

ПРИМЕНА И ЗНАЧАЈ ФОРТИФИКАЦИЈЕ У ПРЕВЕНЦИЈИ БОЛЕСТИ ИЗАЗВАНИХ НЕДОСТАТКОМ МИКРОНУТРИЈЕНАТА

Констанса ЛАЗАРЕВИЋ, Маја НИКОЛИЋ, Владимир МИТРОВИЋ

Институт за заштиту здравља, Ниш

КРАТАК САДРЖАЈ

Фортификација се дефинише као додавање једне есенцијалне материје или више њих храни, било да оне улазе или не улазе у састав хране, ради превенције или корекције недостатка једног нутријента или више њих у популацији или специфичној популационој групи. Фортификација намирница витаминима и минералима омогућава сузбијање болести као што су гушавост, рахитис, берибери и пелагра, а значајни резултати су постигнути у превенцији анемије и недостатка витамина А. Наведени недостаци могу се спречити и елиминисати, пре свега, правилном исхраном, као и евентуалном заменом дефицитарних микронутријената, али на националном нивоу најбоље решење је фортификација намирница. Два основна услова за примену фортификације су: да је намирница која се обогаћује у широкој употреби и да је јефтина (приступачна). Циљ овог рада је био да се прикажу резултати постигнути фортификацијом намирница у разним земљама, како би се ојачале основе за предлозима сличних мера и код нас. Захваљујући фортификацији, у Азији је смањен број случајева кретенизма, а фортификацијом шећера број деце са недостатком витамина А. Већ више од 50 година фортификација брашна гвожђем успешно се примењује у превенцији недостатка овог минерала и анемије у Сједињеним Америчким Државама и Канади, а одскора је њена примена почела и у неким земљама Африке и Јужне Америке. Сагледавањем досадашњих резултата може се закључити да је фортификација намирница значајно допринела унапређењу здравља становништва у срединама где се примењује.

Кључне речи: фортификација; микронутријент; здравље

УВОД

Болести изазване недостатком микронутријената представљају озбиљан социо-медицински проблем, јер свака трећа особа у свету болује или је под ризиком да оболи од недостатка неког од микронутријента (посебно јода, витамина А и гвожђа). Према подацима Светске здравствене организације [1], данас у свету око две милијарде људи (35,2% целокупног становништва) има неадекватан унос јода путем исхране. Око 140 милиона деце предшколског и седам милиона деце школског узраста и више од седам милиона трудница болује од недостатка витамина А. Анемија настала услед недостатка гвожђа код трудница је узрок смрти 111.000 жена сваке године, а недостатак фолне киселине доводи до настанка оштећења у развоју неуронске цеви код 250.000 новорођенчади годишње широм света.

Због недостатка микронутријената, више од две милијарде људи живи испод својих физичких и менталних способности. Недостатак гвожђа слаби ментални развој деце и продуктивност одраслих особа, чиме се национални доходак у неким државама умањује за чак 2%. Због недостатка витамина А, ослабљен је имунски систем код 40% деце узраста до пет година (у земљама у развоју), а његов недостатак узрок је смрти више од милион деце годишње. Недостатак јода у исхрани жена током трудноће узрок је рођења више од 18 милиона ментално заостале деце годишње. Недовољан унос фолне киселине доводи се у везу са отприлике једним смртним случајем од сваких 10 код особа оболелих од исхемијске болести срца [2].

Недостатак микронутријената може се спречити, пре свега, правилном исхраном, као и евентуалном суплементацијом микронутријената, али се у земљама где ове болести представљају национални про-

блем као најбоље решење предлаже фортификација намирница.

