

**POGLAVLJE**

---

**5**

---

**NUTRITIVNA SVOJSTVA VOĆA I  
POVRĆA**

## **S A D R Ž A J**

### **5.0. NUTRITIVNA SVOJSTVA VOĆA I POVRĆA**

#### **5.1. Uloga voća i povrća u pravilnoj prehrani**

#### **5.2. Probava ugljikohidrata**

#### **5.3. Sirova biljna vlakna iz voća i povrća i značaj u probavi**

#### **5.4. Voda iz voća i povrća i značaj u prehrani**

#### **5.5. Proteini i lipidi iz voća i povrća**

#### **5.6. Fitokemikalije voća i povrća i njihova uloga u prehrani**

##### **5.6.1. Vitamini**

##### **5.6.2. Mineralne tvari u voću i povrću**

##### **5.6.3. Prevencija djelovanja slobodnih radikala antioksidantima iz voća i povrća**

#### **5.7. Vegetarijanstvo i prehrana**

#### **5.8. Zaključci**

## **5.0. NUTRITIVNA SVOJSTVA VOĆA I POVRĆA**

Poznavanje nutritivnih svojstava voća i povrća, kao i njihovih prerađevina, je od izuzetne važnosti za prehrambenog tehnologa. Nije dovoljno znati kako proizvesti proizvod nego i kako ostvariti zahtjeve i zadovoljstvo potrošača u pogledu općeg kvaliteta proizvoda. Suvremeni način prehrane nameće potrebu planiranja obroka kao i planiranje dnevnog unosa potrebnih nutrijenata. Zbog toga proizvodi moraju biti tako deklarirani da pružaju potrošaču pravilnu informaciju o proizvodu baziranu na određenom nivou garancija kvalitete. Informiranje potrošača je pravno zaštićeno brojnom legislativom, koja se uvijek temelji na odgovornosti proizvođača i distributera. Kod informiranja potrošača neophodno je ostvariti principe transparentnosti, sljedljivosti (rok trajanja – broj LOTA), informacije o opasnosti u hrani kao i podatke o nutritivnim vrijednostima. U BiH, kao i u Evropskoj Uniji, još uvijek nije obaveza deklarirati nutritivne činjenice o prehrambenom proizvodu. U SAD je to regulirano brojnim propisima. Tendencije evropske legislative kao i budući trendovi bazirani su na unapređenju informiranja potrošača o nutritivnim svojstvima proizvoda. Naravno, potrošača je potrebno informirati o preporučenoj porciji (serving size), energetske vrijednosti (calories), kao i hemiskom sastavu i količini pojedinih konstituenata u proizvodu kao što su proteini, ugljični hidrati, masnoće, kao i o sastavu pojedinih mikrokonstituenata. Američki način deklariranja postavljen je na principu da kupac – potrošač počinje biti zainteresiran koliko kojih nutrijenata dnevno treba unijeti, tako da je deklariranje ujedno i element edukacije potrošača o načinu konzumiranja proizvoda (uputa za upotrebu). Iz deklaracije se obično vidi i koji iznos dnevnih potreba (daily value) podmiruje preporučena porcija deklariranog proizvoda. Ukoliko se deklarira nutritivni sastav proizvoda tada on neprekidno mora biti provjeravan i dokazivan odgovarajućim postupkom monitoringa procesa proizvodnje. Voće i povrće bogato je sirovim

biljnim vlaknima, antioksidantima, a često i tvarima koje imaju mikrobicidno djelovanje. Zbog toga je značajno korištenje ovih svojstava u projektovanju novih proizvoda. Na toj bazi razvili su se brojni prebiotici, dodaci prehrani (food suplementi), funkcionalna hrana kao i brojne slične druge grupe proizvoda. Količina antioksidanasa u pojedinoj vrsti voća ili povrća može varirati ovisno o zrelosti, načinu uzgoja, geografskom podrijetlu, uvjetima skladištenja te eventualno načinu obrade i rukovanja nakon branja.

Bitnu ulogu igraju i pigment karotenoida (žuta, narandžasta i crvena) i antocijana (crvena, purpurna i plava). Fenolne supstance, uključujući i one koji imaju antioksidantnu aktivnost, su također bitni za nepoželjne reakcije posmeđivanja koje se javljaju tokom procesiranja voća.

U biljnim hemijskim konstituentima se često nalaze prirodne mikrobicidne tvari. Sposobne su uništiti ili spriječiti razvoj nekih vrsta mikroorganizama bez štete po organizam. Mikrobicidno djeluju eterična ulja. Alkaloidi, glikozidi i saponini smatraju se otrovnim materijama ali u malim količinama imaju ljekovita svojstva. Uloga fermentata važna je pri sušenju jer se zbog njihovog utjecaja događaju promjene na štetu biljnih stanica dok su žive. Naročito su osjetljivi glikozidi i saponini. U živoj, neozlijeđenoj biljci, mnogi fermenti su u posebnim stanicama, a glikozidi u drugim. Kada se biljka ozlijedi, fermenti se dovedu u dodir s glikozidom i nastaje hemijska reakcija u kojoj sudjeluju molekule vode, a promjene su vidljive.

Procesiranje voća u sokove i džemove, te sušenje voća, općenito rezultira smanjenjem antioksidantnih svojstava. Preradjeno voće i povrće mijenja svoja nutritivna svojstva, jer konzerviranjem najčešće dolazi do degradacije. Međutim preradjevine zadržavaju uglavnom obilježja voća i povrća od kojih su proizvedene, a najčešće sa umanjenom nutritivnom i biološkom vrijednošću. Procesom prerade neophodno je uspostaviti režime koji će zadržati poželjna svojstva hemijskih konstituenata (nutritivenata), teksture, arome, boje, vitamina, mineralnih tvari i ostalih fitokemikalija.

Hrana koju svakodnevno konzumiramo sadrži specifične hemijske sastojke od kojih su neki poznati i dobro kvantificirani, neki samo oskudno, a drugi za sada potpuno neopisani. Hemijske sastojke koje sadrži voće i povrće (svi ne pripadaju hrani, a nose se u organizam) moguće je uvjetno svrstati u nekoliko slijedećih skupina:

- prehrambene tvari,
- prehrambeni aditivi,
- prirodni toksini,
- hemijski kontaminanti,
- toksini uslijed mikrobiološke kontaminacije i
- hemijski spojevi koji nastaju tokom pripreme i prerade namirnica.

Svi navedeni sastojci su značajni u menadžmentu upravljanja proizvodnjom voća i povrća i njihovih prerađevina, a neki od njih su također značajni u pogledu informiranja potrošača.

U ovom dijelu težišno ćemo se bazirati više na nutritijente koje sadrži voće i povrće, a manje na nutritijente kojima je voće i povrće siromašno.

Analizirali smo hemijski sastav povrća, koji određuje njegovu prehrambenu vrijednost. S obzirom na hranjivu vrijednost povrće možemo uvjetno podijeliti na hranjivo, koje daje manju količinu bjelančevina, primjetljivu količinu ugljikohidrata i neznatnu količinu masti, i jedva hranjivo ili nehranjivo, koje sadrži samo neznatne, gotovo zanemarive količine ugljikohidrata, bjelančevina i masti.

U hranjivo povrće svrstavamo ono koje u 100 g sadrži oko 5 g ugljikohidrata i 2 g bjelančevina, što daje 25 kcal (105 kJ). To su: blitva, buča, cikla, celerov korijen, svježe gljive, hren, kelj i cvjetača. Prokulica ili kelj pupčar, brokula (cvjetači slično povrće), mahune, paprika i patlidžan osim ugljikohidrata i proteina sadrže i mnogo biljnih vlakana. Među hranjivo povrće ubrajamo još korabu, svjež i kiseli kupus, luk, poriluk, rajčicu, radič, repu, špinat, zeleni grašak, mrkvu i tikvice.

U nehranjivo povrće svrstavamo razne vrste zelene salate, krastavce, celerovo i peršunovo lišće, rotkvice. Pri izboru nehranjivog povrća za dijabetičnu ili redukcijsku dijetu razumno je

pogledati sadržaj proteina, ugljikohidrata i masnoća prije odluke hoće li se dati slobodno u željenoj količini ili će trebati obračunati njihovu kalorijsku vrijednost. U dijabetičnoj ADA-dijeti povrće bez hranjive vrijednosti, koje se može slobodno uzimati, naziva se povrće A, a hranjivo povrće je B.

Voće je bogat izvor ugljikohidrata, vode, vitamina i minerala. Većina našeg svježeg voća sadrži oko 80-93% vode (dinje, lubenice), potom oko 15-20% ugljikohidrata, vrlo male količine masti i oko 1-5% bjelančevina. Mnoge vrste voća sadrže različite voćne kiseline (jabučnu, limunsku, i dr.), koje svježem voću daju poznat ugodan kiselkast okus. Prosječno ih ima oko 3-4%.

Voda u svježem voću djeluje povoljno na sekreciju kloridne kiseline i pepsina u želucu, te na sekreciju crijevnih sokova. Djeluje i diuretski (npr. jabuke, šljive, dinje). Ima povoljno djelovanje i na vanjsku kožu (*perspiratio insensibilis*).

Voće sadrži vrlo oskudne količine proteina, izuzev nekih iznimki (suhi bademi, svjež kokosov orah, lješnjak, orah, rogač). Mnogo voće je bogato mineralima, vitaminima i neprobavljivim polisaharidima (celuloza, pektin). Kalcijem i fosforom su bogati bademi, lješnjaci, rogač i osobito suhi šipak.

Većina voća sadrži dosta kalija: bademi, dinje, groždice, limun, lješnjak, marelice, naranče, orah, ribiz, svježa i, osobito, suha smokva, mogranj (pitomi šipak) i trešnja. Natrija ima u gotovo svakom voću, ali ga u većoj količini ima u suhom grožđu i suhim smokvama.

Energetska vrijednost voća je skromna, npr. 1 kg grožđa daje oko 740 kcal ili 3100 kJ, a 1 kg jabuka oko 480 kcal ili 2000 kJ. Jezgrasto voće ima mnogo veću energetska vrijednost.

Za potpunije razumijevanje uloge voća i povrća u prehrani, osim njegovog hemijskog sastava, potrebno je poznavati funkciju voća i povrća u metabolizmu čovjeka.

### **5.1. Uloga voća i povrća u pravilnoj prehrani**

Kvaliteta hrane mjeri se nutritivnim atributima, kao što je energetska vrijednost, sastav biološki aktivnih komponenti, esencijalnih i neesencijalnih nutrijenata itd. Biološki aktivne tvari postaju sve značajniji nutritivni atribut kvalitete, što voće i povrće s tog aspekta, stavlja u sami vrh ljestvice. Kvalitet biološki aktivnih supstanci ne mjeri se njihovom količinskom zastupljenosti, nego razinom sposobnosti da tokom svoje biološke aktivnosti mogu neutralizirati utjecaje štetnih tvari u ljudskom organizmu. U novije vrijeme, voće i povrće postaju predmet mnogih naučnih istraživanja koja u velikoj mjeri potvrđuju njihovu svestranu prhrambenu vrijednost. Prehrambene (nutritivne) konstituente u voću i povrću možemo podijeliti u dvije osnovne skupine:

- makronutrijenti: voda, ugljikohidrati, proteini i masnoće i
- mikronutrijenti (fitokemikalije): vitamini, enzimi, mineralne i aromatične tvari, biljni pigmenti, pektini, taninske tvari i drugi.

Termini mikro i makronutrijenti odnose se isključivo na zahtjeve u pogledu fiziološke potrebe organizma. Mikronutrijenti su, međutim, u jabuci proteini i lipidi (ima ih malo, ispod 0,5 %), u mesu su ugljikohidrati (ispod 1 %), a u lisnatom povrću lipidi (ispod 1 %).

Makro i mikronutrienti voća i povrća su produkti metabolizma biljnih vrsta. To podrazumjeva da biljke proizvode hemijske komponente u toku svog metabolizma. Primarne komponente metabolizma biljaka su u stvari makrokonstituenti: ugljikohidrati, masnoće, proteini (nukleotoidi i peptidi) i nastaju tokom glavnog-centralnog metabolizma biljaka. Sekundarni metaboliti nisu dio centralnog metabolizma biljaka ali imaju značajne funkcije u zaštiti biljaka od bolesti i tzv. stresa izazvanog uvjetima okruženja, a istovremeno igraju važnu ulogu u ljudskoj prehrani.

Voće, povrće kao i njihove prerađevine mogu da sadrže i mnoge nenutritivne supstance, kao što su alkohol, kofein, aditivi i konzervansi. U hrani se također mogu naći nenutritivne supstance

koje pospješuju zdravlje, među kojima su antioksidansi, fitoenzimi, fitohormoni, flavonoidi, izoflavini, piknogenoli itd. Ukupno imamo oko 50 nutrijenata bitnih za život i na stotine nutrijenata korisnih biološko aktivnih supstanci, koje dobijamo iz hrane.

Nutrijenti su temeljni hemijski sastojci hrane koji se u crijevu mogu apsorbirati da bi zatim zadovoljili energetske i regulacijsko-zaštitne i gradivne potrebe organizma. Za većinu nutrijenata kao što su proteini, masti, ugljikohidrati, vitamini i minerali postoje definirani standardi i preporuke za dnevni unos. Takav je RDA, a za neke nutrijente postaje sve više aktuelnija potreba u definiranju dnevnih unosa. To su fitokemikalije, antioksidanti, minerali u tragovima. Nedostatom nutrijenata u hrani dolazi do karakterističnih biohemijskih i fizioloških promjena kao i bolesti tijela. Sadržaj nutrijenata u jedinici težine prehrambenih proizvoda jedan je od glavnih kriterija za ocjenu nutritivne kakvoće toga proizvoda. Prema tome gdje nastaju, postoje 3 ključne kategorije nutrijenata: esencijalni, sekundarni i neesencijalni. Za optimalno održanje fiziološke i anatomske stabilnosti organizma, moraju se hranom unositi mnoge esencijalne tvari. Potreba za njima se očituje u njihovoj hemijskoj građi, a ne kao izvori energije. Esencijalni nutrijenti su oni koji se ne mogu sintetizirati u tijelu, već se isključivo mogu unijeti s hranom (izoleucin, leucin, lizin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofan, valin, linolna, linolenska i arahidonska kiselina, vitamin C, kobalt, selen itd.). To znači da njihov nedostatak može i izazvati funkcionalni poremećaj. Esencijalni su: esencijalne aminokiseline, esencijalne masne kiseline, vitamini i minerali i to

- 10 aminokiselina,
- 3 masne kiseline
- 14 vitamina i
- 17 minerala

Sekundarni nutrijenti su oni koji se sintetiziraju u tijelu, ali tako sporo da ne mogu zadovoljiti potrebe organizma (aminokiseline arginin, histidin i vitamin D i K). Neesencijalni nutrijenti su oni koji nastaju procesom biosinteze u organizmu i koji ne moraju biti prisutni u namirnicama, ali tako dugo dok u tijelu postoje "sirovine" za njihovu sintezu. Postoje prirodno prisutni nutrijenti koji se



uvijek nalaze u određenoj namirnici u normalnim okolnostima kao što je tokoferol u ulju kukuruznih klica. Neki nutrijenti se dodaju u hranu i takvi se zovu dodani nutrijenti. Oni se dodaju tokom procesa proizvodnje kako bi se povećala njezina vrijednost (npr. C vitamin u sok od narandže).

Za razumijevanje uloge voća i povrća u pravilnoj prehrani polazi se od više aspekata kao što su: kultura prehrane i prehrambene navike pojedinih populacija ili grupa. U tom smislu definirano je i nekoliko piramida prehrane: mediteranska, azijska, makrobiotička, vegetarijanska i druge. Kultura prehrane razlikuje se prema geografskim područjima, vjerama, nacijama, itd. Prehrambene navike i kultura prehrane zavisi isto tako od socijalnog stanja populacije, razine informiranosti, ukupnog društvenog progressa, tradicije, običaja te mnoštva drugih faktora. S tog aspekta ponekad je vrlo teško govoriti o pravilnoj prehrani, jer nesumnjivo da i genetika populacije ima utjecaja na pravilnost prehrane. Međutim, prehranu promatramo sa do sada poznatih fiziološko-hemijskih procesa koji se zbivaju u organizmu nakon konzumiranja hrane. Zbog toga se općenito može reći da je prehrana:

- organski proces pomoću kojeg organizam asimilira i koristi hranu i tečnost za normalno funkcioniranje, rast i održavanje
- međusobni utjecaj hrane na zdravlje i bolesti ljudskog organizma
- podmirenje organizma kalorijama, proteinima, ugljikohidratima, mineralima i vitaminima
- dnevno uzimanje namirnica radi zadovoljenja osjećaja gladi i potreba u nutrijentima.

Prehrana je jedna od disciplina znanosti o hrani. Bazirana je na ideji optimalnog balansa prehrane i cjelovitosti nutritivnih sadržaja hrane koji omogućavaju optimalne performanse ljudskog tijela.

Pravilna prehrana zadovoljava potrebe organizma za energijom i potrebnom količinom prehrambenih i zaštitnih tvari koje su neophodne za održavanje fizioloških funkcija organizma i zdravlja. Hranom se osigurava unos tvari nužnih za izgradnju tkiva (bjelančevine, željezo, kalcij), energija za metabolizam i tjelesnu

aktivnost (masti i ugljikohidrati) te nutrijenti potrebni za fiziološke funkcije organizma (vitamini i minerali).

