростков / О.А. Громова, И.Ю. Трошин, И.Н. Зазарова [и др.] // *Вопросы современной педиатрии*. – 2015. – Т. 14, № 1. – С. 39–45.
66. Опыт изучения обеспеченности витаминами, кальцием, железом, селеном детского и взрослого населения г. Славутича и коррекции выявленных дефицитов / В.Б. Спиричев, С.В. Коммисаренко, Г.В. Донченко [и др.] // *Вопросы питания*. – 2006. – Т. 75, № 1. – С. 19–29.
67. Каркищенко Н.Н. Фармакологические основы терапии / Н.Н. Каркищенко. – М. : ИМП-Медицина, 1996. – С. 150–151, 172–177.
68. Кукес В.Г. Клиническая фармакология : учебник. 2-е изд., перераб. и доп. / В.Г. Кукес. – М. : ГЭОТАР МЕДИЦИНА, 1999. – С. 277–283.
69. Гігієна харчування з основами нутріціології : підручник ; у 2 кн. Кн. 2, Т. I. / за ред. В. І. Ципріяна. – Київ : Медицина, 2007. – 528 с.
70. Engelhard Y.N. Natural antioxidants from tomato extract reduce blood pressure in patients with grade-1 hypertension: a double-blind, placebo-controlled pilot study / Y.N. Engelhard, B. Gazer, E. Paran // *Am. Heart. J.* – 2006. – V.151, № 1. – P. 100 (PubMed abstract).
71. Adams J. Vitamin K in the treatment and prevention of osteoporosis and arterial calcification / J. Adams, J. Pepping // *Am. J. Health. Syst. Pharm.* – 2005. – V. 62, № 15. – P. 1574–1581.
72. Vitamin K and the prevention of fractures : systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / S. Cockayne [et al.] // *Arch. Intern. Med.* – 2006. – V. 166, № 12. – P. 1256–1261.
73. Modulation of arterial thrombosis tendency in rats by vitamin K and its side chains / J.E. Ronden [et al.] // *Atherosclerosis*. – 1997. – V. 132, № 1. – P. 61–67.
74. Витамины и микроэлементы в клинической фармакологии / под ред. В. А. Тутельяна. М. : Палея-М, 2001. – 560 с.
75. Горбачев Т.А. Витамины, микро- и макроэлементы: справочник / Т.А. Горбачев, В.Н. Горбачева. – Минск : Книжный дом; Интерпрессервис, 2002. – 544 с.
76. Dam H. The antihemorrhagic vitamin of the chick. Occurrence and chemical nature / H. Dam // *Nature*, 1935. – № 135. – 652 p.
77. On the constitution of vitamin K₁ / D.W. MacCorquodate, S.B. Binkley, S.A. Thayer, E.A. Doisy // *J. American Chemical Society*. – 1939. – V.61. – P. 1928–1929.
78. Suttie J.W. Handbook of vitamins / J.W. Suttie. – 1984. – New York : M. Dekker, Inc 148–198.
79. Present knowledge in nutrition / J.W. Suttie [et al.] 1984. Washington: The Nutrition Foundation. – P. 241–259.
80. Коденцова В.М. Функциональная роль витамина K / В.М. Коденцова, А.А. Сокольников // *Вопросы медицинской химии*. – 1999. – № 6. – С. 453–461.
81. Витамин К – метаболизм и физическая роль в организме человека / А.А. Топанова, И.Ш. Якубова, Т.В. Вавилова [и др.] // *Вопросы детской диетологии*. – 2012. – № 4. – С. 21–29.