ПОЈАМ ФОРТИФИКАЦИЈЕ

Codex Alimentarius дефинише фортификацију као додавање једне есенцијалне материје или више њих храни, било да оне улазе или не улазе у састав хране, ради превенције или корекције недостатка једног нутријента или више њих у популацији или специфичној популационој групи [3]. Намирница која подлеже фортификацији треба да испуњава многе услове, али два су основна: да се масовно користи у исхрани и да је јефтина. Због велике потрошње житарица и њихових производа, оне се најчешће користе за фортификацију, али се могу појачати и шећер, млеко, маргарин, сокови, храна за децу, у зависности од популације, односно популационе групе којој су намирнице намењене. Од фортификаната најчешће се користе јод, витамин А и гвожђе, али и витамини В групе, витамин D, као и калцијум и цинк. Фортификација намирница мора бити пажљиво испланирана. Количина микронутријента која се додаје намирници мора бити у складу са препорукама за укупан дневни унос и знатно мања од најмање токсичне дозе. Ове вредности се по потреби формирају у односу на циљну популацију.

Фортификација може да се спроводи као законски обавезујућа (енгл. *mandatory fortification*), добровољна (енгл. *voluntary fortification*), а када је усмерена ка одређеној популационој групи, говоримо о циљној фортификацији (енгл. *target fortification*). Обавезна фортификација је регулисана позитивним законским прописима. На тај начин она постаје обавезна за одређену намирницу. Добровољна фортификација се користи у прехрамбеној индустрији, где произ-

вођачи додају микронутријенте прерађеној храни, како би побољшали њену биолошку вредност.

ДОСАДАШЊИ ЗДРАВСТВЕНИ ЕФЕКТИ ПОСТИГНУТИ ФОРТИФИКАЦИЈОМ НАМИРНИЦА

Концепт фортификације развијен је почетком 20. века ради спречавања болести изазваних недостатком микронутријената у Европи и Северној Америци. Године 1921, према доступним подацима, 90% деце школског узраста у Цириху патило је од гушавости. Исте године Швајцарска је постала прва земља која је применила фортификацију соли јодом. У држави Мичиген (САД) 1918. године чак 30% мушкараца је приликом регрутације имало увећану штитасту жлезду, те је 1924. године у овој држави почело јодирање соли. Данас више од две трећине земаља у развоју примењује фортификацију соли јодом, па је на овај начин 70 милиона новорођенчади заштићено од настанка менталне заосталости која се јавља услед недостатка јода.

Почетком 20. века у јужним деловима САД озбиљан здравствени проблем представљала је пелагра, од које је годишње умирало око 3.000 особа. Године 1938, увођењем законски обавезне фортификације кукурузног и белог брашна, пиринча и цералија нијацином, гвожђем, тијамином и рибофлавином, пелагра је у потпуности искорењена. Данас се око једне четвртине препорученог дневног уноса гвожђа у САД и Канади обезбеђује путем фортификованих намирница [2]. После увођења обавезне фортификације брашна тијамином, у Аустралији је забележен значајно мањи број особа оболелих од Вернике-Корсаковог (*Wernicke-Korsakoff*) синдрома у односу на период пре фортификације [4].

Почетком 20. века је, захваљујући фортификацији млека и маргарина витамином А и D, рахитис искорењен у многим земљама Европе и Северне Америке. Према истраживањима обављеним у периоду од 1988. до 1994. године, у Канади и САД и даље је присутан недостатак овог витамина међу становништвом, нарочито у зимским месецима, без обзира на употребу намирница фортификованих овим витамином као што су цералије, млеко и маргарин [5]. Разлози се можда могу наћи и у неадекватном поступку спровођења фортификације ових намирница. Тако је анализом узорака фортификованог млека у Њујорку утврђено да нешто мање од 50% узорака не садржи препоручене вредности витамина А и D [6]. Фортификација брашна калцијумом у Данској се с успехом примењивала од 1954. године. Прекинула је 1987. Нека испитивања исхране показују да је овај прекид можда преурањен [7], посебно због улоге овог минерала у превенцији остеопорозе.

Пример успешног спровођења фортификације ради превенције недостатка витамина А код деце представљају земље Централне Америке. Фортификацијом шећера витамином А постигнуто је значајно смањење преваленције недостатка овог витамина код деце: у Ел Салвадору од 44% у 1966. години на мање од 10% 1998. године, у Хондурасу од 40% 1967. го-

дине на 13% у 1996. години. Фортификацијом шећера витамином А у Костарики од 1975. до 1980. године преваленција недостатка витамина А међу децом смањена је од 33% на чак мање од 2%. У Гватемали је 1975. године после једне године примене програма фортификације преваленција недостатка овог витамина смањена са 22% на само 5%. Фортификација је у Гватемали обустављена 1978. године. После десет година преваленција недостатка витамина А у овој земљи била је приближна оној пре фортификације. Са фортификацијом се поново почело 1988. године [8]. Испитивањем исхране спроведеним исте године у сиромашним деловима Гватемале утврђено је да се половина препорученог дневног уноса витамина А код деце која су тек проходила обезбеђује из фортификованих намирница [9].