Voće i povrće kao i njihove prerađevine ulaze više ili manje u svakodnevnu prehranu većine stanovništva na zemlji. Poznavajući hemijsku konstituciju voća i povrća, a kako bi objasnili njihovo mjesto i ulogu u prehrani, razmatrati ćemo aspekte prehrane kao što su:

- funkcije hrane u organizmu čovjeka
- humani metabolizam i energetska vrijednost hrane
- pravilna prehrana
- piramide prehrane i pozicija voća i povrća

**Funkcije hrane u organizmu čovjeka.** Fiziološka potreba za hranom je potreba za sasvim određenim nutrijentima koji su sadržani u hrani. Nutrijenti su hemijski sastojci hrane, bitni za pravilno funkcioniranje tijela. Svaki nutrijent ima jednu ili više slijedećih funkcija:

- energetska
- gradivnu
- regulacijsko - zaštitnu

**Energetska funkcija** podrazumijeva stvaranje izvora energije za metabolizam ili aktivnosti. Pri tome je različita energija koju oslobađaju ugljikohidrati, masnoće ili proteini. Ponekad je za svaki prehrambeni proizvod potrebno definirati energetska vrijednost na deklaraciji proizvoda, a propisi određenih država (kao u SAD, a prema zahtjevima ministarstava FDA, USDA) to ponekad striktno nalažu. S tim u vezi preporučuje se proizvođačima definiranje veličine porcije. Glavni energetska izvor voća i povrća su ugljikohidrati, mada postoje neke vrste koje su bogate proteinima i masnoćama. Energija iz hrane dobiva se metabolizmom masti, ugljikohidrata i bjelančevina, a iskazuje se u kilodžulima (kJ) ili u kilokalorijama (kcal). Prilikom preračunavanja iz jednih u druge jedinice primjenjuju se slijedeće vrijednosti:  $1 \text{ kJ} = 0.2388 \text{ kcal}$ , a  $1 \text{ kcal} = 4.184 \text{ kJ}$ . Treba voditi računa da konzumacija alkohola također doprinosi ukupnom unosu energije. Za izračunavanje energije koriste se tzv. "pretvorbeni

faktori". To su prosječne vrijednosti dobivene sagorijevanjem (metaboliziranjem) bjelančevina, masti, ugljikohidrata i alkohola.

**Tabela 5.1.1. Energetska vrijednost komponenata hrane**

Naziv nutrijenta	4 kcal/g	kJ/g
Ugljikohidrati	4 kcal/g	ili 17 kJ/g
Polioli	2,4 kcal/g	ili 10 kJ/g
Proteini	4 kcal/g	ili 17 kJ/g
Masti	9 kcal/g	ili 37 kJ/g
Alkohol	7 kcal/g	ili 29 kJ/g
Organske kiseline	3 kcal/g	ili 13 kJ/g
Polidekstroza	1 kcal/g	ili 4,2 kJ/g
Inulin i frukto-oligosaharidi	1,5 kcal/g	ili 6,3 kJ/g

Ugljikohidrati, masti i bjelančevine mogu se kao izvori energije međusobno zamijeniti u odnosu: **1 g ugljikohidrata = 1 g bjelančevina = 0,44 g masti**

**Gradivna** funkcija hrane obuhvata stvaranje strukturalnih materija potrebnih za držanje tijela, npr. kost, mišić, tetiva, koža. Ove materije istovremeno mogu imati i zaštitnu funkciju kao i regulacijsku, tako da se u pogledu hemijskog sastava ne može strogo postaviti klasifikacija i granica između funkcionalnih, zaštitnih i gradivnih tvari koje čovjek unosi u organizam kao hranu.

**Regulacijsko - zaštitna funkcija hrane** podrazumijeva učešće komponenti hrane u regulaciji tjelesnih procesa, uključujući metabolizam, rast, saniranje oštećenja i reprodukciju. Obzirom na hemijski sastav voća i povrća u ovoj skupini značajnu ulogu imaju vitamini, minerali, sirova vlakna, fitohemijski spojevi.

**Pravilna prehrana.** Pravilna prehrana podrazumijeva primjeren i pravilan unos energetskih, gradivnih i regulacijsko-zaštitnih nutrijenata. Ovi odnosi se često određuju odgovarajućim preporukama, standardima, piramidama prehrane ili prehranbenim tablicama. Osnovni je zadatak pravilne prehrane da prištedi organizmu svaku nepotrebnu metaboličku aktivnost. To znači da svakog dana treba osigurati odgovarajuću količinu energije s obzirom na dnevne zahtjeve koje diktira aktivnost pojedinca, a u

okviru kalorijske mase osigurati što bolje razmjere zahtjeva organizma za svim nutritivnim: proteinima, ugljikohidratima, lipidima, vitaminima, mineralima i vodom. Na taj se način osigurava optimalna potreba gradivnih, energetskih i regulacijsko-zaštitnih tvari, čime se postiže pravilno funkcioniranje organizma, zaštita zdravlja uz uvjet da postoji kvalitetna genetička osnova. Dijeta ima zadatak da zdravom ili bolesnom organizmu osigura što pravilniju i što kvalitetniju prehranu. Pri tom treba voditi računa i o iskoristivosti namirnica. Priprema pojedinih jela također ima ulogu i u iskoristivosti nutritijenata i u stupnju angažiranja probavnog trakta.

Iako je ljudima i životinjama energija neprestano potrebna, ipak i životinje i ljudi uzimaju hranu od vremena do vremena, a ne neprestano. Ti procesi slični plimi i oseki načina prehrane unatoč kojoj organizam mora funkcionirati i u fazama kad dobiva, i kad ne dobiva hranu.

#### **Humani metabolizam i energetska vrijednost hrane.**

Metabolizam (*metabole* = izmjena, mijenjanje, mijena) je skup svih hemijskih reakcija u svim tjelesnim stanicama. Njegov intenzitet izražavamo količinom topline oslobođene tijekom tih reakcija. Nutritivne potrebe značajno variraju, zavisno o raznim faktorima kao što su:

- starosna dob, stanje rasta i razvoja
- spol
- tjelesna masa
- dnevne fizičke i mentalne aktivnosti
- zdravstveni status

Rast i razvoj su najintenzivniji u toku prve godine života. Potrebe u energiji i hranljivim tvarima na jedinicu tjelesne težine najveće su u prvoj godini života, a zatim postepeno opadaju do adolescentskog perioda. Energetske potrebe u toku prve godine života iznose od 400 do 500 kJ/kg TT<sup>1</sup> na dan i smanjuju se za oko 10 kcal/kg za svaki trogodišnji period. Nutritivne rezerve kod novorođenčadi i djece su manje nego u odraslih, osobito u energiji, koje se brzo iscrpljuju u toku akutne ili hronične bolesti. Za razumijevne

---

<sup>1</sup> Tjelesna težina – masa (TT)

energetskih potreba poznavanje utroška energije je značajno razina metabolizma i ekvivalencije utroška energije. Bazalni metabolizam je utrošak energije potrebne za obavljanje vitalnih funkcija organizma u mirovanju u budnom stanju. Normalan čovjek težak 70 kg troši, ako cijeli dan miruje u budnom stanju (leži) u krevetu, oko 1650 kcal. Ako pri tome jede, količina utrošene energije povećava se otprilike za 200 ili više kcal. Ako se penje uz stepenište taj čovjek treba mnogo više energije i hrane jer troši više energije. Taj porast je posljedica raznih hemijskih reakcija koje se odigravaju tokom probave, apsorpcije i pohranjivanja probavljene i apsorbirane hrane. Neke aminokiseline stimuliraju stanične hemijske procese, pa nakon obroka s mnogo bjelančevina intenzitet metabolizma raste za najmanje 30%, katkad čak i do 50%, iznimno i do 70%. Naprotiv, nakon obroka ugljikohidrata intenzitet poraste za 4%, najviše do 30%, a nakon obroka masti isto 4%, a može maksimalno porasti za 10-15% iznad normalnih (bazalnih) vrijednosti. Taj porast traje za ugljikohidrate oko 2-5 sati, za masnoće oko 7-9 sati, a za bjelančevine čak 10-12 sati. Zato taj učinak raznih namirnica na intenzitet metabolizma zovemo specifično dinamičko djelovanje hrane. Kako bjelančevine imaju mnogo jače djelovanje nego ugljikohidrati i masti, jer neke aminokiseline pospješuju hemijske stanične reakcije (slično adrenalinu i noradrenalinu), a k tome je pri apsorpciji i izmjeni bjelančevina broj hemijskih reakcija mnogo veći, govorimo da bjelančevine imaju najjače specifično dinamičko djelovanje<sup>2</sup>.

Intenzitet metabolizma je mnogo veći u djetinjstvu i mladosti nego u zreloj ljudskoj dobi, a najmanji je u starosti, poslije 65. godine. Od početka života je uvijek nešto veći kod muškog nego kod ženskom spola.

Hormon štitnjače tiroksin regulira izmjenu tvari, ali je metabolizam pri patološkom povećanju lučenja tiroksina kod hipertireoze mnogo viši, katkad i do 100% iznad normalnih vrijednosti i, obratno, niži za oko 50% pri sniženom lučenju tiroksina, kod hipotireoze<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup>R. Živković: Hranom do zdravlja, Zagreb, 2000

<sup>3</sup>Ibidem

Na intenzitet metabolizma djeluju, povisujući ga, simpatikus preko svojih hormona adrenalina i noradrenalina, jer glikogenolizom povećavaju aktivnost stanica, i mnogo manje, muški spolni hormoni, još manje ženski. Nešto više (do 20%) može ga povećati hormon rasta. Povećava ga i povišena tjelesna temperatura, ali i hladnoća. Intenzitet metabolizma smanjuju, osim hipofunkcije štitnjače, i pothranjenost i spavanje. Uzimanje hrane i tekućine uzrokuju tri osjeta: apetit, glad i žeđ.

Organizmu treba svakog dana obnavljati potrebne energetske tvari ugljikohidrate, bjelančevine i masti, a pri tom paziti da ne ostane bez potrebnih količina vitamina, minerala, elemenata u tragovima i, osobito, vode. U normalnim okolnostima mogu se tačno izračunati energetske potrebe svakog pojedinca na način da se prvo odrede osnovne energetske potrebe za obavljanje vitalnih, osnovnih ili bazalnih funkcija (rad srca, rad ostalih organa, održanje topline, ukratko održavanje organizma u normalnom stanju u vrijeme mirovanja). To je energija bazalnog metabolizma (BME), odnosno samo (BM). Dodatne energetske potrebe treba osigurati za aktivnost (rad, hodanje, težak fizički posao), ovisno o vrsti aktivnosti. To se zove energija za aktivnost. Probava i apsorpcija hrane zahtijeva dodatnu količinu energije, koju nazivamo specifična dinamička aktivnost hrane. Za BM se dnevno utroši oko 2/3 ukupno potrebne energije. Na potrebnu količinu BM energije utječu: tjelesna masa (tm), visina (v) i dob (d), kao i spol.

## **5.2. Probava ugljikohidrata**

Od ukupne energije dnevnog obroka 40 - 60 % treba da se dobije iz ugljičnih hidrata različitog porijekla. Prilikom sastavljanja dnevnog obroka količinu rafiniranih ugljičnih hidrata treba smanjiti na minimum. Obrok treba da sadrži što više složenih ugljičnih hidrata iz žitarica, leguminoza i voća i što više prostih šećera iz voća i povrća.

Probava počinje već u usnoj šupljini, gdje enzim pljuvačke amilaza ili ptijalin cijepa složene šećere, škrob, glikogen ili dekstrine na jednostavnije komponente. Osim što sadrži enzim pljuvačka (saliva) čisti i pere usnu šupljinu od ostataka hrane i

ostalih čestica. U usnoj šupljini ptijalin reducira škrob na maltozu, ali samo u alkalnoj ili tek malo kiseloj sredini. U ždrijelu i jednjaku nema nikakvih enzima, nikakve hemijske probave, njihova sluznica olakšava kretanje bolusa. U želucu nema enzima za probavu ugljikohidrata, nego se u bolusu pristiglom iz usta nastavlja razgrađivanje amilazom iz usne šupljine, sve dok se ona ne potroši. Želudac ne stvara enzime za probavu ugljikohidrata. Ta se hrana probavlja samo onom količinom ptijalina koja je sa zalogajem stigla iz usne šupljine u želudac, sve dok kiselina ne onemogući taj proces. Kisela reakcija želučanog soka koči djelovanje amilaze (ptijalina). U želucu ga HCl brzo dezaktivira. Dalja se probava odvija u tankom crijevu pomoću slijedećih enzima: pankreasne amilaze, crijevne amilaze i disaharidaza. Pankreasna i, manje, crijevna amilaza razgrađuju složene šećere (oligosaharide i probavljive polisaharide) sve do disaharida. Prisutne disaharide pretvaraju u monosaharide specifične disaharidaze: maltaza, laktaza i saharaza. Tek razgrađeni do monosaharida glukoze, galaktoze i fruktoze ugljikohidrati mogu biti apsorbirani kroz crijevne stanice u portalni krvotok, kojim stižu u jetru. Apsorpcija glukoze, fruktoze i galaktoze nije jednostavan proces. Isto vrijedi i za ostale nutritijente. Probava ugljikohidrata odvija se do kraja u tankom crijevu. Polisaharide, koje amilaza pljuvačke nije razgradila do disaharida, razgradi amilaza pankreasa i tankog crijeva. Sve ugljikohidrate koje amilaza razgradi do disaharida, a enzimi disaharidaze razgrade do monosaharida. Saharozu razgrađuje sukraza cijepajući je na molekulu glukoze i molekulu fruktoze. Enzim maltaza cijepa maltozu na dvije molekule glukoze, a enzim laktaza cijepa laktozu na molekulu galaktoze i glukoze. Sva ta tri enzima stvaraju stanice tankog crijeva. Konačno razgrađene na monosaharide glukozu, fruktozu i galaktozu prihvaćaju mikrovili crijevnih stanica i ubacuju u unutrašnjost stanice, gdje ulaze u krvotok portalne vene i u jetru. Apsorpcija konačnih proizvoda razgradnje monosaharida glukoze, galaktoze i fruktoze podliježe citohemijskim procesima. To su jednostavna difuzija, osmoza i aktivni transport (tzv. facilitirana ili olakšana apsorpcija). Probave u debelom crijevu nema, osim što crijevne bakterije mogu neznatnu količinu celuloze razgraditi na jednostavnije spojeve. Postoje

razlike u brzini apsorpcije pojedinih ugljičnih hidrata. Monosaharidi i disaharidi se apsorbiraju u krv već nekoliko minuta nakon jela. Količina glukoze koja je potrebna organizmu, tj. količina glukoze koja je smještena u krvi i ćelijama regulisana je aktivnostima jetre.

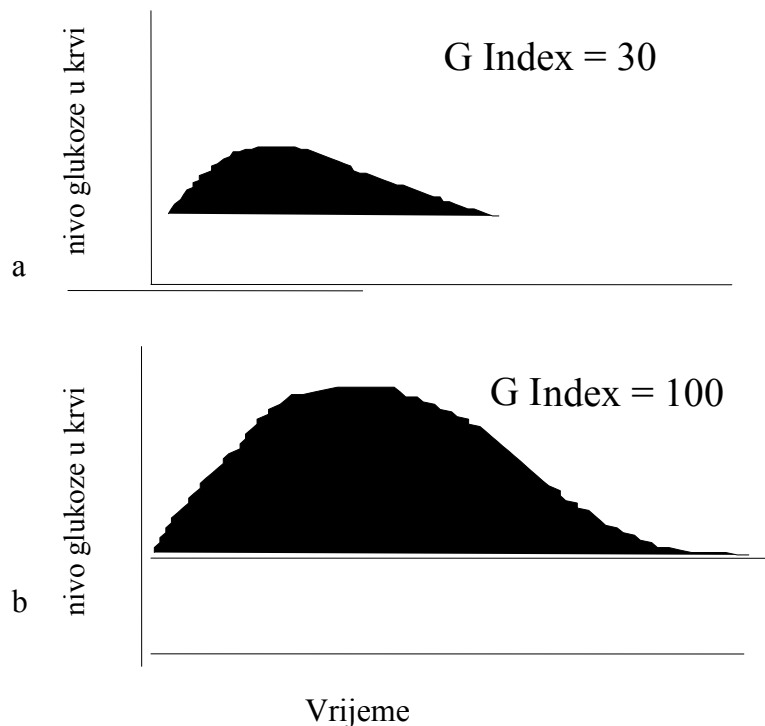
U različitim situacijama organizam nastoji da izbalansira koncentraciju glukoze u tijelu. Inzulin, hormon pankreasa, reguliše količinu glukoze u krvi stimulisanjem njenog prenošenja u ćelije. Drugi proizvod pankreasa glukagon utiče na povećanje koncentracije šećera u krvi. Mnogi hormoni utiču na stvaranje glukoze u situacijama kada tijelo, prije svega mozak, treba višak energije. Adrenalin stimuliše razgradnju glikogena i time utiče na povećanje koncentracije glukoze u krvi. Steroidi povećavaju konverziju masti i proteina u glukozu. Konzumiranje velike količine jednostavnih šećera za rezultat ima povećanje sadržaja glukoze u krvi. Najveći dio ugljičnih hidrata organizam ipak dobija u obliku škroba. Suviše velike količine konzumiranog škroba neće dovesti do pojave hiperglihemijske, jer njegovoj apsorpciji u crijevima pod uticajem fermenta amilaze prethodi usporeni proces razgradnje do glukoze. Glukoza se može metabolizirati putem preko Krebsova ciklusa limunskih kiselina i anaerobnim putem preko Meyerhof-Embdenova ciklusa. Postoje i drugi putevi izmjene glukoze.

Glukoza nije samo glavni izvor energije nego je često svojim hemijskim derivatima zastupljena u važnim organskim životinjskim i biljnim spojevima. To su glukozamini, koji se nalaze u ljudskom mlijeku, potom uronske kiseline, od kojih je najvažnija glukuronska. Biološki je bitna jer se bez nje ne može urinom eliminirati abnormalno prisutna supstancija u organizmu, npr. toksična, te lijekovi, hormoni, žučni pigmenti i drugo. S tim se tvarima glukuronska kiselina veže tvoreći glukuronide, koje nalazimo i u krvi i mokraći ljudi i životinja. U patološkim se stanjima i glukoza može naći u povećanoj koncentraciji u krvi i urinu. Normalna razina glukoze u krvi zdrava čovjeka je 3.9 do 5.8 mmol/l, dok je u dijabetesu viša od 6.4 mmol/L na tašte. Glukoze normalno nema u urinu, osim iznimno (nakon preobilnog ugljikohidratnog obroka jela). Organizam uporno održava stalnu koncentraciju glukoze u krvi. To mu uspjeva apsorpcijom glukoze u



tankom crijevu, stvaranjem glukoze u jetri (iz glikogena, glicerola i proteina), oksidacijom glukoze u stanicama pri stvaranju energije i, konačno, eventualnim izlučivanjem preko bubrega.