82. Харкевич Д.А. Фармакологія / Д.А. Харкевич. – М. : Медицина, 2002. – 787 с.
83. Лифляндский В.Г. Лечебные свойства пищевых продуктов / В.Г. Лифляндский, В.В. Закревский, М.Н. Андронов. – М. : ТЕППА, 1999. – 544 с.
84. Vitamin K metabolism: current knowledge and future research / D.J. Card, R. Gorska, J. Cutler, D. Harrington // J. Mol. Nutr. Food Res. – 2014. – V. 58, № 8. – P. 1590–1600.
85. Shearer M.J. Recent trends in the metabolism and cell biology of vitamin K with special reference to vitamin K cycling and MK-4 biosynthesis / M.J. Shearer, P. Newman // J. Lipid Res. – 2014. – V. 55, № 3. – P. 345–362.
86. Shearer M.J. Metabolism and cell biology of vitamin K / M.J. Shearer, P. Newman // Thromb. Haemost. – 2008. – V. 100. – P. 530–547.
87. Поварова О.В. Нейропротекторное действие витамина К / О.В. Поварова, О.С. Медведев // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2015. – №10. – С. 40–44.
88. Коровина Н.А. Профилактика дефицита витаминов и микроэлементов у детей / Н.А. Коровина, И.Н. Захарова, А.Л. Заплатников. – М. : Медпрактика, 2000. – 55 с.
89. Норми фізіологічних потреб в основних харчових речовинах та енергії / затв. МОЗ України № 1073 від 03.09.2017 р. URL : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17>
90. Конь И.Я. Дефицит витаминов у детей: основные причины, формы и пути профилактики у детей раннего и дошкольного возраста / И.Я. Конь, М.А. Тоболева, С.А. Димитриева // Вопросы современной педиатрии. – 2002. – Т. 1, № 2. – С. 62–67.
91. Современные представления о роли витаминов в питании. Методы оценки и контроля витаминной обеспеченности населения / И.Я. Конь, М.А. Тоболева, С.А. Димитриева, В.Б. Спиричев. – М. : МОИП, 1984. – 26 с.
92. Multivitamin supplementation and risk of birth defects / M.M. Werter, C. Hayes, C. Louik [et al.] // Am. J. Of Epidemiology. – 1999. – № 1. – P. 675–682.
93. Спиричев В.Г. Витамины и минеральные вещества в питании и поддержании здоровья детей / В.Г. Спиричев – М. : [б. и.], 2007. – 22 с.
94. Коденцова В. Витамины: функции, витаминный дефицит, пути его ликвидации / В. Коденцова, О. Вржесинская // Врач. – 2007. – № 9. – С. 14–20.
95. Про затвердження наборів продуктів харчування, наборів непродовольчих товарів та наборів послуг для основних соціальних і демографічних груп населення : Постанова Кабінету Міністрів України від 14.04.2000. – № 656. – 15 с.
96. Корзун В.Н. Функціональні продукти і їх роль у харчуванні людини / В.Н. Корзун, Ю.С. Тихоненко // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2010. – Вип. 38, Т. 2. – С. 173–180.
97. Протирадіаційне харчування як один із медичних заходів мінімізації наслідків аварії на ЧАЕС. Медичні наслідки аварії на Чорнобильській атомній електростанції / Л.П. Дерев'янку, Н.П. Атаманюк, В. В. Талько та ін. / за ред. О.Ф. Возіанова, В.Г. Бебешка, Д.А. Базики. Київ : ДІА, 2007. – С. 726–748.
98. Экологигиенические проблемы оптимизации питания населения / А.В. Истомин, Н.П. Мамчик, О.В. Клепиков [под ред. А.И. Потапова]. – М, 2001. – 420 с.
99. Коломієць Т.М. Експертиза товарів : підручник / Т.М. Коломієць, Н.В. Притульська, О.Л. Романенко – Київ : КНТЕУ, 2001. – 274 с.
100. Молнар Д.І. Безпека продуктів харчування / Д.І. Молнар, І.М. Соскіда // Економіка і суспільство. – 2016. – Вип. 6. – С. 266–271.

REFERENCES

1. Medychni naslidky avarii na Chornobylskii atomnii elektrostancii / za red. O. F. Vozianova, V. H. Bebeshka, D. A. Bazyky. Kyiv : DIA, 2007. – 800 s.
2. Černobyl'skaâ katastrofa i zdorov'e detej / E. I. Stepanova, V. Ū. Vdovenko, V. G. Kondraševa, I. E. Kolpakov // Novaâ medicina tysâčelețiâ. – 2010. – № 4. – S. 18–22.
3. Romanenko A.Yu., Stan zdorov'ia ditei, yaki postrazhdaly vnaslidok Chornobylskoi katastrofy (za danymy 20-richnykh sposterezhen) / A.Yu. Romanenko, Ye.I. Stepanova // Zhurn. AMN Ukrainy. — 2006.— Т. 12, № 2. — S. 296–306.
4. Nutryciolohichna kharakterystyka faktychnoho kharchuvannia naseleennia, yake prozhyvaie na zabrudnennykh radioaktyvnymy rehovynamy terytoriakh / I. T. Matasar, V. I. Cypriian, V. I. Matasar, A. A. Myshkovska // Problemy radiaciinoi medycyny ta radiobiologii [zb. nauk. prac]. – 2006. – Vyp. 12. – S. 78–83.