После економске кризе у Венецуели 1993. године уведена је обавезна фортификација скуваног кукурузног брашна гвожђем, витамином А, тијамином, нијацином и рибофлавином. После осам месеци спроведена је и добровољна фортификација белог брашна наведеним микронутријентима, изузев витамином А. Истраживања спроведена у Каракасу годину дана касније међу децом узраста од седам до 15 година показала су да је преваленција недостатка гвожђа мерена феритином смањена од 37% 1992. године на 16%. Преваленција анемије одређивана концентрацијом хемоглобина смањена је од 19% на 10% у истом периоду. Примена законске фортификације пиринча гвожђем на Филипинима почела је 2000. године, након што су прелиминарна показала да је код деце која су конзумирала пиринч фортификован гвожђем дошло до значајног повећања вредности хемоглобина. Утврђено је и да се велики део гвожђа из оваквог пиринча губио током прања и кувања, те је приликом законске фортификације пиринчу додато стабилније једињење гвожђа. Овакав пиринч се дистрибуира сиромашним слојевима становништва [10]. У Чилеу се фортификација брашна гвожђем (али и тијамином, нијацином и рибофлавином) спроводи од 1950. године. У оквиру националног програма у овој земљи је 1999. године спроведена фортификација млека у праху гвожђем, цинком и бавром. Циљ је био превенција недостатка гвожђа код деце узраста до 18 месеци којима је млеко било намењено. На овај начин успешно је спроведена превенција настанка анемије која се јавила услед недостатка гвожђа код деце до 18 месеци [11].

Ради спречавања настанка оштећења приликом развоја неуронске цеви, а услед недостатка фолне киселине, у САД је први пут јануара 1998. године примењена фортификација брашна фолном киселином. Новембра исте године њена законска примена почела је и у Канади. У периоду 1998-2000. године у Новој Шкотској [12] преваленција оштећења неуронске цеви код новорођенчади се смањила за више од 50% у односу на период 1991-1997. године, а у покрајини Онтарио (у Канади) за чак 78% [13].

Јануара 2000. године и у Чилеу је почело обогаћивање хлеба фолном киселином. Број деце са конгениталним малформацијама у овој земљи је велик, а абортус је забрањен чак и из здравствених разлога. Преваленција оштећења неуронске цеви у овој зе-

мљи утврђена студијом која је рађена у девет болница и обухватила 25% новорођенчади у периоду после фортификације 2001. и 2002. године смањена је за 40% у односу 1999. и 2000. годину [14].

ПРАВЦИ БУДУЋИХ ИСТРАЖИВАЊА

Почетком деведесетих година 20. века фортификацијом намирница у САД је обезбеђивано 26% препорученог дневног уноса витамина А, 29% витамина С, 27% гвожђа и 17% цинка, а намирнице обогаћене витаминима А и С, тијамином и фолном киселином користило је 30-78% становништва у зависности од популационе групе [15]. У Великој Британији и Француској скоро 75% намирница најчешће коришћених у исхрани становништва никада није или је ретко обогаћено микронутријентима [16], док се у Аустрији фортификацијом намирница становништво обезбеђује са 10-40% потреба за микронутријентима [17].

Свакако би најбоље решење у превенцији недостатка микронутријената за која се зна да представљају национални проблем било законско увођење фортификације намирница типичних за ту нацију: на пример, соја-сос у Кини, који користи више од 70% становништва, а у Вијетнаму рибљи сос, који свакодневно користи више од 80% људи. Употреба соса од соје фортификаваног гвожђем у области Кине у којој је преваленција анемије висока (већа од 30%) дала је добре резултате. После периода испитивања, у којем је учествовало 10.000 становника, забележена је значајно већа вредност хемоглобина код испитаника [10]. У Вијетнаму је у студији у којој су учествовале 152 жене репродуктивног периода и која је подразумевала укључивање рибљег соса обогаћеног гвожђем у исхрани постигнуто смањење анемије код испитаница [18].