**Glihemijski indeks hrane.** Glihemijski indeks je relativni rast razine glukoze u krvi. To je numerička skala koja se koristi za određivanje koliko i kako brzo određena vrsta hrane povisuje razinu glukoze u krvi.



**Slika 5.2.1. Glihemijski indeks dobrog (a) i lošeg ugljičnog hidrata (b)**

Glihemijski indeks je mjera za brzinu kojom se ugljikohidrat iz te namirnice može naći u krvotoku. S druge strane inzulinski indeks neke namirnice je mjera za količinu inzulina koji se izluči kao

reakcija na unošenje te namirnice. Glihemijski i inzulinski indeks su u korelaciji. Neke namirnice usporavaju apsorpciju glukoze tokom probave kao što su dijetalna vlakna.

**Tabela 5.2.1. Loši ugljikohidrati**

<b>Vrsta namirnice</b>	<b>Vrsta namirnice</b>
šećer iz šećerne trske	bijela riža
šećer iz šećerne repe	Krompir
smeđi šećer	slatki krumpir
med	krumpirov škrob
slatkiši	kukuruzno brašno
šećerni sirup (melasa)	kukuruz kokičar
marmelade, želei	mrkva (kuhana)
bezalkoholni zaslađeni napici	krupica, kus-kus
bijelo brašno	rafinirane žitarice
bijeli kruh, bijelo pecivo	kukuruzne pahuljice
pizza	alkohol (osobito žestoka pića)
keksi i kroasani	čokolada (s manje od 60% kaka)
pite i savijače	tjestenina (spageti, ravioli)

Cjelovita neprocesirana hrana, posebice žitarice, koja sadrži prirodno prisutnu količinu prehrambenih vlakana, sporije prolazi kroz probavni sistem. Osjećaj sitosti traje dulje nakon konzumacije ovakve hrane. Hrana bogata vlaknima su cjelovite žitarice, povrće, mahunarke, orašasti plodovi, sjemenke, voće.

**Tabela 5.2.2. Dobri ugljikohidrati**

<b>Vrsta namirnice</b>	<b>Vrsta namirnice</b>
cjelovite žitarice	psenične klice
kruh od cjelovitog brašna	Grah
mekinje	Leća
smeđa riža	Slanutak
tjestenina od cjelovitog brašna	voće (svježe i sušeno)
čokolada (s više od 60% kaka)	

**Tabela 5.2.3. Odlični ugljikohidrati (s glikemičnim indeksom manjim od 15)**

Vrsta namirnice	Vrsta namirnice
mahune	gljive
brokula	kupus
celer	cvjetača
repa	poriluk
sojine sjemenke	blitva
bambusove mladice	kelj
krastavac	radić
tikvice	artičoki
patlidzan	paprika
paradjz	zelena salata

### 5.3.Sirova biljna vlakna iz voća i povrća i značaj u probavi

Kasnih četrdesetih godina prošlog stoljeća dr. Dennis Burkitt i dr. Hugh Trowell, hirurgi na radu u Africi, objavili su zanimljivo opažanje da se bolesti koje napadaju crnce u Africi bitno razlikuju od bolesti "civilizacije", koje napadaju bijelce. Primijetili su da se među crncima rijetko javljaju opstipacija, divertikuloza debelog crijeva, hemoroidi, rak debelog crijeva, koronarna bolest srca i žučni kamenci. Zaključili su da bi uzrok tome mogla biti različita prehrana crnaca i bijelaca. Afrički crnci jedu uglavnom povrće pa nemaju problema sa stolicom. Za razliku od afričkih crnaca, bijelci u SAD, Velikoj Britaniji i drugim europskim državama jedu pretežno rafinirane namirnice. To dovodi do sklonosti spomenutim bolestima civilizacije, osobito opstipaciji, raku te dijabetesu i koronarnoj bolesti srca. Ali uzrok tome nije samo neuzimanje biljnih vlakana nego i uzimanje premasne hrane, sjedelačkog načina života, živčiranja i žurba<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> R.Živković: Hranom do zdravlja,Zagreb,2000

Vlakna su, uglavnom, sastavni dijelovi biljnih ćelija, koji uneseni hranom, u tankom crijevu ne podilježu procesu varenja. U debelom crijevu pod djelovanjem bakterija se samo djelomično razgrađuju. Biljna vlakna se uglavnom sastoje od složenih ugljikohidrata: celuloze, hemiceluloze, pektin, lignina, biljne smole, gume (guar, ksantan). Najčešća podjela sirovih vlakana je na osnovu rastvorljivosti u vodi, na nerastvorljiva i rastvorljiva vlakna. Generalno gledano, nerastvorljiva vlakna imaju glavnu ulogu u prevenciji intestinalnih (digestivnih poremećaja), dok su rastvorljiva vlakna značajna za reguliranje dijabetisa, smanjenje kolesterola u krvi i smanjene gojaznosti. Za razliku od makronutrientata, biljna vlakna ne daju organizmu energiju, ali zbog toga što se pretežno nalaze u biljnoj hrani predstavljaju dragocjen izvor vitamina i minerala i imaju važnu ulogu u organizmu.

U netopiva biljna vlakna spadaju: celuloza, hemiceluloza, inulin i lignin. Prirodni izvori celuloze su: integralno i crno brašno, kupus, mladi grašak, kelj, kora krastavca, paprike, jabuke i repa. Lignini su drvenasta vlakna biljke koja služe za povezivanje i potporu, te joj daju čvrstinu. To je strukturni element perifernih ovojnica sjemenki. Lignin se ne rastvara u vodi, kiselinama i bazama. Izvori lignina su zrelo povrće, patlidžan, jagoda, kruška i rotkvice. Lignin smanjuje probavljivost, veže se za žučne kiseline i na taj način sprječava apsorpciju kolesterola.

Celuloza i hemiceluloza su neprobavljivi ugljikohidrati u ljudskom organizmu i nepromijenjeni izlaze iz njega. Samo jedan njihov manji dio mogu razgraditi fermentacijom bakterije koje se normalno nalaze u debelom crijevu svakoga zdravog čovjeka. Osim što potiču stolicu na pražnjenje, ta vlakna navlače na sebe poput spužve mnogo vode i to čak 15 puta više nego su sama teška. Osim vode apsorbiraju i određene hranljive a i toksične tvari.

**Topiva biljna vlakna**<sup>5</sup> . U topiva vlakna spadaju pektini, gume i sluzi. Pektina ima u jabukama, kruškama, kori narandži i limuna, repi i drugim vrstama voća i povrća. U žitaricama ima jedna

---

<sup>5</sup> O sirovima vlaknima poglediti upoglavljju *HEMIJSKI SASTAV i HIDROKOLOIDI*

podvrsta pektina, takozvani betaglucani. Smatra se da pektini, osobito betaglucani, snižavaju kolesterol. Gume se koriste uglavnom kao hidrokoloide najčešće u konditorskim i žele proizvodima od voća i povrća. Služi su također polimeri ugljikohidrata i nalaze se u sjemenju i korijenju, u kojima služi biljkama kao sredstvo koje sprječava isušivanje. Najviše ih prirodno ima u algama i morskoj travi.

Kada ugljikohidratna biljna vlakna stignu neprobavljena u debelo crijevo tu bivaju podvrgnuta djelovanju crijevnih bakterija. One ih fermentiraju i razgrađuju, te ih pretvaraju u kratkolančane masne kiseline. Pri tome nastaju plinovi u debelom crijevu koji ga rastežu. Razna biljna vlakna izazivaju i različit stupanj fermentacije, ovisno o topivosti biljnih vlakana. Što je vlakno u vodi topivije to ga bakterije više razgrađuju stvarajući masne kiseline koje organizam koristi kao energetski materijal. Mnogo su manje podvrgnuta fermentaciji vlakna netopiva u vodi, kao što su celuloza i hemiceluloza. Većinu kratkolančanih masnih kiselina apsorbira debelo crijevo i ona krvotokom stižu u jetru, koja ih šalje stanicama kao novostvoreno gorivo. Pri njihovoj izmjeni stvaraju se ketonska tijela (masne kiseline), voda i CO<sub>2</sub>. Tom razgradnjom stvaraju se u kolonu plinovi, pretežno vodik i ugljen-dioksid. Pojedinci stvaraju iz ugljen-dioksida i vodika i plin metan. Puštanje plina zbiva se onda kad debelo crijevo ne može više apsorbirati. Dio plinova ulazi u krvotok i preko pluća disanjem bude izlučen iz tijela.

Preporučljivo je konzumirati barem 25 - 35 grama prehrambenih vlakana dnevno (u prehrani odraslih osoba). Istraživanje pokazuje da većina ljudi dnevnom prehranom dobiva samo 50% preporučene doze dijetalnih vlakana (oko 12 g. umjesto potrebnih 25-35 g) što može dovesti do otežane probave, zatvora te s vremenom i do navedenih bolesti. Djeca preko 2 godine treba početi sa unosom vlakana i to : godine + 5 g/dan Važno je unositi podjednako rastvorljiva i nerastvorljiva vlakna. Biljna vlakna daju osjećaj punoće i time ograničavaju apetit i preveliko uzimanje jela. Dijetna vlakna omogućavaju normalno pražnjenje crijeva, a sprječavaju zatvor i divertikulozu, smanjuju vjerojatnost pojave hemoroida, a neka od njih (pektini) snižavaju kolesterol u krvi.

Također ona usporavaju resorpciju glukoze iz tankog crijeva, što je korisno za osobe sa šećernom bolesti. Neka biljna vlakna topiva u vodi snižavaju kolesterol u krvi. Povećan unos vlakana (preko preporuka) može biti nepovoljan: može poremetiti apsorpciju lijekova, smanjiti sposobnost probavljanja i apsorpcije hrane, može mehanički oštetiti sluznicu crijeva itd. Fitinska kiselina u zncima i povrću stvara komplekse (helate) sa mineralima (Ca i Fe) i smanjuje njihovu apsorpciju. Velika količina fosfora u namirnicima bogatim vlaknima stvara probleme bubrežnim bolesnicima zbog stvaranja kamenčića u mokraćnim putevima. Biljna vlakna mogu djelomično blokirati aktivnost nekih probavnih enzima pa je i time iskorištenost uzete hrane manja, a tako i količina kalorija koju one daju u određenom obroku. Mnogo biljnih vlakana koči ne samo apsorpciju kalorijskih nutritijenata, nego i minerala, osobito željeza, cinka i kalcija, jer ih biljna vlakna vežu na sebe i iz organizma izvlače stolicom. Mnogi vegetarijanci obolijevaju od deficita minerala. Zbog toga svi savremeni prehrambeni standardi preporučuju jesti raznoliku hranu, umjereno, često i naviknuti se na redovito dnevno uzimanje različitog voća, povrća i žitarica.

#### **5.4. Voda iz voća i povrća i značaj u prehrani**

Voda u voću i povrću može biti slobodna i vezana. Obzirom da se transportuje putem osmoze iz korijena i prolazi kroz semipermeabilne opne i membrane može se konstatirati da je višestruko pročišćena procesima prirodne membranske filtracije. Voda iz voća i povrća može biti samo jedan oblik unosa u organizam, najčešće je u formi svježeg voća, sokova i osvježavajućih pića ali i iz ostalih proizvoda od voća i povrća.

Potrebu za vodom čovjek zadovoljava kroz

- pitku vodu
- vodu u tekućim proizvodima (sokovi, mlijeko, čaj, supe, kafa i sl.),
- vodu iz čvrstih proizvoda,

Dio vode se stvara u organizmu tokom biosinteze. Na taj način kod normalnih spoljašnjih uslova i umjerenog fizičkog rada čovjeka treba dnevno da unese 2-3 l vode.

***Tabela br 5.4.1. Dnevne potrebe u vodi ovisno o starosnoj dobi***

<b>Dob</b>	<b>na kgTT/24h</b>	<b>Dob</b>	<b>na kgTT/24h</b>
3 dana	80-100 ml	2 godine	115-125 ml
10 dana	125-150 ml	4 godine	100-110 ml
3 mjeseca	140-160 ml	6 godina	90-100ml
6 mjeseci	130-155 ml	10 godina	70-85 ml
1 godina	120-135 ml	14 godina	50-60 ml

Valja naglasiti da je ljudski život ugrožen svakome kome se količina tjelesne vode iz bilo kojeg razloga smanji za 10 % i više (slično kao i biljno tkivo). U intermedijarnom i u prolongiranom gladovanju organizam se odlično snalazi. Zato se gladovanje može podnositi individualno različito, od nekoliko dana do nekoliko mjeseci, dok se žeđ ne može podnijeti duže od nekoliko dana. Potrebe za vodom su različite ovisno o starosnoj dobi, dnevnim aktivnostima, tjelesnoj masi, vanjskoj temperaturi i slično. U organizmu se voda gubi hlapljenjem sa kože i sluznica, urinom i fecesom. Ova količina varira u zavisnosti od dobi, tjelesne aktivnosti, patoloških stanja organizma, te od uslova mikrokline.

### **5.5. Proteini i lipidi iz voća i povrća**

Općenito voće i povrće nisu bogati proteinima i i lipidima, izuzev nekih vrsta. Izvor proteina u prehrani najčešće su meso, mlijeko i proizvodi na njihovoj bazi. Izvor lipida (masnoća) osim mesa i mlijeka te njihovih proizvoda su jestiva ulja dobijena od uljarica .

**Jezgrasto voće** su orah, badem, lješnjak i kesten su relativno bogatiji masnoćama, a neki i proteinima u odnosu na ostale vrste voća. U bademu ima masnoće do 55%, u lješnjaku do 62. %, a u

orasima do 64%. U tu skupinu mogu da se ubraje mak i kikiriki. Mak (crni, ali i crvenkasti, žuti, bijeli i plavosivi) je bogat izvor opijuma i ulja. Bogat je i proteinima, blizu 20%, ali najviše uljem (40.8%). Kikiriki je bogat uljem i proteinima. Mahunasto povrće je također bogato proteinima i masnoćama. Tu spadaju grašak, grah, mahune, bob, leća, soja i slanutak.

**Potrebe za proteinima.** Proteini su ključni gradivni elementi stancie živog organizma, koji se nalazi svagdje u tijelu (mozak, krv, hormoni, enzimi, nokti, kosa). Prema definiciji EEZ-a (Direktiva br. 496/90), protein je ukupni dušik dobiven metodom po Kjeldalu pomnožen s faktorom 6,25. Za razliku od ostalih supstanci iz hrane, proteini sadrže prosječno 16% dušika, pa se njihovo laboratorijsko utvrđivanje temelji na utvrđivanju dušika.

Proteini se sastoje od lanaca aminokiselina, koje su međusobno povezane peptidnim vezama. Njihove molekule mogu biti vrlo velike i to u rasponu od samo 23 do nekoliko stotina aminokiselina u lancu. Tjelesni proteini sintetiziraju se normalno pod uvjetom da u "pulu" postoje uskladištene sve esencijalne amino kiseline. Čim nedostaje jedna, manjak se nastoji kompenzirati, a ako to nije moguće, dolazi do poremećaja. Proteini životinjskog porijekla kao što su mlijeko, meso, jaja obiluju svim esencijalnim aminokiselinama, a proteini biljnog porijekla u pravilu su deficitarni, osim rijetkih iznimaka. Zbog toga su nutritivno najpovoljnije kombinacije od obiju vrsta. Svaki protein ima specifičan redoslijed aminokiselina određen genetskim kodom koji određuje DNK. Veoma često se sinteza proteina u organizmu odvija na mjestu gdje će on djelovati. Tri četvrtine aminokiselina u organizmu učestvuje u formiranju tjelesnih proteina (fermenti, proteini mišićnog tkiva, hormoni, antitijela itd). Jedan dio aminokiselina u toku metabolizma prelazi u druge materije tkiva (kreatin, niacin, holin, melanin i sl). Potrebe djece i omladine u proteinima namijenjene su održavanju tjelesnog integriteta i rasta i relativno su veće od potreba odraslih. Metabolizam proteina kod djece je 4-5 puta veći od metabolizma odraslih i kod njih su rezerve u proteinima su ograničene. Biološka vrijednost proteina je određena njihovim aminokiselinskim sastavom tj. prisustvom



esencijalnih aminokiselina. Identificirane su 24 amino kiseline, od kojih je 9 esencijalno za dijete, a još 3 za novorođenče. Esencijalne amino kiseline su: metionin, histidin, fenil alanin, lizin, triptofan, leucin, treonin, izoleucin i valin. Uslovno esencijalne amino kiseline: tirozin, cistein, glutamin i taurin. Za novorođenče naprimjer su esencijalne: cistein, taurin i arginin. Potrebe u proteinima egzaktno se definiraju u gr/kg TT dnevno. Najveće potrebe u proteinima su kod novorođenčadi i djece, dok razina potreba pada tokom rasta i starenje.