5. Faktychne kharchuvannia vahitnykh zhinok, yaki narodyls ta prozhyvaiut v rehionakh, poterpilykh vid avarii na Chornobylskii AES / I. T. Matasar, L. A. Horchakova, V. I. Matasar [ta in.] // Problemy kharchuvannia. – 2007. – № 4. – S. 24–27.
6. Vnutrishnie oprominennia vahitnykh yak nehatyvnyi chynnyk u formuvanni esencialnykh deficytiv / V. I. Matasar, V. H. Bebesheko // Fitoterapiia : zdobutky i perspektyvy : materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf., 20–21 kvitnia 2012, Uzhhorod, 2012. – S. 254–258.
7. Murashko V.O., Racionalne, likuvalno-profilaktychne ta likuvalne kharchuvannia yak zasib radiaciinoho zakhystu na suchasnomu etapi likvidacii naslidkiv chornobylskoi avarii / V.O. Murashko, L.V. Rushchak // Radiolohichni visnyk. – 2014. – № 2. – S. 28–29.
8. Korzun V.N. Piša i èkologiâ / V.N. Korzun, L.F. Šelkunov, M.S. Dudkin – O. : Opium, 2000. – 517 s.
9. Smolâr V.I. Ioniziruûšaâ radiaciâ i pitanie / V.I. Smolâr – Kiiv : Zdorov'â, 1992. – 176 s.
10. O roli vitaminov A i E v profilaktike biologiçeskîkh èffektov ioniziruûšego izluçeniâ v razliçnykh tkanâh / A.V. Paraniç, A. Konesao de, A.V. Bugaj // Radiobiologiâ. – 1992. – T. 2, № 3. – S. 743.
11. Cipriân V.I. Vitaminy v profilaktike radiacionnyh poraženij / V.I. Cipriân, T.I. Anistratenko, M.M. Koršun // Racional'noe pitanie. – 1991. – № 26. – S. 68–70.
12. Peresichnyi M. I. Naukove obgruntuvannia ta rozrobka tekhnologii produktiv hromadskoho kharchuvannia radiozakhysnoi dii : Avtoref. dys.. d-ra tekhn. nauk : 05.18.16. Kyiv. derzh. torh.-ekon. un-t. Kyiv, 1999. – 35 s.
13. Murashko V.O. Radiozakhysna diia kharchovoi kompozycji, shcho mistyt detoksykanty, dekorporanty i antyoksydanty / V.O. Murashko, L.V. Rushchak //Viisk. Medycyna Ukrainy. 2003. – № 1/2. – S. 104–107.
14. Budnikova T.M. Vykorystannia veta-karotynu pry ekozaleznykh patolohiiakh / T.M. Budnikova, O.P. Savyckyj // Gigiena naseleennykh mest. Kiev, 2000. – Vyp. 36. – S. 183–189.
15. Rastitel'nye piševye dobavki – blokatory i dekorporanty radionuklidov / V.N. Korzun, V.I. Saglo, L.F. Šelkunov [i dr.] // Dovkillia ta zdorov'ia. –2002. – № 2. – S. 38–41
16. Kudrâšov B.A. Biologiçeskie osnovy uçeniâ o vitaminah / B.A. Kudrâšov – M.: Sov. Nauka, 1948. – 544 s.
17. Normy fiziologiçeskîkh potrebnoŝtej v ènergii i piševykh vešestvah dlâ razliçnykh grupp naseleniâ Rossijskoj Federacii : Metodiçeskie rekomendacii MR 2.3.1.2432-08B, 41 s.