Кина се убраја у земље са великом преваленцијом оштећења неуронске цеви, а суплементација фолне киселине код трудница у овој земљи већ је дала добре резултате. У областима са малом преваленцијом учесталост овог поремећаја се смањила за више од 80%, а у областима са великом за 41% [19]. Као следећи корак очекује се увођење фортификације.

Посебно вулнерабилну категорију становништва чине деца, па су многа истраживања могућности циљне фортификације усмерена ка овој популационој групи. У Танзанији је код деце школског узраста која су конзумирала безалкохолни напитака фортификаван са 10 микронутријента током шест месеци забележено значајно смањење недостатка витамина А и анемије [20]. У Индији је код деце узраста од једне до три године која су годину дана конзумирала млеко фортификавано цинком, гвожђем, витаминима А, Е и С, селеном и бакром утврђено смањење морбидитета од дијареје, респирационих и других болести, а утврђени су и побољшан статус гвожђа и побољшан раст деце у односу на децу која га нису користила у исхрани [21]. После само 40 недеља употребе соли фортификаване јодом и гвожђем код деце школског узраста у Мароку анемија изражена хемоглобином је смањена од 35% на само 8% [22], а тромесечна

употреба слаткиша фортификаваних гвожђем је код деце у Индонезији довела до повећања концентрације феритина [23]. У Бразилу се после осмомесечне употребе воде фортификаване гвожђем уз додатак витамина С број деце школског узраста с анемијом смањило са 43,2% на 21% [24].

Истраживања су усмерена и у правцу избора намирница и једињења микронутријената помоћу којих би се омогућила најбоља биоискористљивост микронутријента. Тако је на Јамајци бољу биоискористљивост показало гвожђе додато чоколадном млеку у оквиру школске ужине [25], а у Перуу [26] гвожђе додато школској ужини уколико се наведени оброци обогате и витамином С. Биоискористљивост витамина Е из фортификаваних цералија показала се бољом него када се у организам уноси суплементацијом [27]. Добру биоискористљивост има и витамин D када се њиме обогати сок од поморанце, показала су истраживања обављена у САД [28]. Имајући у виду чињеницу да овај сок свакодневно конзумира већина становништва ове државе, његова употреба могла би се препоручити код особа које не подносе лактозу.

СИТУАЦИЈА У НАШОЈ ЗЕМЉИ

Подручје наше земље је са веома израженим природним струмогеним потенцијалом – недостатком јода у земљишту, и самим тим и у животним намирницама. Пре увођења јодирања соли учесталост струме међу децом школског узраста у ендемским подручјима, као што су Бадовинци (Мачва), била је 88,3%, у Новом Пазару 84,5%, а у Горњој Јошаници 90%. У Црној Гори као ендемска подручја означена су места Бијело Поље, Рожаје и Андрејевица [29]. Због тога се 1951. године најпре у тим подручјима започело са јодирањем соли, да би 1953. године јодирање соли постало обавезно у целој земљи.

Истраживање спроведено у Републици Србији 1998. и 1999. године, више од четири деценије после увођења јодирања соли, показало је да су на подручју централне Србије и Војводине поремећаји штитасте жлезде условљени недостатком јода под контролом [30]. Испитивање је извршено код 4.598 деце узраста од седам до 15 година на територији 44 општине. Од укупног броја прегледане деце код само 2,35% испитаника су забележене вредности волумена тиреоидне жлезде изнад горње границе нормале у односу на узраст, а код 2,83% испитаника изнад горње границе нормале у односу на површину тела. Оваква преваленција волумена штитасте жлезде је знатно мања од 5% – преваленције која дефинише недовољан унос јода код деце [31]. Такође је и вредност медијане излученог јода била већа од вредности којом се дефинишу стања недовољног уноса јода. Резултати мерења волумена штитасте жлезде и јодне екскреције урином код 312 деце узраста од седам до 15 година из Бијелог Поља октобра 2002. године такође су говорили у прилог тврдњи да ово подручје има нормалан јодни статус код деце [32].