***Tabela br 5.5.1. Dnevne potrebe proteinima ovisno o starosnoj dobi***

<b>rb</b>	<b>starosna dob</b>	<b>poterbe gr/kg TT</b>
1	0-2,9 mj.	2,2 g
2	3-5,9 mj.	1,85 g
3	6-8,9 mj.	1,65 g
4	9-11,9 mj.	1,5 g
5	Kod odraslih	Ne više od 1 g/kg

**Potrebe za lipidima.** Najveći dio energije koju daju masti potiče od triglicerida dugih lanaca za čiju resorpciju je neophodna pankreasna lipaza. Trigliceridi srednjih i kratkih lanaca se resorbuju bez učešća pankreasne lipaze. Ostale masti čine steroli, fosfolipidi (važna komponenta ćelijskih membrana mozga i retine), sfingolipidi, glukolipidi. Masti i njihovi metabolički produkti su: efikasan izvor energije, integralni dio ćelijskih membrana, transportni medij liposolubilnih vitamina u organizmu. Unoseći masti organizam se snabdijeva i vitaminima rastvorljivim u mastima (A, D, E, K), kao i neophodnim – nezamjenljivim (esencijalnim) masnim kiselinama. Esencijalne masne kiseline su linolna i linoleinska kiselina koja je prekursor arahidonske kiseline. Esencijalne masne kiseline se redovito moraju unositi hranom jer se ne mogu sami stvoriti u organizmu. Te su masne kiseline ključne

u metabolizmu i presudne su za dobro zdravlje. Sudjeluju u funkcioniranju živčanog tkiva, mrežnice i mozga, dakle ključna je za kognitivnu funkciju mozga, memoriranje, vizualno razlikovanje itd. Omega-3 masne su kiseline ključne za stanične membrane, ako ih nema dovoljno u opskrbi trpe sve stanice, a time tkiva i organi

Tabela 5.5.2. *Dnevne potrebe u lipidima ovisno o starosnoj dobi*

rb	starosna dob	poterbe g/kg TT
1	Do 1 god	3-4 gr/kg
2	1,1-10 god	4-5 gr/kg
3	iznad 11 god	2-3 gr/kg

Voće i povrće je siromašno lipidima izuzev jezgrastog voća i leguminoza. Međutim, kompozicija masnih kiselina u sastavu triglicerida kod biljnih ulja je uglavnom povoljna u poredjenju sa masnoćama animalnog porijekla, naročito kad je pitanju njihov odraz u prehrani na status lipoproteina. Izuzetak je kokosovo ulje koje se ne prerađuje osobama s povećanim holesterolom. Mononezasićene masti iz jezgrastog voća i nekih leguminoza i maslina utiču na sniženje nivoa koncentracije ukupnog holesterola u krvi. U racionalnoj (balansiranoj) prehrani masti organizmu treba da obezbijede oko 30 do 50 % energije (100 g/dan). U prehrani mnogih ljudi udio masti u obezbjeđenju energije je znatno veći. Mnoge naučne institucije i udruženja za zaštitu zdravlja ljudi (Svjetska zdravstvena organizacija, Američko udruženje za ishranu, Američko udruženje za borbu protiv raka) preporučuju da se dio energije koju kroz prehranu obezbjeđuju masti smanji ispod 30%, pri čemu odnos zasićenih, mononezasićenih i polinezasićenih masti treba da bude 1:1:1.

### 5.6. Fitokemikalije voća i povrća i njihova uloga u prehrani

Fitokemikalije voća i povrća su tvari koje nastaju u procesu metabolizma biljaka. Fitokemikalije sa tehnološkog aspekta su značajne kako u području prehrambenog inženjerstva i prehrambene tehnologije tako i u području farmacije i medicine. Fitokemikalije su posebno značajne u voću i povrću, jer većina njih su antioksidanti. Posljednjih godina tržište funkcionalne hrane i food suplementa ima nagli porast te zbog toga izučavanje mehanizama ekstrakcije mikrokonstituenata tipa fitokemikalija postaje područje izučavanja kako prehrambenih tako i hemijskih i farmaceutskih inženjera.

*Tabela 5.6.1. Značajniji predstavnici fitokemikalija voća i povrća*

Naziv	Vrsta	Predstavnici
<b>Vitamini</b>	Hidrosolubilni	Kompl. B, C, H
	Liposolubilni	A, D, E, K
<b>Mineralne tvari</b>	Makrominerali	Ca, Mg, P, S
	Mikrominerali	Fe, Zn, I, Cu, Mn, F, Cr, Se, Mo, As, Ni, Li, Va, Si, B
<b>Kiseline</b>	Organske	Jabučna, limunska, vinska
	Mineralne	Sulfati, fosfati, kloridi
<b>Biljni pigment</b>	Topivi u vodi	Antocijani, Flavoni, Betalaini
	Netopivi u vodi	Klorofil, Karotenoidi
<b>Hidrokoloidi</b>	Pektini, gume, sluzi	Protopektin, heteroglikani
<b>Enzimi</b>	Hidrolaze	Lipaza, invertaza, tanaza, klorofilaza, amilaza, celulaza
	Oksidoreduktaze	Peroksidaze, tirozinaze, katalaze, askorbinaze, polifenoloksidaze
<b>Tvari arome</b>	Arome, mirisi	

Sa stanovišta farmacije i medicine tek u posljednjih 10 - 20 godina razvitkom efikasnih dijagnostičkih metoda izolirane su brojne tvari s zaštitnim učinkom u namirnicama biljnog porijekla koje su nazvane "sekundarne biljne tvari" (phytochemicals). Ove tvari posjeduju posebnu vrijednost u prehrani, a mogu na najrazličitije načine spriječiti nastanak nekih hroničnih bolesti kao što su bolesti srca i karcinoma. Na osnovu epidemioloških nalaza redukcije rizika nastanka raka kod prehrane bogate voćem i povrćem, započela je potraga za sastojcima biljaka koji djeluju potencijalno kemoprotektivno. Danas je poznato između 5.000 - 10.000 sekundarnih biljnih tvari. Samo u zelju i kupusu je do sada pronađeno 49 različitih fitohemikalija i njihovih metabolita. Sistematizacija i klasifikacija mikrokonstituenata - fitohemikalija u voću i povrću je jako opsežna u ovisnosti koji se kriterij sistematizacije primjuje. Pojam fitohemikalije obuhvata više hiljada biološki aktivnih, hemikalija pronađenih u biljkama. Više od 900 različitih fitohemikalija identificirane su kao komponente hrane, a njihovo otkrivanje je još u toku. Mnoge imaju pozitivan učinak na zdravlje, no s druge strane, neke nemaju nikakav. Fitohemikalije su komponente voća i povrća i zbog malog sadržaja u njima pripadaju tzv. mikrokonstituentima

### **5.6.1. Vitamini**

Vitamini su esencijalni nutrijenti organskog porijekla i neizostavni su dio svake prehrane. Jedan od prvih otkrivenih vitamina je bio tiamin kojeg je otkrio Funk 1911 godine. Taj je naučnik smatrao da je otkrio supstancu važnu za život, a s obzirom da su hemičari svrstali tu tvar u grupu amina naziv je došao kombinacijom latinske riječi "vita" što znači život i pojma amin. U početku, kada su se vitamini tek počeli otkrivati njihova hemijska struktura nije bila poznata. Tada je dogovorno da se dodjeljuju oznake koje su bile ili samo slova abecede ili kombinacija brojki i slova. Danas je, znanstvena javnost pronašla prikladne nazive za svaki pojedini vitamin npr. tiamin(B<sub>1</sub>), riboflavin(B<sub>2</sub>), askorbinska kiselina(C), biotin(H), cijanokobalamin(B<sub>12</sub>) i dr. O njima ovise normalne

funkcije ljudskog organizma. U našem organizmu oni igraju važnu ulogu i nezamjenjive su komponente biohemijskih mehanizama. Vitamini se klasično dijele na one topive u vodi i one topive u mastima (ovisno o lipofilnosti).

Voće je bogat izvor vitamina, mada u poređenju sa povrćem voće sadrži manje vitamina. Od vitamina voće sadrži najviše vitamina C i karotina. Njihova količina zavisi od vrste voća, sorte kao i niza drugih činilaca. Vitamin C nije podjednako raspoređen u cijelom plodu. Najviše ga ima u pokožici i ispod nje. Drugi vitamin po važnosti i količini je karotin. Najviše ga sadrži kajsija, ananas, suha šljiva, breskva, lubenica itd. U manjim količinama voće sadrži i druge vitamine: K, E, vitamine B grupe.

***Tabela 5.6.2. Podjela vitamina prema topivosti***

<b>Vitamini topivi u vodi</b>	<b>Vitamini topivi u mastima</b>
B1 tiamin	A retinol
B2 riboflavin	D kalciferol
B3 niacin	E tokoferol
B5 pantotenska kiselina	K menakinon
B6 piridoksin	
B9 folna kiselina	
B12 cijanokobalamin	
C askorbinska kiselina	
H biotin	

Vitamini su spojevi važni za ljudski organizam s fiziološkog stanovišta kao i s tehnološkog aspekta (prerada sirovina u gotov proizvod). S tehnološkog aspekta potrebno je:

- osigurati sirovinu sa što većim sadržajem vitamina;
- ostaviti što manji gubitak vitamina tokom transporta i čuvanja sirovine do prerade;

- tokom prerade spriječiti odnosno svesti na minimum djelovanje degradativnih faktora: temperatura, svjetlo, kisik i drugi, koji utiču na gubitak vitamina.

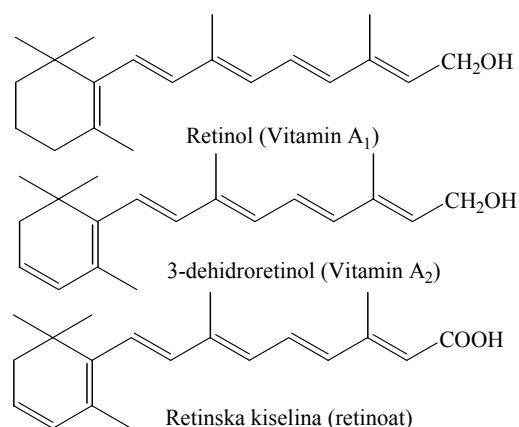
**Tabela 5.6.3. Prosječne dnevne potrebe unosa vitamina u organizam**

<b>Vitamini topivi u vodi</b>	
B1 tiamin	1.40 mg
B2 riboflavin	1.70 mg
B3 niacin	20.00 mg
B5 pantotenska kiselina	10.00 mg
B6 piridoksin	2.00 mg
B9 folna kiselina	0.40 mg
B12 cijanokobalamin	1.00 µg
C askorbinska kiselina	60.00 mg
H biotin	0.25 mg
<b>Vitamini topivi u mastima</b>	
A retinol	5000 ij
D kalciferol	400 ij
E tokoferol	15 ij
K menakinon	<i>Proizvod crijevne flore</i>

**Retinol (vitamin A).** Po hemijskoj strukturi spada u grupu alkohola. Ovaj vitamin uglavnom se nalazi u namirnicama životinjskog porijekla: meso, mlijeko, jaja, itd. U biljkama se vitamin A nalazi u formi prekursora,  $\beta$ -karotena. Zato beta-karoten nazivamo još i provitamin A. Vitamin A ima brojne važne uloge u organizmu. Ljudskom tijelu je potreban vitamin A ili  $\beta$ -karoten koji se može lako konvertirati u vitamin A.  $\beta$ -karoten se nalazi u narančama i žutom povrću kao i u lisnatom povrću, najviše u mrkvi, krompiru i špinatu. Deficijencija vitamina A dovodi do: kokošijeg sljepila (bolest koja nastaje smanjenjem vidnog pigmenta rodopsina u mrežnici oka), smanjenja razvoja kostiju i zubi i zaostajanja u razvoju mlađih osoba.. Dovodi takođe do smanjena opće otpornosti organzma na infekcije. Potrebani su za za rast i

diferencijaciju epitelnog tkiva dišnog, urogenitalnog i probavnog sustava i učinkovito funkcioniranje imunološkog sustava. Vitamin A u svojoj aktivnoj formi (retinol) se prirodno nalazi samo u hrani životinjskog porijekla. Mnoge vrste voća i povrća tamnijih boja sadrže pigmente, tzv. karotene, koji prelaze u vitamin A tokom resorpcije u crijevima.

U namirnicama i nekim lijekovima se javlja u raznim oblicima koje još nazivamo retinoidi, kao što je retinol, 3-dehidroretinol, retinoična kiselina, tretinoin, izotretinoin. Sudjeluje u sintezi vidnog pigmenta-rodopsina, koji se nalazi u štapićastim stanicama mrežnjače oka. Smatra je da jača imunitet, smanjuje pojavu nekih zaraznih bolesti i štiti od nekih oblika raka. Također, ima blagotvoran učinak na kožu i antioksidativni učinak. Provitaminom A, beta-karotenom, bogato je voće i povrće poput mrkve, paradajza, paprike i narandže.

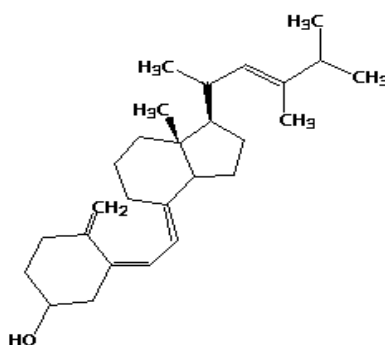


**Slika 5.6.1. Struktura vitamina A**

Kuhanjem, zamrzavanjem i konzerviranjem izgubit će se čak do 50 % vitamina A.

**Vitamin D-kalciferol.** To je uvjetno esencijalan vitamin, jer ga osobe koje se dnevno izlažu sunčevu svjetlu ne trebaju unositi hranom. Zato ga negdje zovu vitamin sunca. Naime, bez djelovanja ultraljubičastih sunčevih zraka na kožu ne može se stvarati iz svog prekursora,

ergosterola kojeg stvaraju biljke. To je biljkin "kolesterol". Iz kolesterola kod ljudi se stvara kalciferol. Zbog potpunog manjka vitamina D<sub>2</sub> nastaje bolest rahitis. Kod ljudi se djelovanjem sunca stvara vitamin D<sub>2</sub> iz kolesterola. Kalciferol je najmoćniji oblik vitamina D. Po tome što djeluje na udaljeni organ, crijevo, smatra ga se *hormonom*. Glavna funkcija vitamina D je pomoć pri stvaranju kostiju i zubi, jer se bez njega ne može apsorbirati kalcij, glavni element u tim organima. Važan je i za apsorpciju fosfora, drugog važnog sastojka kostiju i zubi. Najbogatiji prirodni izvor gotovog vitamina D<sub>3</sub> je bakalarovo ulje. Vitamin D se unosi u količini 400-1000 j. dnevno od 15. dana života do treće godine, čime se prevenira rahitis



*Slika 5.6.2.. Vitamin D kalciferol*

**Tokoferol (vitamin E).** Tokoferol je smjesa hemijskih srodnih spojeva koji se nazivaju tokoferoli. Najpoznatiji i najvažniji od njih je alfa-tokoferol. Zbog njegovih antioksidativnih svojstava mediji su ga prozvali "vitaminom mladosti". Uloga vitamina E još uvijek je nejasna. Vitamin E je antioksidant, te zajedno sa selenom iz hrane sprječava oksidaciju polinezasićenih masnih kiselina iz ovojnice stanica. Reagira sa slobodnim radikalima i neutralizira ih, stoga ima važnu ulogu kod zaštite DNA od oštećenja.

Važan je i za održavanje i razvoj funkcija živčanog i mišićnog sistema. Nedostatak ovog vitamina je uglavnom rijedak. Simptomi nedostatka su: anemija, poremećaj apsorpcije masti, bolesti žuči i sl. Vitamin E može pomoći kod: prevencije srčanih oboljenja,

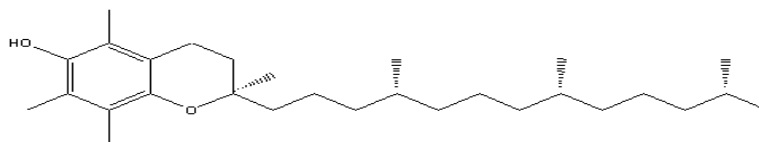


smanjenja LDL kolesterola, podizanja imuniteta, sprječavanja malignih oboljenja, bolesti jetre i žučnog trakta, crijevnih bolesti, kod cistične fibroze, pušenja i alkoholizma.

**Tabela 5.6.4. Preporučene količine vitamina E**

Kategorija stanovništva	RDA za vitamin E (IJ)	
	Tradicionalna ishrana	Liberalna ishrana
Bebe	5-7	30
Djeca	8-12	30
Omladina	12-15	30-50
Odrasli muškarci	15	100
Odrasle žene	12	50-100
Žene u trudnoći	15	100
Žene u toku dojenja	18	100

Vitamin E je otkriven tek 1922. godine kao liposolubilna tvar, bitna za prevenciju smrti zametka i za sterilnost u štakora. U početku je nazvan faktor X i antisterilitetni vitamin, a tek kasnije je dobio svoje današnje ime vitamin E. Kad su ga uspjeli 1936. godine izolirati iz ulja pšeničnih klica, dali su mu ime tokoferol, prema grč. riječima *tokos* = novorođeno dijete *iferein* = nositi, darivati, steći, u značenju kako taj vitamin omogućuje da se dobije dijete. Jedino je njegovo značenje stoga u početku bilo da je to vitamin koji sprječava sterilitet, a naziv vitamina E koristi se da se označi smjesa biološki aktivnih tokoferola. Postoji osam oblika tokoferola, od kojih je najaktivniji  $\alpha$ -tokoferol. Tokoferola ima najviše u biljnim uljima, u sjemenju i orasima, pšeničnim klicama te u kukuruznom, sojinom i suncokretovom ulju. Ima ga, u manjim količinama, u kupusu, špinatu, suhom zrnju graška, mrkvi, cvjetači, korabici, slatkom krompiru, šparogama, sjemenu jabuka, potom u ulju kokosova oraha i kikirikijevu ulju.