18. Rebrov V.G. Vitaminy, makro- i mikroèlementy / V.G. Rebrov, O.A. Gromova – M.: GÈOTAR-Media, 2008. – 960 s.
19. Savçenko O.V. Soderžanie mikroèlementov v krovi gorodskih detej s diffuznym netoksiçeskim zobom / O.V. Savçenko, P.A. Tûpeleev, S.S. Gololobova // Gigiena i sanitariâ. – 2010. – № 1. – S. 27–29.
20. V'iunycka L.V. Hipotezy shchodo mekhanizmu dii vitaminu A / L.V. V'iunycka, K.O. Palyvoda // Ukrainyski medychnyi chasopys. – 2006. – № 3(53). – S. 33–38.
21. Kaškaldâ D.A. Rol' vitamina A v funkcionirovanii šitovidnoj železy u podrostkov / D.A. Kaškaldâ, Ū.V. Volkova, S.I. Turçina // Ukrainyski zhurnal dytiachoi endokrynologii. – 2014. – № 3. – S. 31–35.
22. Zimmermann M.B. Intetactions of vitamin A and iodine deficiencies: effects on the pituitary-thyroid axis / M.B. Zimmermann // Int. J. Vitam. Nutr. Res. – 2007. – V. 77, № 3. – P. 236–240.
23. Silva A.C. Retinoic acid effects on throid function of female rats / A.C. Silva, M.P. Marassi, M. Muhlbauer // Life Sci. – 2009. – V. 84, № 19–20. – P. 673–677.
24. Hess S.Y. The impact of common micronutrient deficiencies on iodine and thyroid metabolism: the evidence from human studies / S.Y. Hess // Best Pract. Res. Clin Endocrinol. Metab. – 2010. – V. 24, № 1. – P. 117–132.
25. Vliânie retinoidov na razvitie i rost èksperimental'nyh opuholej / Ū.I. Afanas'ev, V.I. Nozdrin, O.I. Mihajlov [i dr.] // Voprosy onkologii. – 1983. – № 3. – S. 77–81.
26. Retynoidy ta kancerohenez / L. V. V'iunycka, L. O. Chernukhina, S. V. Chetyrkin [ta in.] // Onkologhiia. – 1999. – № 1. – S. 25–28.
27. All-trans retinoic acid as a differentiation therapy for acute promyelocytic leukemia / S. Castaigne, C. Chomienne, M. Daniel [at all.] // I. Clinical results. Blood. – 1990. – V. 76(9). – P. 1704–1709.
28. Molčanov O.E. Pravil'noe pitanie pri onkologiçeskîkh zabolovaniâh / O.E. Molčanov – SPb, 2004. – 78 s.
29. Okislitel'nyj stress. Prooksidanty i antioksidanty / E.B. Men'šikova, V.Z. Lankin, N.K. Zenkov [i dr.] – M. : Slovo, 2006. – 556 s.
30. Spiriçev V.B. Čto mogut i ne mogut vitaminy / V.B. Spiriçev – M., 2003. – 287 s.
31. Finaud J. Oxidative stress : relationship with exercise and training / J. Finaud, G. Lac, E. Filaire // Sports Med. – 2006. – V. 36, №4. – P. 327–358.
32. Nutriciolohichna kharakterystyka kharchuvannia vahitnykh zhinok, yaki meshkaiut na radioaktyvno zabrudnenykh terytoriiakh Ukrainy / I.T. Matasar, V.I. Matasar, L.A. Horchakova, L.M. Petryshchenko,