Још један битан микроелемент је дефицитаран на подручју Србије и Црне Горе, показала су испи-

тивања тла на овој територији [33], али су испитивања тла, стена и траве на подручју Златибора показала већу концентрацију овог микроелемента у односу на остале делове Србије [34]. Недостатак селена у нашој земљи први пут су описали ветеринари код домаћих животиња на Пештерској висоравни, код којих је, због недостатка овог елемента, забележена дистрофија мишића [35]. Истраживања наших аутора такође показују да је концентрација селена у серуму, како код здравих, тако и код особа оболелих од малигних болести, веома ниска [36]. Финска је још средином 1984. године започела са обогаћивањем земљишта коришћењем вештачког ђубрива са једињењима селена. На овај начин значајно се повећала концентрација селена у храни [37], па би требало размислити о примени овог метода и код нас. Будући да месо представља значајан извор селена, наши истраживачи предлажу употребу селен-квасца у исхрани свиња и пилића и дистрибуцију њиховог меса богатог селеном областима наше земље у којима постоји недостатак овог минерала у исхрани становништва [38].

Код наше популације нису забележени тежи поремећаји здравља изазвани недостатком витамина А. Испитивања оброка дистрибуираних путем народне кухиње у Нишу показала су да је унос витамина А и витамина В групе недовољан [39]. С друге стране, унос хлеба у овом оброку био је око 500 грама, па би циљна фортификација брашна можда решила недостатак ових витамина. Званичних података, када је у питању анемија изазвана недостатком гвожђа, у нашој земљи нема. Основни увид у преваленцију анемије вршен је код деце узраста до пет година и међу женама генеративног периода. Код деце је преваленција анемије била 29,5%; највећа је била у узрасту до шест месеци – чак 46%. Преваленција анемије услед недостатка гвожђа у испитиваној групи жена била је 26,7% [40]. Наведена истраживања указују на неопходност прикупљања прецизнијих података о преваленцији анемије, али и примени адекватних мера ради спречавања ове болести.

Једино обогаћивање које се спроводи у нашој земљи на нивоу целе популације јесте јодирање соли. Добровољна фортификација је регулисана Законом о здравственој исправности намирница и предмета опште употребе. У члану 13. овог закона наводи се следеће: „Појединим намирницама се могу додавати витамини, минералне соли и други храњиви састојци ради обогаћивања биолошке вредности намирница, под условима одређеним прописима о квалитету тих намирница. Декларација намирница мора да садржи податак о састојцима који су додати ради обогаћивања и количину тих састојака.” У прехранбеној индустрији врши се обогаћивање намирница, као што су млеко и млечни производи (витамини А и D), дечја храна и слично, како би се појачала њихова биолошка вредност. Резултати испитивања здравствене исправности млека и млечних производа у Нишавском округу током петнаестогодишњег периода су показали да се контрола биолошке вредности ових намирница ретко врши, а испитивање витамина ради само у изузетним случајевима [41]. Намирница која би била најбоља за обогаћивање код нашег становништва је брашно због масовне употребе

хлеба у исхрани. Фортификацију шећера, слаткиша, безалкохолних напитака и сличних намирница, која се примењује у земљама у развоју, код нас треба избегавати с обзиром на то да су ове намирнице са високим гликемијским индексом, те њихова прекомерна употреба може довести до настанка доказаних фактора ризика за настанак масовних хроничних незаразних болести (гојазност, дијабетес и сл.) [42].

У земљама Европе и Северне Америке све више се говори о примени функционалне хране која повољно делује на неке органе или системе. Под термином функционална храна подразумевају се намирнице или нутријенти чијим уношењем долази до важних физиолошких промена у организму које се разликују од промена које су у вези са њиховом улогом у исхрани [43], а то су, на пример, пробиотици, витамин А и цинк, који повољно делују на слузокожу органа за варење. Од намирница се издваја орах, који због свог састава повољно делује на кардиоваскуларни систем [44]. Са применом функционалне хране се може почети кад се клинички испољени недостаци микронутријента искорене и после истраживања на репрезентативном узорку које би утврдило да ли је статус микронутријената у серуму код нашег становништва задовољавајући.