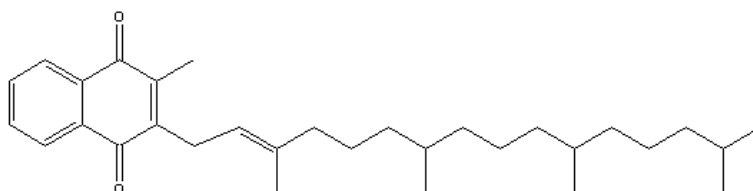


*Slika 5.6.3. Struktura vitamina E*

Dnevno je potrebno za odrasle oko 8 do 10 mg, a za djecu oko 5 do 8 mg. Proteklo je prilično vremena dok su se otkrile funkcije tokoferola u ljudskom organizmu. Danas znamo da je važan za normalno održanje membrana svih stanica, osobito eritrocita, potom mišića i stanica ostalog tkiva. Bitan je za očuvanje višestruko nezasićenih masnih kiselina koje su važan sastojak staničnih membrana. One su osobito osjetljive na štetno djelovanje slobodnih radikala. Vitamin E je snažan antioksidans. Tim svojstvom uništava slobodne radikale kisika pa štiti i organizam od oštećenja, a ima znakova da štiti i od raka nekih organa. Vitamin E održava stanične membrane, štiti protiv upala, i povisuje imunost organizma, te sintezu DNA. Manjak tokoferola uzrokuje oštećenje membrane stanica, izlazak staničnog sadržaja, a rezultat su miopatije, neuropatije i nekroza jetre. Suboptimalne doze mogu biti povezane s aterogeneozom krvnih žila, koronarnom bolesti srca i neuroškim poremećajem. Sve namirnice koje sadrže višestruko nezasićene masne kiseline imaju vitamin E da bi ga iskoristile. Stoga jedući povrće tamnozelenog lišća, orahe, mahunarke, posebno biljna ulja sprječava se deficit vitamina E.

**Menakinon (vitamin K).** Postoje tri varijante vitamina K i to fitomenadion (vitamin K<sub>1</sub> ili fitil-2-metil-1,4-naftokinon) koji se nalazi u biljkama i takvog dobivamo hranom. Odcjepljenjem fitilne grupe u crijevima i to posredstvom crijevnih bakterija nastaje menadion ili vitamin K<sub>3</sub>. On se u organizmu djelomice pretvara u menakinon (difarnezil ili farnezil-geranil-geranil-2-metil-1,4-naftokinon) koji je fiziološka forma vitamina K, a još se naziva vitamin K<sub>2</sub>. Vitamin K je neophodan za sintezu faktora II, VII, IX i X u jetri. On je koenzim u gama-karboksilaciji lanca glutaminske kiseline. Aktivna forma vitamina K je hidrokinički derivat koji je

oksidiran u vitamin K-2,3-epoksid tokom gama-karboksilacije glutaminske kiseline, a potom regeneriran posredstvom epoksid reduktaze pri čemu se koristi NADH kao koenzim. Fitomenadion se koristi za zaustavljanje krvarenja ili smanjenja opasnosti od krvarenja uzrokovanog jakom hipoprotrombinemijom (tj. nedostatkom faktora koagulacije II, VII, IX i X) odnosno drugih oblika hipovitaminoze K (npr. žutica, poremećaji u radu jetre ili crijeva, dugotrajno liječenje antibioticima, sulfonamidima). Vitamina K ima u zelenolisnatom povrću, špinatu, peršunu, kupusu, brokuli, cvjetači, u krompiru itd.



**Slika 5.6.4. Struktura vitamina K**

Vitamin K nalazi se u nekim biljkama u hemijskom obliku kao filokinon. U ljudskom debelom crijevu prave ga (menakinone) tamo prisutne bakterije. Mogu napraviti količinu čak dovoljnu za dnevne potrebe, iako je to još upitno. Odrastao čovjek trebao bi dnevno raspolagati sa 1 mg/kg tjelesne težine. Većina zdravih osoba ga dnevno unese između 50 i 100 mg. Djeci treba gotovo dvostruko više nego odraslima, dakle oko 2 mg/kg tjelesne mase (težine). Bez vitamina K organizam ne može stvoriti protrombin i druge supstancije koje su bitne za zgrušavanje krvi. Osim toga, taj vitamin ima, izgleda, određenu ulogu u metabolizmu kosti. Taj liposolubilni vitamin se apsorbira do 80 % u tankom crijevu kao i vitamin E, uz pomoć žuči i lipaze pankreasa. U jetru dolazi okolnim putem, i to limfotokom. Kao i za ostale u mastima topljive vitamine, i za ovaj vitamin vrijedi općenito pravilo: svaki poremećaj apsorpcije masti pogoršava i apsorpciju tih vitamina.

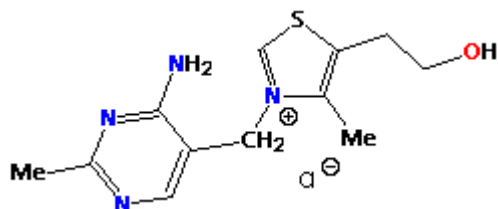
### **Hidrosolubilni vitamini**

To su vitamini skupine B, vitamin C i ostali rjeđi vitamini odnosno lažni ili pseudovitamini. Svi su topivi u vodi, zato ih zovu hidrosolubilni, prema grč. *hydor* = voda.

**Vitamini skupine B.** Tiamin, riboflavin, niacin, B6, folna kiselina, pantotenska kiselina, B12 i biotin pripadaju onome što se ponekad naziva kompleks vitamina B. Vitamini B-skupine su neophodni za pretvorbu ugljikohidrata, masti i proteina u energiju kao i za njihovo korištenje za izgradnju i obnavljanje tjelesnih tkiva. Manjak ovih vitamina može dovesti do ozbiljnih posljedica uključujući: slabost mišića, paralizu, mentalnu konfuziju, poremećaje živčanog sistema, probavne smetnje, ispucalu i ljuskavu kožu, tešku anemiju i poremećaj rada srca. Dostatan dnevni unos B- vitamina je važan. Namirnice bogate vitaminima B- skupine su: tamno zeleno povrće, grah, grašak, žitarice, meso, riba i jaja.

**Tiamin (vitamin B1).** U 19. stoljeću vladale su epidemije bolesti beri-beri u Japanu, Kini, Indoneziji i drugim krajevima Jugoistočne Azije. Bolest se javljala i u životinja i u ljudi. Među ljudima se očitovala u oteklinama cijelog tijela, otežanom disanju i poremećajima živaca sve do potpune oduzetosti. Ne znajući jedan za drugoga, jedan nizozemski i jedan japanski liječnik prvi su opisali tu bolest. Nizozemski liječnik dr. H. *Eijkman* je 1897. godine u jednom poznatom njemačkom znanstvenom časopisu objavio da su kokoši, koje su dobivale poliranu rižu bez ljuske oboljele od beri-beri. Pokušao ih je liječiti i uspio dajući im prirodna zrna riže s ljuskom. Japanski liječnik dr. K. *Takaki* je u engleskom znanstvenom časopisu objavio članak kako je neke japanske mornare koji su oboljeli od beri-beri bolesti hraneći se jednoličnom hranom, koja se sastojala od polirane riže, uspio izliječiti dajući im kruh napravljen od prirodnog pšeničnog zrnja. Nekoliko godina kasnije je u znanstvenom londonskom časopisu poljski znanstvenik *Kazimir Funk* iz ljuske riže izolirao anti beri-beri faktor, dakle tvar koja u rižinoj ljusci liječi tu bolest i prvi je 1911. godine stvorio izraz vitamin. Sudbina je htjela da se tek 1926. godine, i to upravo u laboratoriju dr. *Eijkmana*, izolirao kristalni oblik tiamina i uspješno iskušao na bolesnim pticama. Tačna građa vitamina otkrivena je 1936., kad je uspjela i njegova umjetna sinteza. Ime vitamin B dobio je zahvaljujući beri-beri. Zapravo je to

skupina vitamina, kojim je ime B i dalje ostalo, uz razne pojedine oznake.



**Slika 5.6.5. Struktura vitamina B1**

Danas je vitamin B<sub>1</sub> poznat pod stručnim nazivom tiamin. U početku su ga nazivali aneurin, misleći da mu je glavna funkcija očuvanje rada živaca. Danas znamo da je uz tu funkciju još važnija njegova funkcija u metabolizmu ugljikohidrata. Naime, bez tiamina ugljikohidrati se ne mogu pretvarati u energiju i u masti. Također je važan za stvaranje acetilkolina, za normalno funkcioniranje živaca. Tiamina ima najviše u punom zrnju raznih žitarica, zatim u mahunarkama, mesu raznih životinja i orasima. Nije osjetljiv na normalnu temperaturu, ali ga oštećuje vrela voda. Nema ga u uljima, jer je topljiv samo u vodi. U stanici tiamin je koenzim piruvat dekarboksilaze u reakcijama oksidativne dekarboksilacije 2-oksokiselina, prvenstveno piruvata i 2-oksoglutarata. Tiamin sudjeluje u pretvorbi piruvata u acetyl-CoA koji nakon toga ulazi u Krebsov ciklus, što je jedna od veza anaerobnog i aerobnog metabolizma ugljikohidrata. Posljedica nedostatka vitamina jest bolest beri-beri, ali ona je rijetka u razvijenim zemljama. Osim živčanih poremećaja kod nedostatka tiamina javljaju se i kardiovaskularni poremećaji. Osim kod bolesti beri-beri tiamin može pomoći i kod alkoholizma, hronične groznice, gastrektomije, bolesti jetre, bolesti žuči, dugotrajne infekcije, različitih crijevnih bolesti i dr. Tiamin se apsorbira i aktivno i pasivno u tankom crijevu. Aktivno znači da mu je potrebna pomoć enzima. Pasivno se transportira kroz sluznicu tankog crijeva kad ga ima dovoljno, toliko da može bez pomoći enzima ući u stanicu crijeva. Otuda krvotokom vene porte dolazi u jetru pa u srce, u mozak i u mišiće kostura. Kad obavi svoje funkcije, odlazi krvotokom u bubrege i izluči se urinom. Odrastao čovjek treba ga dnevno 1 do 1.5 mg, a djeca u rastu, trudnice i dojilje više. Ako se nekontrolirano

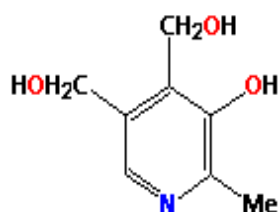
uzima, do 5 mg na dan, može biti iskorišten organizmu ako mu je potreban, inače količine veće od 5 mg odlaze iz tijela kao neupotrijebljen "lijek" stolicom odnosno urinom. Alkohol (etanol) koči aktivnu apsorpciju tiamina. Uz to i sam alkohol izravno oštećuje srčani mišić, pa se danas beri-beri najčešće i viđa u kroničnih alkoholičara.

**Riboflavin (vitamin B2).** Otkriven je tek 1934. g. Naime, 1933. g. otkriveno je da se radi o termostabilnoj tvari, u kojoj se kriju 4 vitamina. Jedan od njih je bio riboflavin. Izoliran je kao žuti faktor rasta i sintetiziran 1935. g. Te je godine i konačno nazvan riboflavin. To je zapravo pigment kojemu su ključni dijelovi dva koenzima, važni u reakcijama oksidacije i redukcije odnosno u proizvodnji energije. Glavna funkcija riboflavina je održavanje kože i sluznica zdravima, osiguranje zdravlja očne rožnice i živčanih ovojnica i osiguranje unutarnjeg staničnog disanja jer im donosi kisik. Taj se složeni vitamin unesen hranom na usta već u želucu rastavlja na svoje dvije komponente i kad dođe u tanko crijevo ta se dva njegova dijela pojedinačno resorbiraju kroz sluznicu tankog crijeva. Krvotokom stigne u jetru, gdje bude dijelom uskladišten, a dijelom se uskladišti u srcu i bubrežima. Izlučuje se urinom, kao proizvod oksidacije. Riboflavina ima najviše u jetri i bubrežima raznih životinja, u kvascu i mliječnim proizvodima, ribama, špinatu i brokuli. U žitaricama ga ima vrlo malo. Deficit riboflavina često je udružen s deficitom drugih vitamina skupine B. Istaknut znak deficita su žvale, kako se naziva pucanje kože i sluznice u kutovima usana. Oko nosnica se javlja ljuskasta upala kože, dermatitis. Kod životinja se deficit javlja s još jačim smetnjama. Blagi deficit kod ljudi javlja se osjećajem pečenja kože i očiju, glavoboljom, poremećajima probave, depresijom i upalom kože ženskih i muških spolnih organa. Dnevna potreba kreće se između 1.2 do 1.7 mg, a nešto je veća za trudnice i dojilje. U terapijskim dozama nije primijećeno trovanje, ali kod osoba koje uzimaju 3 do 4 puta i više preparate tog vitamina urin se oboji žuto, jer organizam suvišne količine izlučuje preko bubrega mokraćom.

Tabela 5.6.5. RDA za riboflavin

Kategorija stanovništva	RDA (mg/dan)
Bebe	0.4-0.6
Djeca 1-3 godine	0.8
Djeca 4-6 godina	1.0
Djeca 7-10 godina	1.4
Muškarci	1.6
Žene	1.2
- u trudnoći	1.5
- u toku dojenja	1.7

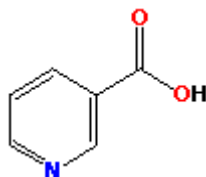
Riboflavin je . vitamin B kompleksa i još se naziva i laktoflavin. Narandžastožuti je prašak gorka okusa, a njegova otopina je žute boje. Riboflavin je dio koenzima FAD i koenzima FMN. Izoaloksazinski prsten riboflavina djeluje kao reverzibilni redoks-sistem. Važan je dio kod NADH-dehidrogenaze u respiratornom lancu, sudjeluje i u prenosu vodika u sistemu oksidativne fosforilacije. Stoga stvaranje energije u stanicama nije moguće bez riboflavina. Zeleno povrće kao što su brokula i špinat predstavljaju bogate izvore riboflavina.



Slika 5.6.6. Struktura vitamina B2

**Vitamin B<sub>3</sub> - nijacin, nikotinska kiselina.** Povijest nijacina ide u korak s otkrićem Amerike. Španjolski osvajači su s poluotoka Jukatana (Meksiko) donijeli u Europu kukuruz. Oko dva stoljeća kasnije španjolski liječnik *Gaspar Casal* opisao je kod oboljelih Španjolaca bolest pelagru, dokazujući da je ta bolest posljedica

neuhranjenosti, dakle bolest čvrsto povezana s jednoličnom, a deficitarnom prehranom. Javljala se najčešće u siromaha koji jedu isključivo kukuruz i proizvode napravljene od kukuruznog brašna. *Casal* je bolest opisao kao bolest koja se javlja s upalom kože (dermatitisom), proljevom (dijareom) i poremećajem uma (demencijom). Bolest je kasnije bila poznata kao bolest triju slova D, po prvom slovu tih triju riječi. K tome valja dodati i četvrto slovo D (*death* = smrt). Sam naziv dolazi od talijanskih odnosno španjolskih riječi *pelle agra* = hrapava, gruba koža. Prvi je pelagru počeo liječiti hranom, dajući bolesnicima umjesto kukuruza razne druge žitarice, dr. *Goldberger* u jednoj duševnoj bolnici u SAD davne 1914. godine. Kasnije su istraživači dokazali da nijacin, odnosno nikotinska kiselina nastaje razgradnjom iz aminokiseline triptofana. Njezina sol zove se nikotinamid ili nijacinamid ili, skraćeno, nijacin. Triptofan je prekursor nijacina.

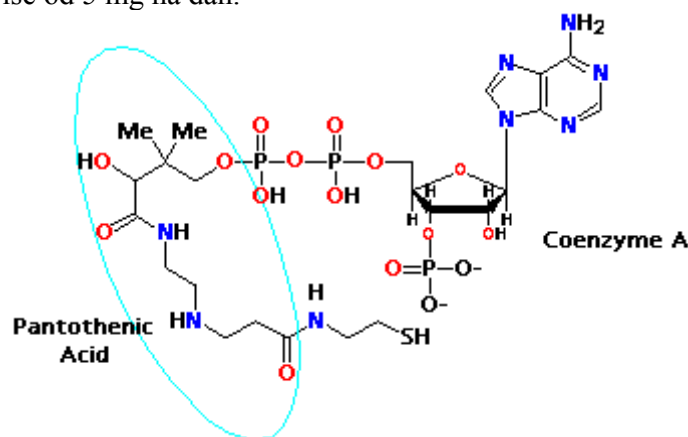


***Slika 5.6..7..Nikotinska kiselina***

Glavni izvori nijacina su mlijeko i mliječni proizvodi, meso raznih životinja i peradi, mahunarke, jaja, riba losos i kikiriki, a u umjerenoj količini ima ga i u zrnima žitarica, dakle uglavnom u namirnicama koje su bogate bjelančevinama. Dnevne doze nijacina su 13 do 20 mg. Za djecu je dovoljno dnevno 9 do 16 mg, za žene 13 do 15 mg, dok je za odrasle muškarce dnevna doza od 13 do 20 mg. Trudnicama i dojiljama dozu treba povećati za 10 do 20%. Kuhanje i antibiotici uzeti na usta, te bolesti koje oštećuju resorpciju u tankom crijevu ometaju apsorpciju i djelovanje nijacina. I aminokiselina leucin ometa iskoristivost triptofana kao prekursora niacina. Naime, iz 60 mg triptofana dobije se 1 mg niacina, dakle 60:1 je ekvivalent triptofana niacinu



**Vitamin B5 - pantotenska kiselina.** Taj vitamin sudjeluje u metabolizmu masti i ugljikohidrata a i nekih aminokiselina. Sintetiziraju ga razni mikroorganizmi u debelom, ali i u tankom crijevu. Zbog toga ga hranom ne bi trebali ni unositi. Tome duguje i svoje ime (grč. *pan* = sve). Otkriven je slučajno kad je analiziran sadržaj kvasca pri ispitivanju faktora rasta protiv dermatitisa. Pantotenska kiselina je u prirodi prisutna svugdje i po tome joj je i ime. Najviše je ima u životinjskim proizvodima, mahunarkama i punom zrnju žitarica. Deficit u ljudi javlja se samo kod teških oblika pothranjenosti, zajedno s deficitom ostalih vitamina te u specijalnim dijetama, u kojima nema dovoljno vitamina skupine B. Prisutan je i kod kroničnih alkoholičara. Glavni simptom je "pečenje stopala". Opažen je kod ratnih zarobljenika u Drugom svjetskom ratu. Dnevne doze kreću se od 3 do 7 mg dnevno za odrasle. Djeci do 11 godina dovoljno je 2 - 3 mg dnevno, a trudnicama i dojiljama davali su u SAD nešto više od 5 mg na dan.