- O.H. Lucenko // *Naukovyi visnyk Nacionalnoho medychnoho universytetu im. O.O. Bohomolcia.* – 2010. – № 2–3. – S. 62–68.
33. Mikronutriienty yak chynnyky rozvytku premorbidnykh ta morbidnykh staniv u naselennia, shcho meshkaie na radioaktyvno zabrudnenykh terytoriiakh / I.T. Matasar, L.A. Horchakova, L.M. Petryshchenko, V.I. Matasar // *Problemy radiaciinoi medycyny ta radiobiologii.* – 2007. – Vyp. 13. – S. 239–245.
 34. Korekciia esencialnykh nutriientnykh deficytiv sered ditei ta pidlitkiv yak zasib profilaktyky alimentarnykh ta alimentarno zaleznykh staniv / I.T. Matasar, V.I. Berzin, V.I. Matasar, O.H. Lucenko // *Semeinaia medycyna.* – 2014. – № 2(52). – S. 139–142.
 35. Kodencova V.M. Piševye produkty, obogašennye vitaminami i mineral'nymi vešestvami: ih rol' v obespečenii organizma mikronutrientami / V.M. Kodencova, O.A. Vršesinskaâ // *Voprosy pitaniâ.* – 2008. – № 4. – S. 16–25.
 36. Zaharova I.N. Izvestnye i neizvestnye èffekty vitamina D / I.N. Zaharova, S.V. Âbločkova, Ū.A. Dmitrieva // *Voprosy sovremennoj pediatrii.* – 2013. – Tom 12, № 2. –S. 2–7.
 37. Moore C. Vitamin D intake in the United States / C. Moore, M.M. Murphy, D.R. Keast, M.F. Holick // *J. Am. Diet. Assoc.* – 2004. – V. 104, № 6. – R. 980–983.
 38. Francis R.M. Osteomalacia / R.M. Francis, P.L. Selby // *Baillieres Clin. Endocrinol. Metab.* – 1997. – V. 11, № 1. – P. 145–163.
 39. An experimental demonstration of the existence of a vitamin which promotes calcium deposition / E. V. McCollum, N. Simmonds, J. E. Becker [et al.] // *J. Biol. Chem.* – 1922. –V.53. – P. 293–298.
 40. Mellandy E. An experimental investigation on rickets / E. Mellandy // *Lancet.* – 1919. – V.1. – P. 407–412.
 41. Steenbock H. The induction of growth promoting and calcifying properties in a ration by exposure to light / H. Steenbock // *Science.* – 1924. – V.60. – P. 224–225.
 42. Uber das antirachitisch wirksame Bestrahlungsprodukt aus 7-dehydrocholesterin. (Concerning the antirachitic activity of the irradiation product of 7-dehydrocholesterol) / A. Windaus, F. Schenck, F. von Werder [et al.] // *Physiol. Chem.* – 1936. – V.241. – P.100–103.
 43. Rackoff P.J. Pathogenesis and treatment of glucocorticoid-induced osteoporosis / P.J. Rackoff, C.J. Rosen // *Drugs Aging.* – 1998. – V.12, № 6. – P. 477–484.
 44. Korovina N.A. Sovremennye predstavleniâ o fiziologičeskoj roli vitamina D u zdorovyh i bol'nyh detej / N.A. Korovina, I.N. Zaharova, Ū.A. Dmitrieva // *Pediatriâ.* – 2008. – T. 87, № 4. – S. 124–130.
 45. Strukov V.I. Rahit i osteoporoz / V.I. Strukov. – Penza: Izd. Penzinskogogosudarstvennogo universiteta, 2004. – S. 40–43, S. 46–48.
 46. Majdannik V.G. Rahit u detej: sovremennye aspekty / V.G. Majdannik. – Nežin : Aspekt-Poligraf, 2006. – C. 21–31.
 47. Porovoznûk V.V. Menopauza i osteoporoz / V.V. Porovoznûk, N.V. Grigor'eva // *Reproduktivnaâ èndokrinologiâ.* – 2012. – № 2 (4). – S. 40–47.
 48. Hossein-Nezhad A. Vitamin D for health: a global perspective / A. Hossein-Nezhad, M. Holick // *Mayo Clin. Proc.* – 2013. – V. 88. – № 7. – P. 720–755.
 49. Wortsman J. I Decreased bioavailability of vitamin D in obesity / J. Wortsman, L.Y. Matsuoka, T.C. Cheneta // *Am. J. Clin. Nutr.* – 2000. –V.72. – P. 690–693.
 50. Komisarenko Yu.I. Deficyt vitaminu D i ioho rol u rozvytku porushen obminu rečovyn za cukrovoho diabetu / Yu.I. Komisarenko // *Klinichna endokrynolohiia ta endokryna khirurgiia.* – 2013. – № 3 (44). – S. 69–74.
 51. 25-Hydroxyvitamin D concentrations and risk of venous thromboembolism in the general population with 18791 participants / P. Brondum-Jacobsen, M. Benn, A. Tybjaerg-Hansen, B. Nordestgaard // *J. Thromb. Haemost.* – 2013. – V.11, № 33. – P. 423–431.
 52. Cantorna M.T. Vitamin D and multiple sclerosis: an update / M.T. Cantorna // *Nutr. Rev.* – 2008. – V.66. – P. 135–138.
 53. DeLuca H.F., Cantorna M. T. Vitamin D: its role and uses in immunology / H.F. // *FASEB J.* –2001. – V.15. – № 14. – P. 2579–2585.
 54. Vitamin D effects on musculoskeletal health, immunity, autoimmunity, cardiovascular disease, cancer, fertility, pregnancy, dementia and mortality – a review of recent evidence / P. Pludowski, M. Holick, S. Pilz [et all.] // *Autoimmune. Rev.* – 2013. – V.12., № 10. – P. 789–976.
 55. Balacka N.I. Deficyt ta nedostatnist vitaminu D u naselennia Ukrainy ta ikh vplyv na strukturno-funkcionalnyi stan kistkovoï tkanyny: avtoref. dys. d. med. nauk: 14.01.21 – travmatolohiia i ortopediia. – Doneck, 2013. – 40 c.
 56. Deficyt ta nedostatnist vitaminu D u zhyteliv Ukrainy / V.V. Povorozniuk, N.I. Balacka, V.Ya. Muc, O.A. Vdovina // *Bol. Sustavy. Pozvonochnyk.* – 2011. – № 4 (04). – S. 5–13.