ЗАКЉУЧАК

Примена фортификације у свету досад је дала задовољавајуће резултате у превенцији болести изазваних недостатком микронутријената. Иако су поједини облици фортификације намирница код нас (јодирање соли) дали одличне резултате, овакав облик поправљања биолошке вредности намирница се ретко користи. Тек после добијања обимнијих и прецизнијих података о присуству појединих микронутритивних малнутриција код нашег становништва неопходно је позитивна искуства из света применити и код нас.

ЛИТЕРАТУРА

1. United Nation. Standing Committee on Nutrition: 5th report on the World nutrition situation: Nutrition for development outcomes. March 2004.
2. United Nation Children's Fund, Micronutrient Initiative: Vitamin and mineral deficiency. A global progress report. New York; 2004.
3. Food fortification: technology and quality control. Report of an FAO Technical Meeting held in Rome, 20-23 November 1995. FAO Food and Nutrition Paper. Rome: FAO; 1996.
4. Harper CG, Sheedy DL, Lara AI, Garrick TM, Hilton JM, Raisanen J. Prevalence of Wernicke-Korsakoff syndrome in Australia: has thiamine fortification made a difference? *Med J Aust* 1998; 168(11): 542-5.
5. Calvo MS, Whiting SJ, Barton CN. Vitamin D fortification in the United States and Canada: current status and data needs *Am J Clin Nutr* 2004; 80(6):1710S-6S.
6. Murphy SC, Whited LJ, Rosenberry LC, Hammond BH, Bandler DK, Boor KJ. Fluid milk vitamin fortification compliance in New York State. *J Dairy Sci* 2001; 84(12):2813-20.
7. Osler M, Heitmann BM. Food patterns, flour fortification, and intakes calcium and vitamin D: A longitudinal study of Danish adults. *J Epidemiol Community Health* 1998; 52:161-5.
8. Mora JO, Dary O, Chinchilla D, Arroyave G. Vitamin A sugar fortification in Central America: experiences and lessons learned. Washington, DC: MOST/USAID/INCAP/PAHO; 2000.