Slika 5.6.8. Vitamin B5 - pantotenska kiselina

**Piridoksin (vitamin B<sub>6</sub>).** Sačinjava grupu nekoliko strukturno sličnih spojeva. Može doći i u drugim oblicima sličnim piridoksinu, a to su piridoksal i piridoksalamin. Osjetljiv je na svjetlo, i svi pripravci s njim moraju se čuvati podalje od svjetla. Piridoksin je iznimno važna komponenta u staničnoj izmjeni tvari. Manjak piridoksina se javlja vrlo rijetko. Prisutan je u raznom voću i povrću, orasima, bananama, mahunarkama, mrkvi, itd.

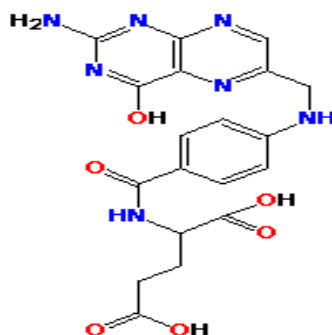


**Slika 5.6.9. Struktura vitamina B6**

Godine 1934. mađarski znanstvenik dr. Gyorgy je u štakora, kojima je davao neadekvatnu dijetu, uzrokovao dermatitis. Uspio ih je liječiti dajući im vitamin B<sub>6</sub> - piridoksin. Građa piridoksina i njegova sinteza utvrđeni su 1939. godine. Aktivan oblik piridoksina, poznat pod imenom piridoksal fosfat, definiran je tek tijekom Drugoga svjetskog rata. Prirodni izvori piridoksina su meso peradi, svinjsko meso, ribe, jaja, jetra i bubrezi, a od biljaka soja, zob, kikiriki, nepolirana riža i orasi. Ne apsorbira se sav vitamin unesen hranom, nego tek oko 60 do 80 % i to više iz životinjskih, a manje iz biljnih namirnica. Glavna funkcija piridoksina je sudjelovanje u metabolizmu bjelančevina, ugljikohidrata i masti. Pomaže i pri stvaranju eritrocita (crvena krvna tjelešca). Dnevna doza kreće se od 1.5 do 2.2 mg. Doza je i za muškarce i za žene razmjerna količini bjelančevina u svakodnevnoj hrani. Treba biti nešto veća u trudnica i dojilja, oko 10% veća nego kod ostalih ljudi. Deficit piridoksina javlja se pri uzimanju nekih lijekova koji koče njegovo djelovanje, zatim kod kroničnih bolesti, a osobito kod kroničnog alkoholizma i kod loše apsorpcije u tankom crijevu. Kronični alkoholizam snižava razinu piridoksina u tijelu zbog oštećene sluznice probavnog kanala i redovno prisutnog alkoholnog oštećenja jetre. Piridoksin, koji je normalno vezan na bjelančevine što ga nose (apoprotein), se teško od njih oslobađa kod alkoholičara, a k tomu je u njih povećana razgradnja i izlučivanje piridoksina iz tijela. Slika deficita piridoksina prilično je slična slici deficita riboflavina i nijacina. Bolesnici obole od upale jezika, ozljeda usta i usnih kutova, od oštećenja perifernih živaca. Javljaju se i promjene na koži. Često su razdražljivi i nervozni te pate od nesаницe. Kod neke djece koja ne dobivaju dovoljno tog vitamina mogu se javiti grčevi nalik padavicu.

**Vitamin B<sub>9</sub> - folna kiselina.** Anemiju u Indiji bilo je nemoguće liječiti sve dok se engleski liječnik *Lucy Wills*, promatrajući učestalost te vrste slabokrvnosti kod indijskih tekstilnih radnica - trudnica u Bombaju, koje u svojoj hrani nisu imale ni životinjskih ni biljnih bjelančevina, nije 1933. godine odlučio davati im ekstrakt jetre ili kvasca, uvjeren da je ta anemija posljedica deficitarne prehrane. Kad je 1946. godine folna kiselina bila hemijski analizirana kao pteroil-glutaminska kiselina i iste godine i sintetizirana, postalo je jasno da je uzrok anemije bombajskih trudnica deficit upravo te kiseline. Osnovna funkcija te kiseline je sudjelovanje u biološkoj sintezi DNK. Po svom učinku slična je vitaminu B<sub>12</sub>, ali folna kiselina ne sudjeluje, kao taj vitamin, u sintezi RNK.

Derivati folne kiseline zovu se folacini, imaju sličnu osnovnu građu i biološke funkcije. Važna je za normalno stvaranje svih stanica, ali osobito stanica krvi, posebice eritrocita. Prirodni izvori folne kiseline su svinjska, goveđa, pileća i janjeća jetra, a kod biljaka najviše je ima u špinatu, šparogama, kvascu, pšeničnim mekinjama i suhom grašku. U manjim količinama ima je u većini biljnih i životinjskih namirnica.

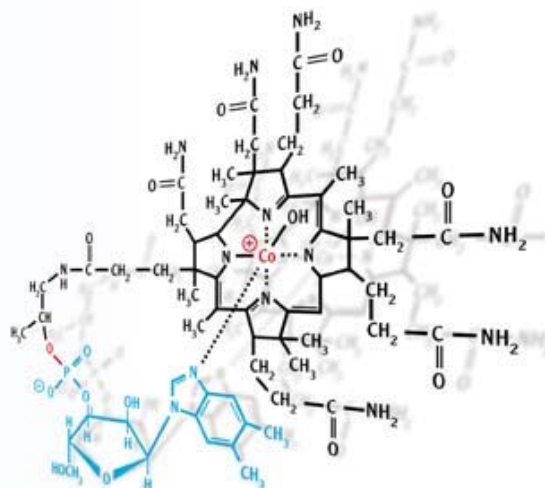


*Slika 5.6.10..Folna kiselina*

Ime folna dobila je po tome što je najprije otkrivena u lišću (*lat.folium* = list) raznih vrsta povrća, posebno povrća sa zelenim lišćem. Kuhanje, osobito kipuća voda, razara folnu kiselinu. Ne resorbira se u cijelosti u tankom crijevu. Normalne dnevne količina folne kiseline su oko 4 mg dnevno. Deficit se liječi davanjem 5 mg dnevno danima, pa i

sedmicama. Od deficita nikad neće oboljeti osobe koje svakog dana jedu svježe povrće i voće ili popiju čašu prirodnog voćnog soka. Nažalost, deficit folne kiseline javlja se u siromašnijih ljudi koji jedu dugo kuhanu hranu i vrlo često u kroničnih alkoholičara. Trudnice su posebno osjetljive na manjak tog vitamina. Siromašne žene u trudnoći često obole od makrocitne anemije zbog manjka folne kiseline.

**Vitamin B<sub>12</sub> - cijanokobalamin.** Sredinom prošlog stoljeća britanski liječnik *Thomas Addison* opisao je bolest koja se vrlo sporo razvija i izaziva neizlječiv oblik anemije. Nazvali su je perniciozna (lat. *perniciosus* = poguban, opasan). Oko pet godina kasnije, 1860. g., američki liječnik *Austin Flint* dokazao je da je ta bolest prisutna u osoba kojima su želučane žlijezde degenerirale. Kasnije, 1893. g., poznati liječnik dr. *William Osler* u svojoj knjizi, opisujući oboljele od perniciozne anemije, napisao je da im je želučana sluznica potpuno atrofična, a u stražnjim stupovima kralješnične moždine prisutna skleroza. Posljedice su bile jasne, ali uzrok toj anemiji i popratnim pojavama na želucu i kralješničnoj moždini niko nije mogao protumačiti. Američki liječnik u Bostonu, dr. *George R. Minot* objavio je 1926. g. u američkom medicinskom časopisu *JAMA*\* sa suradnikom *William P. Murphyjem* članak: "Liječenje perniciozne anemije specijalnom dijetom". Tvrdio je da je to poremećaj prehrane koji se može liječiti davanjem velikih količina teleće jetre, najmanje 100 do 200 grama dnevno. Za to otkriće *Minot* je dobio Nobelovu nagradu. Poslije toga bolesnicima je umjesto jetre davan u vodi topljiv ekstrakt jetre u obliku injekcije. Unatoč tome pravi uzrok bolesti nije otkriven, iako je postignut izvanredan uspjeh u liječenju jetrom. Glavna funkcija kobalamina je pomoć pri stvaranju svih, a osobito krvnih stanica, ponajprije eritrocita. Osim toga kobalamin je potreban za pravljenje ovojnice živaca. Njegova funkcija za sintezu DNK i masnih kiselina prema tome je jasno izražena i dokazana. Vegetarijanci koji drže ekstremnu vegan-dijetu mogu oboljeti od deficita kobalamina jer njega ima samo u životinjskim proizvodima. Kod njih treba proteći nekoliko godina prije nego se pojavi deficit. Vegetarijanci u zemljama u razvoju spase se od deficita zahvaljujući možda bakterijama koje zagade njihovu hranu, a te bakterije same sintetiziraju svoj vitamin.



*Slika 5.6.11. Vitamin B12 Cijanokobalanamin*

**Askorbinska kiselina (vitamin C).** Vitamin C je antiskorbut vitamin. Iz povijesnog dijela znamo da je skorbut, ta smrtonosna bolest, bio strah i trepet mornara i moreplovaca-istraživača dalekih oceanskih prostranstava. Oni su se hranili sušenom govedinom i dvopekom, bez mogućnosti da dođu do voća i povrća, jer su mjesecima boravili na morskoj pučini. Davne 1747. godine, u vrijeme kad nitko nije znao što je to skorbut, a još manje što su vitamini, bolest je desetkovala mornare na dugim preookeanskim plovidbama. U Engleskoj ju je jedan liječnik, dr. *James Lind*, uspješno liječio. Uvjeren da je zagonetka u hrani, izabrao je 12 mornara oboljelih od skorbuta, davao im svima jednaku brodsku hranu i smjestio ih u isti dio broda. Uz uobičajenu hranu dvojici njih je dodavao jabukovaču, dvojici "sulfuričnu" kiselinu, dvojici ocat, dvojici morsku vodu, dvojici smjesu sastavljenu od zdrobljenog češnjaka, gorušice ili senfa, smole i mirhe, a dvojici sokove naranče i limuna. Nakon sedam dana svi su pregledani. Ozdravila su samo ona dvojica koja su dobivala sokove naranče i limuna, ona dvojica koja su dobivala jabukovaču osjećala su se nešto bolje, dok se u ostala četiri para stanje pogoršalo. Engleska javnost nije mogla vjerovati da bi sok naranče i limuna mogao liječiti takvu bolest kakva je skorbut, koja je danomice odnosila živote snažnih, mladih mornara na dugim plovidbama. Teško je

vjerovati da taj liječnik nije znao za opis skorbuta i njegovo liječenje sokom naranče koje je objavio nizozemski brodski liječnik dr. *Ronsseus* davne 1564. godine. Nizozemska istočno-indijska kompanija, naslućujući važnost svježeg voća u suzbijanju skorbuta, uredila je na otoku Sveta Helena nasade voća i povrća da bi njima opskrbila svoje brodove koji su putovali iz Europe u Indiju i obratno. Što je skorbut, tada nitko nije znao. Danas znamo da je ta bolest posljedica potpunog nedostatka vitamina C, koji se hemijski zove *askorbinska kiselina*. Manjak tog vitamina, avitaminoza C, teška je, smrtonosna bolest. Najbolje to pokazuje činjenica da je u američkom građanskom ratu od skorbuta oboljelo 45.910, a umrlo 771 osoba, a i u drugim je vojskama smrtnost bila visoka, u nekim čak do 30 %. Portugalski pomorac *Vasco da Gama* (1469-1524) na jednom je putovanju oceanima od 160 članova posade izgubio od skorbuta 60. Još je gore prošao poznati *Ferdinand Magellan* (1480-1521), čija je posada gotovo potpuno stradala od skorbuta. Mnogo bolju sudbinu doživjeli su mornari engleskog pomorca *Jamesa Cooka* (1727-1779). Na njegovu brodu "Resolution" umro je samo jedan čovjek poslije tri godine krstarenja morima zahvaljujući tome što je Cook svojoj posadi omogućavao osim ostalih prikladnih životnih uvjeta i odgovarajuće namirnice, osobito kiseli kupus, a pri svakom pristajanju uz kopno dodavao im povrće i svježe voće, iako nije imao pojma ni o uzrocima skorbuta, a još manje o vitaminima. Vjerojatno se, zahvaljujući iskustvima Cooka, a možda i Nizozemaca, dr. *Lind* i odlučio na spomenuti pokus s mornarima, pa je u svojoj knjizi, "*Treatise of scurvy*" (Liječenje skorbuta) opisao tu tada strašnu, smrtonosnu bolest s pojavom krvarenja sluznica i kože, s osjećajem umora i bolima u kostima. Bolesnicima krvare i ispadaju zubi, nepce im je krvavo i otečeno, iz usta izbija neugodan zadah, mokraća je krvava, krvarenje iz nosa i krvavi podljevi na nogama sve su češći što bolest duže traje. Zbog smanjene otpornosti organizma u mnogih se bolesnika javlja infekcija uzrokovana raznim klicama. Sklonost krvarenju je jedna od glavnih osobina skorbuta. Došavši na sjevernoamerički kontinent, francuski naseljenici umirali su od skorbuta sve dok od američkih Indijanaca nisu naučili da ih od te bolesti može zaštititi jedenje kore omorike, osobito njezinih fermentiranih iglica. Jedan američki pisac opisao je slučaj mornara, koji se čudesno izliječio od skorbuta kad je redovnoj hrani svakog dana dodavao svjež sirov luk. Skorbut je desetkovao i druge putnike koji dugo nisu imali mogućnosti doći do

svježeg povrća i voća. Na primjer, putovanje europskih naseljenika s istočne strane Amerike prema zapadnoj, prema Kaliforniji na putu kroz pustinjske krajeve. U Engleskoj su dva liječnika učinila pokus na zamorcima. Davali su im samo žitarice i izazvali skorbut. Taj svoj pokus objavili su 1907. g. u Londonu. Znajući vjerojatno za Lindov pokus, engleski liječnik *S. Zilva* ekstrahirao je iz limuna 1921. g. antiskorbutni faktor, ali nije znao njegovu hemijsku građu. Godine 1928. je *Szent-Gyorgy* u Mađarskoj, nastojeći otkriti hemijsku građu "antiskorbutnog faktora", uspio je izolirati heksuronsku kiselinu, nazvanu tim imenom vjerojatno zbog hemijske bliskosti s heksozama, najjednostavnijim šećerima, među kojima glavno mjesto ima glukoza. Godine 1933. dogovorno su *Szent-Gyorgy* i američki istraživač *Haworth*, koji ju je također izolirao, dali toj kiselini ime askorbinska kiselina (prema riječi skorbut, gdje slovo a znači bez). Te su godine i dva angloamerička liječnika objavila hemijsku strukturu vitamina C. Već slijedeće godine su *Haworth* i *Hirst* objavili da im je uspjele sintetizirati askorbinsku kiselinu. Bilo je posve jasno da su antiskorbutni faktor - heksuronska i askorbinska kiselina - jedno te isto, da je to vitamin C.



**Slika 5.6.12. Struktura vitamina C**

Danas znamo da mnoge životinje (izuzev primata, zamoraca i jedne vrste šišmiša u Indiji te nekih ptica) mogu same napraviti vlastiti vitamin C iz monosaharida D-glukoze ili D-galaktoze.

Vitamin C je:

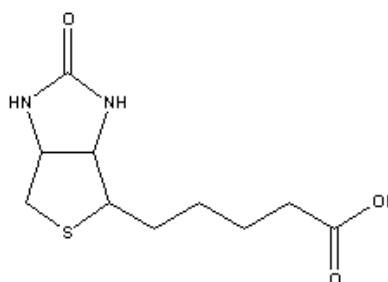
1. važan antioksidans, uništava slobodne radikale kisika
2. bitan je za proizvodnju kolagena, veziva koje spaja stanice i tkiva, omogućava održavanje kostiju, hrskavice, zubi i kapilara
3. štiti liposolubilne vitamine A i E od oksidacije
4. sprječava i oksidaciju masnih kiselina
5. povisuje apsorpciju željeza

6. štiti od infekcija i od karcinogenih nitrozamina.

Nije dokazana tvrdnja nobelovca *Linusa Paulinga* da askorbinska kiselina u velikim dozama štiti od prehlade. Sva brojna dosadašnja istraživanja nisu mogla znanstveno potvrditi Paulingovu tvrdnju. Ipak, znanstvenici smatraju da velike doze vitamina C uzimane tokom prehlade mogu ublažiti simptome, jer vitamin C ima antihistaminski učinak. Ne može se potpuno zanemariti ni tzv. placebo učinak. Neophodan je za normalno formiranje proteina kolagena, koji je važan konstituent kože i vezivnih tkiva kao i vitamin E, za apsorpciju željeza. Vitamin C se lako razgrađuje oksidacijom, posebno na visokim temperaturama i gubi se tokom prerade, skladištenja i kuhanja. Najbolji izvor vitamina C su citrus plodovi, rajčica, kupus i zelena paprika, špinat, cvjetača, brokule. Krompir je također dobar izvor iako mu je sadržaj vitamina C relativno nizak, ali su količine koje čovjek konzumira veće a time i apsolutni unos veći. U mesu i mliječnim proizvodima ima ga veoma malo, a u žitaricama ga praktički nema. Uzet hranom, vitamin C se resorbira u tankom crijevu i to aktivno. Kad uđe u krvotok cirkulira slobodno po cijelom tijelu i tako dolazi u sve stanice i tkiva. Ako se uzme više od 90 do 150 mg na dan suvišak se izluči mokraćom, razgrađen na metabolite, ponajprije oksalate (soli oksalne kiseline). Uzima li se dnevno do 200 mg ili više, tada se znatan dio hemijski nerazgrađene askorbinske kiseline izlučuje iz tijela mokraćom. Normalna dnevna doza vitamina C prema novijim RDA preporukama je 60 mg za odrasle, ako se pretpostavi da se iz hrane apsorbira 85 %. K tome je uračunat i izvjestan gubitak kuhanjem i ostalim načinima pripremanja jela. Pušačima se preporučuje do 100 mg dnevno. Savjetuje se trudnicama dodati 10 mg na dan, a dojiljama 35 mg. Djeca do šest mjeseci trebaju 30 mg dnevno, a ostala djeca iste doze kao odrasli. Hipervitaminoza C javlja se kod mnogih osoba koje uzimaju velike doze vitamina u obliku tableta ili u drugim farmaceutskim i komercijalnim pripravcima. Te "mega-doze" uzrokuju niz smetnji. Mnogi bolesnici ne mogu spavati, neki obole od bubrežnih oksalatnih kamenaca, kod nekih osoba jave se proljevi, kod nekih smanjuju količinu kisika u tkivima, ponekad srce može nepravilno kucati, a opisuju se još neke nuspojave.