57. Kharchuvannia postrazhdalykh kontynhentiv / I.T. Matasar, L.M. Petryshchenko, T.V. Matasar // Medychni naslidky Chornobylskoi katastrofy : 1986-2011 : monohrafiia / za red. A.M. Serdiuka, V.H. Bebesha, D.A. Bazyky. Ternopil : TDMU, "Ukrmedknyha", 2011. – S. 716–725.
58. Pilotne doslidzhennia stanu pry shchytopodibnykh zaloz osib, oprominenykh vnaslidok avarii na ChAES dorosloho ta dytiachoho viku, metodolohiia ikh ultrazvukovoho doslidzhennia / O.V. Kaminskyi, O.V. Kopylova, D.Ye. Afanasiev [ta in.] // Problemy radiaciinoi medycyny ta radiobiologii. – 2017. – Vyp. 22. – S. 382–394.
59. Nezlouiakisna tyreoidna ta insha endokryna patolohiia u doroslykh i ditei, oprominenykh vnaslidok avarii na ChAES / O.V. Kaminskyi, O.V. Kopylova, D.Ye. Afanasiev, O.V. Pronin // Problemy radiaciinoi medycyny ta radiobiologii. – 2015. – Vyp. 20. – S. 341–355.
60. Vitebskaâ A.V. Vitamin D i pokazateli kal'cij-fosfornogo obmena u detej, prozivaûshih v srednej polose Rossii, v period maksimal'noj insolâcii / A.V. Vitebskaâ, G.E. Smirnova, A.V. Il'in // Osteoporoz i osteopatii. – 2010. – № 2. – С. 4–9.
61. Negri A.L. Proximal tubule endocytic apparatus as the specific renal uptake mechanism for vitamin D binding protein/25-(OH)D3 complex / A.L. Negri // Nephrology. – 2006. – V.11, № 6. – P. 510.
62. Holick M.F. Vitamin D: evolutionary, physiological and health perspectives / M.F. Holick // Curr Drug Targets. – 2011. – V.12, № 1. – P. 4–18.
63. Porovozniuk V.V. Deficyt vitaminu D u naselennia Ukrainy ta chynnyky ryzyku ioho rozvytku / V.V. Porovozniuk, N.I. Balacka // Endokrynolohyia. – 2013. – № 5(13). – S. 8–13.
64. Dedov I.I. Deficyt vitamina D u vzroslyh: diagnostika, lechenie i profilaktika / I.I. Dedov, G.A. Mel'niçenko. – M., 2015. – 75 s.
65. O dozirovanii vitamina D u detej i podrostkov / O.A. Gromova, I.Û. Trošin, I.N. Zazarova [i dr.] // Voprosy sovremennoj pediatrii. – 2015. – T. 14, № 1. – S. 39–45.
66. Opyt izuçeniâ obespeçennosti vitaminami, kal'ciem, železom, selenom detskogo i vzroslogo naseleniâ g. Slavutiça i korrekcii vyâvlenykh deficytov / V.B. Spiriçev, S.V. Kommisarenko, G.V. Donçenko [i dr.] // Voprosy pitaniâ. – 2006. – T. 75, № 1. – S. 19–29.
67. Karkišenko N.N. Farmakologiçeskie osnovy terapii / N.N. Karkišenko. – M. : IMP-Medicina, 1996. – S. 150–151, 172–177.
68. Kukes V.G. Kliniçeskaâ farmakologiâ : uçebnik. 2-e izd., pererab. i dop. / V.G. Kukes. – M.: GËOTAR MEDICINA, 1999. – S. 277–283.
69. Hihiiena kharchuvannia z osnovamy nutriciolohii : pidruchnyk ; u 2 kn. Kn. 2, T. I. / za red. V. I. Cypriiana. – Kyiv : Medycyna, 2007. – 528 c.
70. Engelhard Y.N. Natural antioxidants from tomato extract reduce blood pressure in patients with grade-1 hypertension: a double-blind, placebo-controlled pilot study / Y.N. Engelhard, B. Gazer, E. Paran // Am. Heart. J. – 2006. – V.151, № 1. – P. 100 (PubMed abstract).
71. Adams J. Vitamin K in the treatment and prevention of osteoporosis and arterial calcification / J. Adams, J. Pepping // Am. J. Health. Syst. Pharm. – 2005. – V. 62, № 15. – P. 1574–1581.
72. Vitamin K and the prevention of fractures : systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / S. Cockayne [et al.] // Arch. Intern. Med. – 2006. – V. 166, № 12. – P. 1256–1261.
73. Modulation of arterial thrombosis tendency in rats by vitamin K and its side chains / J.E. Ronden [et al.] // Atherosclerosis. – 1997. – V. 132, № 1. – P. 61–67.
74. Vitaminy i mikroèlementy v kliniçeskoj farmakologii / pod red. V. A. Tutel'âna. M. : Paleâ-M, 2001. – 560 s.
75. Gorbaçev T.A. Vitaminy, mikro- i makroèlementy: spravoçnik / T.A. Gorbaçev, V.N. Gorbaçeva. – Minsk : Knižnyj dom; Interpresservis, 2002. – 544 c.
76. Dam H. The antihemorrhagic vitamin of the chick. Occurrence and chemical nature / H. Dam // Nature, 1935. – № 135. – 652 p.
77. On the constitution of vitamin K₁ / D.W. MacCorquodate, S.B. Binkley, S.A. Thayer, E.A. Doisy // J. American Chemical Society. – 1939. – V.61. – P. 1928–1929.
78. Suttie J.W. Handbook of vitamins / J.W. Suttie. – 1984. – New York : M. Dekker, Inc 148–198.
79. Present knowledge in nutrition / J.W. Suttie [et al.] 1984. Washington: The Nutrition Foundation. – P. 241–259.
80. Kodencova V.M. Funkcional'naâ rol' vitamina K / V.M. Kodencova, A.A. Sokol'nikov //Voprosy medicinskoj himii. – 1999. – № 6. – S. 453–461.
81. Vitamin K – metabolizm i fiziçeskaâ rol' v organizme ÷eloveka / A.A. Topanova, I.Š. Âkubova, T.V. Vavilova [i dr.] // Voprosy detskoj dietologii. – 2012. – № 4. – S. 21–29.
82. Harkeviç D.A. Farmakologiâ / D.A. Harkeviç. – M. : Medicina, 2002. – 787 s.
83. Liflândskij V.G. Leçebnye svojstva piševykh produktov / V.G. Liflândskij, V.V. Zakrevskij, M.N. Andronov. – M. : TERRA, 1999. – 544 c.