9. Krause VM, Delisle H, Solomons NW. Fortified foods contribute one half of recommended vitamin A intake in poor urban Guatemalan toddlers. *J Nutr* 1998; 128:860-4.
10. Venkatesh MG, Erick BG. Iron fortification: Country level experiences and lessons learned. *J Nutr* 2002; 132:856S-8S.
11. Torrejon CS, Castillo-Duran C, Hertrampf ED, Ruz M. Zinc and iron nutrition in Chilean children fed fortified milk provided by the Complementary National Food Program. *Nutr* 2004; 20(2):177-80.
12. Persad VL, Van den Hof MC, Dube JM, Zimmer P. Incidence of open neural tube defects in Nova Scotia after folic acid fortification. *Can Med Assoc J* 2002; 167:241-5.
13. Gucciardi E, Pietrusiak M-A, Reynolds DL, Rouleau J. Incidence of neural tube defects in Ontario, 1986-1999. *Can Med Assoc J* 2002; 167:237-40.
14. Hertrampf E, Cortes F. Folic acid fortification of wheat flour: Chile. *Nutr Rev* 2004; 62(6 Pt 2):S44-8; S9.
15. Berner LA, Clydesdale FM, Douglass JS. Fortification contributed greatly to vitamin and mineral intakes in the United States, 1989-1991. *J Nutr* 2001; 131:2177-83.
16. Godfrey D, Tennant D, Davidson J. The impact of fortified foods on total dietary consumption in Europe *Nutr Bull* 2004; 29(3): 188.
17. Wagner KH, Blauensteiner D, Schmid I, Elmadafa I. The role of fortified foods-situation in Austria. *Forum Nutr* 2005; (57):84-90.
18. Van Thuy P, Berger J, Davidsson L, et al. Regular consumption of NaFeEDTA-fortified fish sauce improves iron status and reduces the prevalence of anemia in anemic Vietnamese women. *Am J Clin Nutr* 2003; 78(2):284-90.
19. Berry RJ, Li Z, Erickson JD, et al. Prevention of neural-tube defects with folic acid in China: China-U.S. Collaborative Project for Neural Tube Defect Prevention. *N Engl J Med* 1999; 341:1485-90.
20. Ash DM, Tatala SR, Frongillo EA Jr, Ndossi GD, Latham MC. Randomized efficacy trial of a micronutrient-fortified beverage in primary school children in Tanzania *Am J Clin Nutr* 2003; 77(4): 891-8.
21. Juyal R, Osmamy M, Black RE, et al. Efficacy of micronutrient fortification of milk on morbidity in pre-school children and growth – a double blind randomised controlled trial. *Asia Pac J Clin Nutr* 2004; 13(Suppl):S44.
22. Zimmermann MB, Zeder C, Chaouki N, Saad A, Torresani T, Hurrell RF. Dual fortification of salt with iodine and microencapsulated iron: a randomized, double-blind, controlled trial in Moroccan schoolchildren. *Am J Clin Nutr* 2003; 77(2):425-32.
23. Sari M, Bloem MW, de Pee S, Schultink WJ, Sastroami|oyo S. Effect of iron-fortified candies on the iron status of children aged 4-6 y in East Jakarta, Indonesia. *Am J Clin Nutr* 2001; 73(6):1034-9.
24. Beinler MA, Lamounier JA, Tomaz C. Effect of iron-fortified drinking water of daycare facilities on the hemoglobin status of young children. *J Am Coll Nutr* 2005; 24(2):107-14.
25. Davidsson L, Walczyk T, Morris A, Hurrell RF. Influence of ascorbic acid on iron absorption from an iron-fortified, chocolate-flavored milk drink in Jamaican children. *Am J Clin Nutr* 1998; 67(5):873-7.
26. Davidsson L, Walczyk T, Zavaleta N, Hurrell RF. Improving iron absorption from a Peruvian school breakfast meal by adding ascorbic acid or Na₂EDTA. *Am J Clin Nutr* 2001; 73(2):283-7.
27. Leonard SW, Good CK, Gugger ET, Traber MJ. Vitamin E bioavailability from fortified breakfast cereal is greater than that from encapsulated supplements. *Am J Clin Nutr* 2004; 79(1):86-92.
28. Tangpricha V, Koutkia P, Rieke SM, Chen CT, Perez AA, Holick MF. Fortification of orange juice with vitamin D: a novel approach for enhancing vitamin D nutritional health *Am J Clin Nutr* 2003; 77(6):1478-83.
29. Ramzin S. Značaj endemske strume, problemi epidemiologije i etiologije kod nas. Prvi Jugoslovenski simpozijum o gušavosti. Beograd; 1959. p.27-60.
30. Simic M, Banicevic M, Andjelkovic Z, et al. Republic of Serbia is free of iodine deficiency: Results of comprehensive survey of school children. [updated 15 September 2005; cited 2006 April 28] Available from: http://www.ceecis.org/iodine/03_country/ser/03_18_ser.html
31. Indicators for assessing iodine deficiency disorders and their control through salt iodination. WHO/NUT/94.6., 8-9, 28 and 38-40.
32. Simic M, Andjelkovic Z, Zizic LJ, et al. Iodine. Status of school children in the Bjelo Polje municipality, 2002 [updated 15 September 2005; cited 2006 April 28]. Available from: http://www.ceecis.org/iodine/03_country/ser/03_18_ser.html
33. Jovic V. Selenium status in soils in Yugoslavia. *J Environ Pathol Toxicol Oncol* 1998; 17(3-4):179-82.
34. Maksimovic Z, Rsumovic M, Jovic V, Kosanovic M, Jovanovic T. Selenium in soil, grass, and human serum in the Zlatibor mountain area (Serbia): geomedical aspects. *J Environ Pathol Toxicol Oncol* 1998; 17(3-4):221-7.
35. Vujić B. Selen i njegov značaj u ishrani domaćih životinja na područjima Srbije. *Acta Veterinaria* 1965; 2:247-53.
36. Backović D, Marinković J, Jorga J, Pavlica M, Maksimović Z, Nikolić M. Environmental factors, health-related habits, and serum selenium levels in cancer patients and healthy controls *Biol Trace Elem Res* 1999; 67(1):55-62.
37. Varo P, Alfthan G, Ekholm P, Aro A, Koivistoinen P. Selenium intake and serum selenium in Finland: effects of soil fertilization with selenium *Am J Clin Nutr* 1988; 48:324-9.
38. Pešut O, Backović D, Šobajić S. Dietary selenium supplementation of pigs and broiles as a way of producing selenium enriched meat. *Acta Veterinaria* 2005; 5(5-6):483-92.
39. Nikolić M, Lazarević K. Kontrola pripreme i kvaliteta obroka u Narodnoj kuhinji u Nišu. *Zbornik radova. Borsko jezero*; 2004. Ekološka istina. Bor: Tehnički fakultet. p.211-5.
40. Plečaš D. Iron deficiency anemia in Federal Republic of Yugoslavia – prevalence, prevention and strategy. *Hrana i ishrana* 2002; (3-6): 99-101.
41. Lazarević K. Zdravstvena ispravnost mleka i mlečnih proizvoda [specijalistički rad]. Niš: Medicinski fakultet; 2004.
42. Nikolić M, Lazarević K, Stanković A, Rančić N. Treating obesity by low-glycemic index diet. *Facta universitatis Series: Medicine and Biology* 2004; 11(2):102-5.
43. Nikolić M, Lazarević K. Zaštitne materije iz hrane, funkcionalna hrana i organi za varenje. *Zbornik radova. Ekološka istina. Donji Milanovac*; 2003. Bor: Tehnički fakultet. p.206-8.
44. Lazarević K, Nikolić M, Milutinović S, Kostić Ž. Nutritivni značaj oraha u prevenciji kardiovaskularnih bolesti. *Dani preventivne medicine. XXXVII naučni sastanak sa međunarodnim učesćem. Zbornik rezimea. Niš: Institut za zaštitu zdravlja Niš*; 2003. p.163-4.