**Biotin (vitamin H).** Biotin u ljudskom organizmu ima centralnu ulogu u metabolizmu ugljikohidrata, aminokiselina i masti. Dio je enzimskog sistema koji povezuje izgradnju i razgradnju pomenutih biomolekula, izvora energije u stanicama. Biotin je prijenosnik karboksilne grupe tj, ugljen dioksida (hidrogenkarbonata), važan u svim karboksilacijama u intermedijarnom metabolizmu. Banane, vrste povrća kao što su cvjetača i mrkva predstavljaju dobar izvor biotina. Nije poznata avitaminoza zbog slabe prehrane jer se biotin stvara u crijevima pod uticajem crijevne flore. Samo u slučajevima teškog oštećenja crijevne flore ili konzumacije sirovog bjelanjka (koji sadrži antimetabolit biotina-avidin) može doći do razvoja nedostatka biotina. On se očituje kroz dermatitis, bolove u mišićima, anoreksiju, blagu anemiju itd.



**Slika 5.6.13. Struktura vitamina H**

Taj vitamin iz skupine vitamina B otkriven je 1901. godine. Ime je dobio prema grč. riječi *bios* = život. Zapažen je kao dotad nepoznata tvar koja povećava rast kvasca. Građa biotina određena je tek 1942. godine. Glavne funkcije su mu utjecanje na rast kvasca, na normalne funkcije i rast bakterija i životinja. Crijevne bakterije kod čovjeka svakodnevno ga dovoljno sintetiziraju, pa dosad nije opisan deficit tog vitamina. Primijećen je samo kod životinja hranjenih bjelanjkom jaja, koji sadrži jedan protein poznat pod imenom avidin. Čim se avidin spoji s biotinom, probavni kanal ga ne može apsorbirati. Biotin je koenzim. Djeluje uz pomoć vitamina B<sub>12</sub>, što potvrđuje povezanost funkcija i djelovanja vitamina skupine B. Ljudi ga, što je spomenuto,

ne trebaju unositi hranom. Unose ga i nehotice uzimanjem kvasca, soje te janjeće i svinjske jetre. Inače bi dnevna doza trebala iznositi 150 do 300 mg. Dokazan je deficit piridoksina kod svake pete prividno zdrave osobe. Taj deficit otvara put razvoju ateroskleroze, što je posljedica pogoršanog metabolizma aminokiseline metionina, zbog čega se povisi nivo homocisteina. Deficit piridoksina otvara put pojavi o hormonima ovisnom raku dojke i uterusa u žena, a u muškaraca raku prostate.

### **5.6.2. Mineralne tvari u voću i povrću**

Od mineralnih tvari potrebnih ljudskom organizmu razlikujemo

- elektrolite,
- makromineralne i
- mikromineralne ili elemente u tragu.

Minerali su anorganske tvari. Prirodno se nalaze u tlu i u vodi, a otuda dopiru u biljni organizam. Mnogi minerali su esencijalne tvari, dakle pripadaju tvarima koje ljudski (i životinjski) organizam mora unijeti hranom ili pićem izvana. Uneseni hranom i pićem stižu u ljudski organizam u mnogo većoj količini nego vitamini. Kod odrasle osobe minerali čine čak oko 4 % tjelesne mase. Najviše ih ima u kostima.

Među makromineralne (grč. makros = velik) spadaju elektroliti:

- kalcij
- magnezij
- fosfor i
- sumpor.

Među mikromineralne (grč. mikros = malen) ubrajamo one koji se nalaze u vrlo maloj količini u našem tijelu. To su željezo (Fe), cink (Zn), jod (J), bakar (Cu), mangan (Mn), fluor (F), krom (Cr), selen (Se), molibden (Mo), arsen (As), nikal (Ni), litij (Li), vanadij (Va), silicij (Si) i bor (B). Mineralne tvari su u formi soli organskih i anorganskih kiselina ili kompleksnih organskih kombinacija (klorofil, lecitin, itd.) u mnogim slučajevima otopljene u staničnom soku. Povrće je mnogo bogatije u mineralnim tvarima nego voće. Sadržaj mineralnih tvari je između 0.60 i 1.80%. Više od 60 % su elementi K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Al, P, Cl, S. Povrće koje je

posebno bogato mineralnim tvarima je: špinat, mrkva, kupus i rajčica, dok u voće bogato mineralnim tvarima spadaju jagode, trešnje, višnje, breskve. Posebno je važno prisustvo kalija i fosfora, koji je uglavnom prisutan u povrću. Povrće obično sadrži više kalcija nego voće: zeleni grašak, kupus, luk sadrže više od 0.1 % kalcija. Odnos Ca/P je esencijalan za fiksaciju kalcija u ljudskom tijelu i ova vrijednost je normalna 0.7 za omladinu i 1 za djecu. Određeno voće je važno za odnos Ca/P a to su: kruška, limun, naranče kao i divlje jagodičasto voće.

Iako je sadržaj Fe u ljudskom tijelu vrlo nizak ima važnu ulogu kao konstituent hemoglobina. Glavni izvori željeza su jabuka i španat. Soli iz voća učestvuju u baznim reakcijama koje omogućavaju kiselinско-baznu ravnotežu u ljudskom tijelu.

***Tabela 5.6.6. Prosječne dnevne potrebe unosa minerala u organizam***

<b>Minerali</b>	<b>Dnevna potreba</b>
Bakar	1.5-3 mg
Cink	15 mg
Fluorid	1.5-4 mg
Fosfor	800 mg
Jod	150 mcg
Kalcij	1000 mg
Kalij	2000 mg
Klorid	750 mg
Krom	50-200 mcg
Magnezij	350 mg
Mangan	2.5-5 mg
Molibden	75-250 mcg
Natrij	500 mg
Selen	70 mcg
Sumpor	nije utvrđeno
Vanadij	nije utvrđeno
Željezo	10 mg

**Potrebe u mineralima.** Minerali su esencijalni makroelementi (prisutni u organizmu u koncentraciji većoj od 0,005%): natrij, kalij, kalcij, fosfor, magnezij, klor i sumpor. Minerali imaju različite uloge u organizmu: čine neophodne strukturne komponente (Ca, P, Mg), učestvuju u različitim enzimskim sistemima (Ca, P, Mg), učestvuju u ravnoteži tečnosti (Na, K), u celularnoj funkciji (Ca, Na, K) i neurotransmisiji (Ca, Mg, K). Deficit nastupa u patološkim stanjima (proljevi, povraćanje, jako znojenje). Esencijalni mikroelementi (u organizmu zastupljeni u koncentraciji manjoj od 0,005%) tjelesne težine su: željezo, jod, bakar, mangan, cink, kobalt, molibden, selen, hrom, kositar, vanadij, fluor, silicij i nikal.

*Tabela 5.6.7. Posljedice pomanjkanja minerala, voće i povrće u kojima se nalaze*

<b>Minerali</b>	<b>Znakovi pomanjkanja</b>	<b>Voće i povrće u kojima se nalaze</b>
Kalcij	Slaba kosa, kosti, zubi i nokti, nesanica	Tamno zeleno povrće, suho voće
Bakar	Gubitak boje kose, tanka koža	Zeleno povrće
Jod	Problemi sa tiroidnom žlijezdom, suha i naborana koža	Luk
Željezo	Bljedilo, bezsjajna koža i nokti, slaba vitalnost, ispucana kosa, iziritirana koža	Lisnato povrće, peršun
Magnezij	Problemi sa kožom, slaba vitalnost, slabi mišići, slabi metabolizam kalcija i vitamina C, razdražljivost	Suho voće, orasi, lisnato povrće, jabuke, celer, limun, smokve
Fosfor	Propadanje kostiju, slabi mišići, umor	Mahunarke, zeleno povrće, orasi
	Slabost u mišićima, slaba	Banane, suho voće

<b>Minerali</b>	<b>Znakovi pomanjkanja</b>	<b>Voće i povrće u kojima se nalaze</b>
Kalij	probava, suha koža, dermatitis	
Selen	Preuranjeno starenje, gubitak elastičnosti kože, prhut	Mahunarke, češnjak, paradajz, luk
Silicij	Mlitavost, slabi nokti, slaba kosa	Zeleno povrće
Sumpor	Lomljiva i bez sjaja kosa, slabi nokti	Kupus, jabuke, mahunarke, luk
Cink	Neelastična koža, bijele mrlje na noktima, gubitak kose, bore	Zeleno povrće

Oligoelementi u organizmu imaju brojne uloge: strukturne (fluor), regulatorne u funkciji hormona (Zn, Mg, Cr), kao sastavni dio enzima i u mnogim metaboličkim procesima (Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Se). Deficiti u oligoelementima nisu uobičajeni (izuzetak je parenteralna ishrana ili hronična dijaliza) i mogu se odnositi samo na željezo i jod. Deficit minerala nastaje: usljed niskokalorične ishrane, slabog unosa, povećanih potreba i slabe iskoristljivost (vlakna, fitati, oksalati, tanini u ishrani)

### **5.6.3. Prevencija djelovanja slobodnih radikala antioksidantima iz voća i povrća**

Jedna od najznačajnijih uloga fitohemikalija voća i povrća u ljudskoj prehrani je spriječavanje djelovanja slobodnih radikala. Mjerenje antioksidativne sposobnosti uobičajeno je izražavati u ORAC-u<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Oxygen radical absorbens capacity –apsorbciona moć slobodnih radikala od strane antioksidanata

**Slobodni radikal.** Slobodni radikali su hemijski spojevi s jednim ili više nesparenih elektrona u vanjskoj elektronskoj ljusci. Zbog nesparenih elektrona slobodni radikali imaju veliku hemijsku reaktivnost. To znači da su slobodni radikali visokoreaktivni molekularni fragmenti, najčešće reaktivni kisikovi atomi. U terminologiji se često koristi izraz ROS (Reactive oxygen species). Biološki značajni izvori reaktivnih kisikovih atoma (slobodnih radikala) su: superoksidni radikal, hidropersilni radikal, vodikov peroksid radikal i hidroksilni radikal. Drugi izvori reaktivnih kisikovih atoma (slobodnih radikala) su:

- enzimska aktivnost-NADPH oksidaza, ksantin-oksidaza, lipooksigenaza,
- ciklooksigenaza
- autooksidacija malih molekula-kateholamini, flavini

Slobodni radikali mogu nastati fotolizom ili pirolizom kada se prekine veza bez stvaranja jona. U formulama, slobodni radikali se obično označavaju tačkom.



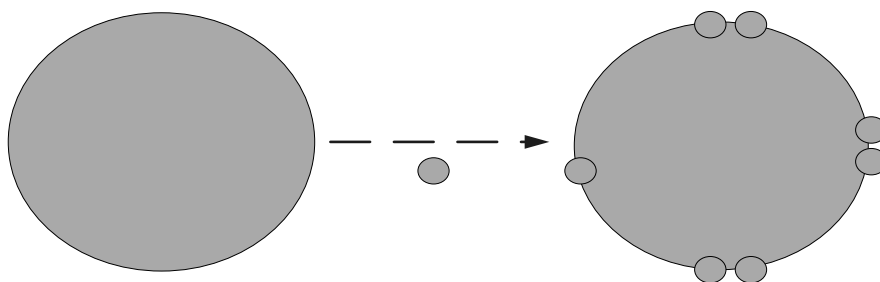
Slobodni radikali sudjeluju kao inicijatori u reakcijama oksidacije, fotolize i polimerizacije. U hemijskoj reakciji, poznatoj i kao oksidacija, dolazi do brzog i nepredvidivog spajanja slobodnih radikala s bilo kojim bliskim proteinom, lipidom, ugljikohidratom ili nukleinskom kiselinom. Vezivanjem slobodnih radikala na spomenute organske molekule mogu nastati novi spojevi, također sa svojstvima radikala i mogućnošću pokretanja novog niza neenzimskih lančanih reakcija.

**Nastanak slobodnih radikala.** Izvori slobodnih radikala mogu biti: endogeni i egzogeni. Endogeni slobodni radikali u organizmu mogu nastati tokom: metabolizma kisika, koagulacije itd. Egzogeni izvori slobodnih radikala mogu biti: dim cigarete, lijekovi, prehrana, pesticidi, radon, radioaktivno ozračivanje, UV-zračenje itd. Slobodni radikali koji nastaju u organizmu čovjeka su:

- superoksidni anion,
- perhidroksilni radikal i
- hidroksilni radikal.

**Djelovanje slobodnih radikala.** Slobodni radikali ne moraju uvijek biti štetni za ljudski organizam, što znači da u nekim fiziološkim reakcijama i staničnim funkcijama mogu posredovati kao signalne molekule. Slobodni radikali nastaju pucanjem veza unutar molekula u stanicama ljudskog organizma, pod uticajem različitih faktora, kao što su: pušenje, izloženost jonizirajućem zračenju, UV zrakama, zagađenom zraku, kao posljedica metaboličkih procesa te upala. Slobodni radikali su nestabilni, s manjkom elektrona u vanjskoj orbiti, i oni «napadaju» najbližu stabilnu molekulu, «krađući» joj elektrone. Na taj se način destabilizira stabilna molekula i ona postaje slobodni radikal, a reakcija postaje lančana, što rezultira stvaranjem sve većeg broja slobodnih radikala koji oštećuju stanice ljudskog organizma. Smatra se da su aktivni slobodni radikali učestvuju u nastanku mnogih akutnih i hroničnih kliničkih stanja, poput akutne i kronične upale (reumatoidni artritis, vaskulitis), neuroloških bolesti (moždani udar, Parkinsonova bolest, amiotrofična lateralna skleroza, Alzheimerova bolest), bolesti kardiovaskularnog sistema (ateroskleroza, hipertenzija) te malignih bolesti. Svim tim stanjima zajedničko je oštećenje biomolekula, tj. proteina, lipida i DNK, procesom oksidacije. Slobodni radikali mogu uništiti ljudski organizam u jednom danu ukoliko ne bi postojali antioksidanti.

**Zaštitna funkcija antioksidanata voća i povrća.** Antioksidanti su tvari koje štite stanice od oksidacijskog djelovanja slobodnih radikala. Antioksidanti mogu biti enzimatske i neenzimatske prirode. Ljudski organizam može vlastitim odbrambenim snagama (prirodnim antioksidantima) savladati određenu količinu slobodnih radikala. Kapacitet stvatanja antioksidanata je uslovljen ne samo genetski i spolom, već i životnom dobi, te navikama, posebno navikama u prehrani.



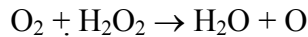
Slika 5.6.14. Antioksidant neutralizira slobodni radikal

Mnoge fitohemikalije ili fitonutritijenti – **Antioksidant** – koje je blagotvorno djeluju na zdravlje, neutralizuju slobodne radikale. Fitohemikalije čine zapravo odbrambeni sistem biljaka i vrlo su moćni antioksidanti koji djelotvorno štite od mnogih bolesti, kao što su srčana oboljenja, dijabetes, povišeni krvni tlak, osteoporoza, plućne bolesti i karcinom. Antioksidanti onemogućuju djelovanje slobodnih radikala/oksidanata kad su oni u štetnom suvišku, kad su iznad nivoa potrebnog za normalne fiziološke procese. Vežu uza se, i preobražavaju lutajuće molekule kisika, i tako zaustavljaju lančanu reakciju stvaranja sve novih i novih radikala i time neutraliziraju njihovo djelovanje. Završni uništavač slobodnih radikala/oksidanata su enzimi. To su bjelančevinasti biohemijski spojevi što ih stvara ljudsko tijelo, koji omogućavaju i nezamislivo ubrzavaju razne biohemijske procese bez kojih nema života. Enzimi ne mogu uništavati slobodne radikale/oksidante bez prisustva, pomoći koenzima (kofaktora), a naročito antioksidanata. I jedne i druge ljudsko tijelo crpi iz hrane, i to iz biljne hrane. Primjer: superoksid ( $O_2$ ) vrlo je snažan oksidant; enzim superoksid-dismutaza, snažan antioksidant, transformirat će superoksid u slabiji oksidant, u vodikov peroksid ( $H_2O_2$ ), ali to može ostvariti samo uz pomoć koenzima bakra, cinka ili magnezija, te uz pomoć antioksidanta vitamina E i selen. Tada nastupa enzim glutation-peroksidaza, antioksidant koji vodikov peroksid pretvara u vodu i

elek



obični kisik, koji nisu oksidanti. Sav opisani hemijski proces teče ovako:



Antioksidanti u organizmu mogu da usporavaju starenje, snižavaju razinu kolesterola, smanjuju rizik od ateroskleroze, štite od srčanog i moždanog udara, smanjuju rizik nastanka raka, pomažu suzbijanju rasta tumora, pomažu detoksikaciju kancerogenih tvari, štite oči od procesa odumiranja makule. pomažu u odbrani od štetnih posljedica duhanskog dima, pružaju zaštitu od hroničnih plućnih bolesti kao što su astma, bronhitis i emfize, pružaju zaštitu od ekoloških zagađivača itd.

U prirodne antioksidante ubrajamo karotenoide od kojih su najpoznatiji beta karoten, likopen i lutein. Takođe u antioksidante ubrajamo flavonoide i izoflavone, vitamine A, C, E, koenzim Q, zatim minerale selen i cink. Nalaze se najviše u svježem voću i povrću.