84. Vitamin K metabolism: current knowledge and future research / D.J. Card, R. Gorska, J. Cutler, D. Harrington // J. Mol. Nutr. Food Res. – 2014. – V. 58, № 8. – P. 1590–1600.
85. Shearer M.J. Recent trends in the metabolism and cell biology of vitamin K with special reference to vitamin K cycling and MK-4 biosynthesis / M.J. Shearer, P. Newman // J. Lipid Res. – 2014. – V. 55, № 3. – P. 345–362.
86. Shearer M.J. Metabolism and cell biology of vitamin K / M.J. Shearer, P. Newman // Thromb. Haemost. – 2008. – V. 100. – P. 530–547.
87. Povarova O.V. Nejroprotektornoe dejstvie vitamina K / O.V. Povarova, O.S. Medvedev // Ėksperimental'naâ i kliničeskaâ farmakologiâ. – 2015. – №10. – S. 40–44.
88. Korovina N.A. Profilaktika deficita vitaminov i mikroèlementov u detej / N.A. Korovina, I.N. Zaharova, A.L. Zaplatnikov. – M. : Medpraktika, 2000. – 55 s.
89. Normy fiziologičnykh potreb v osnovnykh kharchovykh rečovnykh ta enerhii / zatv. MOZ Ukrainy № 1073 vid 03.09.2017 r. URL : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17>
90. Kon' I.Â. Deficit vitaminov u detej: osnovnye pričiny, formy i puti profilaktiki u detej rannego i doško'no-go vozrasta / I.Â. Kon', M.A. Toboleva, S.A. Dimitrieva // Voprosy sovremennoj pediatrii. – 2002. – T. 1, № 2. – S. 62–67.
91. Sovremennye predstavleniâ o roli vitaminov v pitanii. Metody ocenki i kontrolâ vitaminnoj obespečenosti naseleniâ / I.Â. Kon', M.A. Toboleva, S.A. Dimitrieva, V.B. Spiričev. – M. : MOIP, 1984. – 26 s.
92. Multivitamin supplementation and risk of birth defects / M.M. Werter, C. Hayes, C. Louik [et al.] // Am. J. Of Epidemiology. – 1999. – № 1. – P. 675–682.
93. Spiričev V.G. Vitaminy i mineral'nye vešestva v pitanii i podderžanii zdorov'â detej / V.G. Spiričev – M. : [b. i.], 2007. – 22 s.
94. Kodencova V. Vitaminy: funkcii, vitaminnyj deficit, puti ego likvidacii / V. Kodencova, O. Vršesinskaâ // Vrač. – 2007. – № 9. – C. 14–20.
95. Pro zatverdzhennia naboriv produktiv kharchuvannia, naboriv neprodovolchychk tovariv ta naboriv posluh dlia osnovnykh socialnykh i demografichnykh hrup naselennia : Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 14.04.2000. – № 656. – 15 s.
96. Korzun V.N. Funkcionalni produkty i ikh rol u kharchuvanni liudyny / V.N. Korzun, Yu.S. Tykhonenko // Naukovi praci Odeskoi nacionalnoi akademii kharchovykh tekhnologii. – 2010. – Vyp. 38, T. 2. – S. 173–180.
97. Protyradiaciine kharchuvannia yak odyz iz medychnykh zakhodiv minimizacii naslidkiv avarii na ChAES. Medychni naslidky avarii na Chornobylskii atomnii elektrostancii / L.P. Derev'ianko, N.P. Atamaniuk, V. V. Talko ta in. / za red. O.F. Vozianova, V.H. Bebeska, D.A. Bazyky. Kyiv : DIA, 2007. – S. 726–748.
98. Ėkologigigieničeskie problemy optimizacii pitaniâ naseleniâ / A.V. Istomin, N.P. Mamčik, O.V. Klepikov [pod red. A.I. Potapova]. – M, 2001. – 420 s.
99. Kolomiiec T.M. Ekspertyza tovariv : pidručnyk / T.M. Kolomiiec, N.V. Prytul'ska, O.L. Romanenko – Kyiv : KNTEU, 2001. – 274 s.
100. Molnar D.I. Bezpeka produktiv kharchuvannia / D.I. Molnar, I.M. Soskida // Ekonomika i suspilstvo. – 2016. – Vyp. 6. – S. 266–271.

**ЖИРОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ: ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И РОЛЬ
В ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ РЕГИОНОВ УКРАИНЫ**

И.Т. Матасар, Л.М. Петрищенко, А.Г. Луценко

Государственное учреждение "Национальный научный центр радиационной медицины
Национальной академии медицинских наук Украины", г. Киев, Украина

РЕЗЮМЕ. В статье рассмотрено значение жирорастворимых витаминов как средства повышения радиостойкости организма при неблагоприятных экологических условиях, сложившихся в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Показана радиопротекторная роль эссенциальных органических соединений, обладающих высокой биологической активностью, которые способствуют функционированию организма в сложных экологических условиях. Недостаточное содержание в рационе витаминов увеличивает радиочувствительность организма человека. Приведены данные о фактическом содержании витаминов в рационах питания различных возрастных групп населения (взрослого трудоспособного, детей и беременных женщин за 2004-2018 гг.) из разных населенных пунктов Иванковского района Киевской области, проживающих на территориях, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС. Анализ литературы и собственно полученных данных свидетельствуют, что жирорастворимые витамины – это

незаменимые ингредиенты пищи, регулирующие биохимические и физиологические процессы в организме человека за счет активации обменных и ферментативных реакций, имеют радиопротекторные свойства и должны поступать в организм в достаточном количестве соответственно возрасту и полу. Особенно это касается населения, которое пострадало в результате аварии на ЧАЭС. Результаты исследований показали, что дефицит ретинола и кальциферола в рационах питания обследованных обусловлен изменением традиционной структуры питания и употреблением фальсифицированных продуктов, прежде всего сливочного масла и твердых сыров. Несмотря на то, что среднесуточный рацион содержит более широкий ассортимент продуктов, чем в первые после аварии годы, уровень жирорастворимых витаминов, в частности витамина А (даже с учетом бета-каротина) и D не соответствует физиологическим потребностям, что может вызвать нарушение обменных процессов в различных органах и системах организма человека и привести к росту алиментарных и алиментарно зависимых заболеваний.

Ключевые слова: жирорастворимые витамины, физиологическая роль витаминов, дефицит витаминов, источники витаминов, рекомендованное суточное потребление, население экологически неблагоприятных регионов, авария на Чернобыльской АЭС.

FAT-SOLUBLE VITAMINS: PHYSIOLOGICAL VALUE AND ROLE IN LIFE OF POPULATION IN ENVIRONMENTALLY DANGEROUS REGIONS OF UKRAINE

I. Matasar, L. Petryshchenko, O. Lutsenko

The State Establishment "National Science Center for Radiation Medicine
National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine

ABSTRACT. The article addresses the value of fat-soluble vitamins as a mean of increasing body radiation resistance under unfavourable environmental conditions resulting from the Chernobyl NPP accident. The radioprotective role of essential organic compounds with high biological activity that contribute to the functioning of the body under complicated environmental conditions. Insufficient dietary intake of vitamins increases the radiosensitivity of the human body. Data are given on the actual dietary intake of vitamins by different age groups (employable adults, children, pregnant women from different settlements in the District of Ivankiv of the Region of Kyiv for 2004–2018) living at the territories contaminated as the result of Chernobyl NPP accident. Analysis of literature and own data indicate that fat-soluble vitamins are essential food components that regulate biochemical and physiological processes in the human body due to the activation of metabolic and enzymatic reactions, have radioprotective properties and should enter the body in sufficient amounts in accordance with age and gender. This is especially true of the population affected because of the Chernobyl NPP accident. Study results have shown that retinol and calciferol deficiency in the body of the population living in the regions affected as a result of Chernobyl NPP accident, is due to changes in the conventional structure of diets and consumption of counterfeit products, first of all, butter and hard cheese. Despite the fact that average daily diet contains a wider range of products compared with the first post-accident years, level of fat-soluble vitamins, in particular vitamin A (even considering β -carotene) and vitamin D does not meet the physiological needs, which may cause dysmetabolic processes in various organs and systems and lead to an increase in alimentary and alimentary-dependent diseases.

Key Words: fat-soluble vitamins, physiological role of vitamins, vitamin deficiency, sources of vitamins, recommended daily intake, population of environmentally dangerous regions, Chernobyl NPP accident.

Надійшла до редакції 16.09.2019 р.