APPLICATION AND SIGNIFICANCE OF FORTIFICATION IN PREVENTION OF MICRONUTRIENT DEFICIENCY-INDUCED DISEASES

Konstansa LAZAREVIĆ, Maja NIKOLIĆ, Vladimir MITROVIĆ
Public Health Institute, Niš

ABSTRACT

Fortification is defined as adding of one or more essential elements to food article, regardless of whether it has been already added to food or not, in order to prevent or correct deficiency of one or more nutrients in the general population or specific population group. Food fortification with minerals and vitamins helps eliminate diseases such as goiter, rickets, beriberi, and pellagra. Significant results have been also achieved in prevention of anemia and vitamin A deficiency. The aforementioned deficiencies can be prevented and eliminated by means of appropriate and diverse nutrition and supplementation of deficient micronutrients, but on the national level, food fortification is the best solution. Two basic conditions for the application of fortification are the following: that the food article is in wide use and that it is cheap (available). The purpose of our paper was to show the results achieved by means of fortification in various countries in order to build up the basis for similar propositions in our country (Serbia and

Montenegro). Owing to fortification in Asia, the number of cretinism cases has been reduced by half while sugar fortification significantly reduced the number of children with vitamin A deficiency. For more than 50 years, flour fortification with iron in order to prevent its deficiency and anemia, has been successfully applied in the United States and Canada, and as of recently in some countries of Africa and South America. The analysis of the results leads to the conclusion that food fortification has had beneficial health effects in the communities where it has been applied.

Key words: fortification; micronutrient; health

Konstansa LAZAREVIĆ
Dr Milenka Hadžića 2/23, 18000 Niš
Tel.: 018 225 964
Faks: 018 325 974
E-mail: koni33@hotmail.com

* Рад је на XV конгресу лекара Србије у Врњачкој Бањи усмено изложен у оквиру теме „Животна средина и здравље становништва”.