***Tabela br 5.6.8. Antioksidansi***

<b>Antioksidanti</b>	<b>Izvor u voću i povrću</b>	<b>Funkcija i zdravstveni značaj</b>
<b>Alfa - linolenska kiselina</b>	Orasi	Protuupalno djelovanje, snižuje razinu kolesterola u krvi, može pridonijeti zaštiti od raka dojke, pospješuje imunitet
<b>Beta karoten</b>	Zeleno, žuto i narančasto voće i povrće	Reducira rizik pojave katarakte, bolesti koronarnih arterija, raka pluća i dojke; pospješuje imunitet (kod osoba starije dobi)
<b>Kapsaicin</b>	Feferoni, paprike	Reducira rizik pojave raka kolona, želuca i rektuma; inhibira rast tumora
<b>Likopen</b>	Rajčica, lubenica,	reducira rizik pojave raka prostate, i kardiovaskularnih bolesti

*Tehnologija voća i povrća*

<b>Antioksidanti</b>	<b>Izvor u voću i povrću</b>	<b>Funkcija i zdravstveni značaj</b>
<b>Elagična kiselina</b>	Grožđe, orašasti plodovi, jagode, ribiz, maline,	Reducira rizik pojave raka, inhibira vezanje karcinogena na DNA, reducira razinu LDL kolesterola i povisuje razinu HDL kolesterola
<b>Flavonoli, polifenoli: katehin, teogalin</b>	Bobičasto voće	Reducira rizik pojave raka želuca, antioksidativno djelovanje, pospješuje imunitet, smanjuje sintezu kolesterola, štiti od hemijski inducirano raka i raka kože, antitumorski promotor, inhibira formiranje nitrozamina
<b>Indoli</b>	Kupus, brokula, prokulice, špinat, karfiol	Reducira rizik pojave hormonski ovisnog raka, može "inaktivirati" estrogen, potiče aktivnost glutation - S - transferaze, inhibira rast transformiranih stanica
<b>Izotiocijanati</b>	Kupus, brokula, karfiol	Reducira rizik pojave tumora induciranih duhanskim imom, inhibira karcinogene iz duhanskog dima
<b>Lignani</b>	Koštica, sjemenke	Reducira rizik pojave raka kolona, snižava razinu glukoze i kolesterola u krvi
<b>Monoterpeni</b>	Citrusi	Antioksidans, reducira rizik pojave raka (kože, dojke), inducira apoptozu, reducira produkciju kolesterola, ublažava PMS
<b>Poliaceten</b>	Peršin, mrkva, celer	Reducira rizik pojave tumora induciranih duhanskim dimom, utječe na produkciju prostaglandina.
<b>Kvercetin</b>	Kora kruške, kora jabuke,	Flavonoid, antikancerogeno djelovanje, antioksidant

*Nutritivna svojstva voća i povrća*

---

<b>Antioksidanti</b>	<b>Izvor u voću i povrću</b>	<b>Funkcija i zdravstveni značaj</b>
	luk, sok od grožđa	
<b>Sulfidi</b>	Luk	Imaju dokazani antimikrobni, antioksidativni i antikancerogeni učinak, aktiviraju enzime koji ubrzavaju inaktivaciju kancerogena
<b>Selen</b>	Mahunarke, češnjak, paradajz, luk	Bitan za stvaranje glutacione peroksidaze, glavnog antioksidansa tijela, koji se nalazi u svakoj stanici. Pomaže u smanjenju rizika od srčanih bolesti i srčanog udara.
<b>Vitamin A</b>	Mrkva, paradajz, paprika, narandža i dr.	Ima brojne važne uloge u organizmu, osim sinteze vidnog pigmenta - rodopsina, jača imunitet, smanjuje pojavu nekih zaraznih bolesti i štiti od od nekih oblika raka Također, ima blagotvoran učinak na kožu i antioksidativni učinak.

**Ostale fitokemikalije značajne u prevenciji bolesti.**

Epidemiološke studije jasno potvrđuju da način i vrsta prehrane igraju kauzalnu ulogu u razvitku raka. Eksperti procjenjuju da je oko 20 - 60% svih smrtnih slučajeva usljed raka uvjetovano načinom prehrane. Najnovija istraživanja ukazuju da prehrana bogata povrćem i balastnim tvarima sadrži komponente koje u različitim stadijima razvitka tumora djeluju kemopreventivno. Za ovakovo antikancerogeno djelovanje voća, povrća i žitarica zaslužne su ne samo **antioksidativne tvari** (vitamini A, E i C), nego i **bioaktivne tvari**:

- *balastne tvari,*
- *tvari iz fermentiranih namirnica, kao i*
- *sekundarne biljne tvari.*

Antikancerogeno djelovanje balastnih tvari počiva najvećim dijelom na njihovoj sposobnosti stvaranja kompleksa sa žučnim kiselinama, koje su potencijalno kancerogene. Skraćenje vremena boravka hrane u crijevima pri uzimanju namirnica bogatih balastnim tvarima skraćuje vrijeme kontakta kancerogenih tvari sa stijenkama crijeva, što objašnjava zaštitni učinak u nastanku raka debelog crijeva. Visok udio balastnih tvari u prehrani vodi povećanom izlučivanju estrogena (ženski spolni hormoni) preko stolice i porastu koncentracije bjelančevina koje vezuju seksualne hormone (*SHBG*). Udio slobodnog, biološki aktivnog estradiola se smanjuje, pa na taj način opada i rizik nastanka raka dojke.

U osnovi antikancerogenog djelovanja fermentiranih životnih namirnica stoji pozitivno djelovanje bakterija koje stvaraju mliječnu kiselinu (*Laktobacili*). Mnogobrojna znanstvena istraživanja pokazuju da laktobacili aktiviraju imunološki sustav, blokiraju aktiviranje prokancerogenih tvari i inaktiviraju mutagene tvari u crijevu. Novije studije pokazuju da visok sadržaj fermentiranih mliječnih proizvoda u prehrani djeluje zaštitno u nastanku raka debelog crijeva i raka dojke. Od fermentiranih životnih namirnica u srednjoj Europi najveći značaj imaju kiselo zelje i jogurt.

Profilaktičko i terapijsko djelovanje sastojaka biljaka (npr. luk, češnjak, zelje) bilo je poznato još starim Egipćanima prije oko 3.000 godina. Tek u posljednjih 10 - 20 godina razvitkom efikasnih dijagnostičkih metoda izolirane su brojne tvari s zaštitnim učinkom u namirnicama biljnog porijekla koje su nazvane "*sekundarne biljne tvari*" - fitokemikalije (*phytochemicals*). Češnjak i druge lukovice (crni luk, poriluk, zeleni luk) su stoljećima sastojci narodne medicine. Njihovi sastojci koji sadrže sumpor - **sulfidi**, imaju dokazane antimikrobni, antioksidativni i antikancerogeni učinak. Mnoge studije potvrđuju da povećani unos crnog luka i češnjaka štiti od nastanka raka želuca. Kao i mnoge druge fitokemikalije, i sulfidi inhibiraju enzime aktivacije prokancerogena, te aktiviraju enzime koji ubrzavaju inaktivaciju istih, i pozitivno utječu na imunološki sustav

**Fitoestrogeni** Fitoestrogeni su nesteroidne molekule biljnog porijekla sa djelovanjem sličnim prirodnom estrogenu, ali oko 1000 puta slabije. Vežu se na estrogenske receptore djeluju agonistički i antagonistički pa tako blokiraju štetno djelovanje estrogena, napose na tkivo dojke. Osim fitoestrogena u sojinom se proteinu nalaze i drugi korisni fitonutrijenati, kojima se pripisuju antikancerogena djelovanja.

Najčešći fitosteroli u prirodi su beta-sitosterol, kampesterol i stigmasterol, a najbogatiji prirodni izvori fitosterola su biljna ulja, sjemenke, orašidi te leguminoze. Epidemiološke i kliničke studije dokazale su da fitosteroli, povećavajući apoptozu, pružaju efikasnu zaštitu od raka dojke, a pomažu i kod prevencije razvoja najučestalijih tumora u zapadnim zemljama kao što su tumor debelog crijeva i prostate. Istraživanja su dokazala također da fitosteroli imaju pozitivan učinak na benignu hiperplaziju prostate, a postoje dokazi za njihov antiinflamatorni učinak na tkivo prostate, te protektivno djelovanje kod karcinoma dojke.

## 5.7. Vegetarijanstvo i prehrana

Vegetarijanstvo je nastalo iz više razloga: želje takvih osoba za mršavljenjem, želje da budu zdraviji, zbog običaja koje nameće filozofija osobnog života, religijskih obaveza, siromaštva itd. Vegetarijanstvo se najčešće prpoznaje među religijama. Brojne vjerske sekte i pokreti uključuju neki tip vegetarijanstva u svoja vjerovanja (Hare Krišna, kod kršćana su najpoznatiji Adventisti sedmog dana, koji su laktovegetarijanci). Vegetarijanstvo prakticiraju rastafarijanci, afrički izraliti, hindusi, budisti, tibetanci i dr. Svi budisti nisu vegetarijanci ali su protiv ubijanja životinja zbog vjere u reinkarnaciju. Bilo je vegetarijanaca među nekim svećeničkim redovima kao naprimjer među trapistima. Poznati vegetarijanci bili su *Leonardo da Vinci*, *Benjamin Franklin*, *George Bernard Shaw* i *Albert Schweizer*.

**Tipovi vegetarijanske dijete.** Vegetarijanske dijete mogu svrstati u nekoliko skupina: **semivegetarijanci**, **ovolaktovegetarijanci**, frutarijanci i vegetarijanci-vegani..

**Semivegetarijanska dijeta** ( Pesko i polo-vegetarijanci) koju su djelomični ili poluvegetarijanci (*semivegetarijanci*). Uz vegetarijansku dijetu dopuštaju sebi pileće meso i ribu, te laktoovovegetarijansku hranu, ali ne jedu crveno meso. Ovo nije u užem smislu riječi vegetarijanstvo, i zapravo bi se trebali označavati pesko i polo omnivori.

**Ovolaktovegetarijanska dijeta** obuhvata one kojima je zabranjeno jesti meso zaklanih životinja, ali koriste i jaja i mlijeko i mliječne proizvode. Takvu dijetu drže na primjer svećenici trapisti, ali i neke istočnjačke religije, *npr. Hare Krishna i Joga skupine*.

**Frutarijanci** isključuju sve vrste hrane životinjskog porijekla, ali i žitarice i mahunarke. Ishrana se uglavnom sastoji od sirovog i sušenog voća, oraha, meda i maslinova ulja.

**Vegan ili stroga vegetarijanska dijeta** uključuje samo prirodne biljne namirnice, kao što su mahunarke, žitarice, voće, povrće i sjemenje. Ne dopuštaju ni jaja ni mlijeko. Osim toga, neki vegan-vegetarijanci jedu samo sirove biljne namirnice, neki samo voće, orahe, sjemenje, maslinovo ulje, med i, samo ponekad, žitarice. Neki iz te vegan-skupine jedu samo namirnice "organski kultivirane", tzv. "zdravu hranu", kultiviranu bez pesticida, bez umjetnih fertilizatora, dakle potpuno prirodnu ili "zdravu" biljnu hranu. Izbjegavaju rafinirani šećer i industrijski priređena jela, a neki koriste velike doze (megadoze) vitamina, osobito askorbinske kiseline, prema preporuci nobelovca *Linusa Paulinga*. Neki vegetarijanci te vegan-skupine jedu samo neke namirnice biljnog porijekla, za koje vjeruju da će im produžiti život i osigurati zdravlje.

Vegan dijeta zahtijeva programiran dnevni obrok sa puno poznavanja hemijskog sastava i esencijalnih komponenti prehrane. Dobro izbalansirana vegan dijeta može sadržavati sve esencijalne aminokiseline, iz kojih naš organizam stvara vlastite proteine. Medjutim samo životinjske bjelančevine sadrže sve esencijalne aminokiseline u optimalnim omjerima za ljudski organizam. Zbog

toga životinjske proteine nazivamo kompletnim ili potpunim proteinima. Esencijalne aminokiseline kojih uopće nema ili ih nema dovoljno u žitaricama, mahunarkama, orašastom voću i povrću su:

1. metionin, nema ga u mnogim vrstama povrća, dok ga u mahunarkama nema uvijek dovoljno,
2. lizina nema u žitaricama i u orašastom voću,
3. treonina obično nema u žitaricama,
4. triptofana nema dovoljno u mahunarkama i u nekim žitaricama

Kod vegan-dijete potrebno je kombinirati namirnice skupine mahunarki sa žitaricama. Ako se naprimjer jedu orasi i suncokretovo ulje sa sojom i žitaricama, unijet će se dovoljno i metionina i lizina i treonina. Ili ako se jedu pšenični proizvodi u kojima nema lizina, ali ima metionina, onda sem mogu kombinirati s mahunarkama koje imaju dosta lizina, ali malo metionina itd. Osobe koje jedu samo biljne proteine, budući da su to nepotpuni proteini, svakog dana trebale uzeti još oko 25% više biljnih proteina.

Vegetarijanci su u pravilu mršaviji nego ostali njihovi vršnjaci koji jedu miješanu biljnu i animalnu vrstu proteina. Zato se preporučuje, osobito djeci, laktovegetabilna vegetarijanska dijeta, a nikako vegan-dijeta.

Vegan-dijeta može da ima određene opasnosti za ljudsko zdravlje zbog toga što je takva dijeta deficitarna vitaminom kobalaminom (B<sub>12</sub>), željezom i cinkom. Ako je prehrana bazirana na proteinima žitarica, nastat će deficit lizina, treonina, a ponekad i triptofana. Da bi se to izbjeglo, potrebno je uzeti uz žitarice još i mahunarke i orašasto voće, odnosno sjemenje.

Vitamin cijanokobalamin (B<sub>12</sub>) je poseban problem za vegan-dijetu. Cijanokobalamin (B<sub>12</sub>) se nalazi isključivo u animalnim proizvodima. Potrebe za kobalaminom su vrlo male, dnevno samo 2-3 µg. Zato je potrebno nekoliko godina prije nego se pokaže prvi znak deficita tog vitamina. Obično je to neki gotovo neprimjetan poremećaj nekog živca. Ako se toj osobi stanje ne prepozna i ne liječi davanjem kobalamina, dolazi do manifestne perniciozne anemije s teškim, nepopravljivim oštećenjima živaca. Kod osoba na vegan-dijeti može doći i do deficita vitamina D. Najčešće se to zbiva u djece majki koja doje djecu, a primjenjuju

vegan-dijetu. Rahitis, bolest koja nastaje zbog manjka vitamina D, razvija se i u djece koja se ne sunčaju. Zna se da sunčane zrake pretvaraju provitamin u vitamin D. Zato malo djeci i dojiljama se ne preporučuje vegan-dijetu, ma kako dobro majka bila upućena u nutritivna pravila prehrane. Riboflavin je vitamin koji također može biti deficitaran u vegan-dijeti. Esencijalan je za normalnu funkciju enzima odgovornih za stvaranje energije iz makronutrijenata. Zato bi osobe na vegan-dijeti trebale često i redovito uzimati pivski kvasac, zatim punozrnatu žitaricu obogaćenu tim vitaminom, i što više tamnozelenog povrća. Inače, bogat izvor riboflavina su mlijeko i mliječni proizvodi. Kalcij je također težak problem u vegan-dijeti. Zna se da je najbogatiji izvor tog minerala mlijeko i njegovi proizvodi. Voće, povrće, orasi i soja opskrbljuju naše tijelo samo desetinom količine kalcija potrebne svakog dana. Mlijeko i mliječni proizvodi, naprotiv, opskrbljuju nam tijelo čak s tri četvrtine potrebnih količina kalcija. Zna se da kalcij ima i u mnogim vrstama povrća, osobito u špinatu, rabarbari, zatim u sjemenju sezama i plodu lješnjaka i badema. Međutim, hrana s mnogo povrća sadži mnogo biljnih vlakana, koja koče apsorpciju kalcija, a osim toga neko povrće, kao špinat, blitva i brokula, sadrže dosta oksalne kiseline, koja u mnogih pojedinaca može stvarati oksalatne bubrežne kamence. Kalcij nije važan samo za stvaranje čvrstoće kostiju i zubi nego je bitan i za funkciju živaca, za zgrušavanje krvi, za mišiće, za srce i za enzime. Najvažniji prirodni izvor Ca je mlijeko. Oni koji ne mogu bez vegan-dijete, osobito omladina, trebali bi redovito uzimati sojin sir tofu obogaćen kalcij sulfatom. Željezo je bitno za prijenos kisika u eritrocitima. Postoje tzv. hem željezo i ne-hem željezo. Oko 40% hem željeza nalazi se u animalnim proizvodima i resorbira se u tankom crijevu. Ne-hem željezo nalazi se pretežno u biljnim namirnicama i čini onih 60% željeza koje se teško resorbira. Samo se oko petina ne-hem željeza resorbira u omjeru s hem željezom. To znači da se iz ne-hem Fe dobiva samo petina željeza, što u veliku opasnost dovodi sve osobe na vegan-dijeti, osobito djecu i omladinu u razvoju, jer su njihove potrebe za željezom veće nego odraslih osoba. Na žalost, Fe nema dovoljno ni u mlijeku ni u jajima. Samo se umjereno resorbira željezo iz šljiva, grožđa, žitarica i vrsta kruha obogaćenih željezom.



Fitinska kiselina pravi sa željezom netopive spojeve, koji se ne mogu resorbirati. To je željezo izgubljeno. Kofein u kafi, čaju, koli, čokoladi utječe na resorpciju ne-hem željeza, kao i biljna vlakna. Obrnuto tome, askorbinska kiselina pojačava resorpciju željeza. Zato se svima koji su na vegan-dijeti preporučuje uzimanje dodatnih tableta vitamina C uz svaki obrok.

Vegetarijanska dijeta ima prednost u tome što smanjuje debljanje, smanjuje rizik obolijevanja od koronarne srčane bolesti, smanjuje pojavu hipertenzije, umanjuje poremećaj crijeva, osobito opstipaciju. Vegetarijanstvo umanjuje rizik od koronarne bolesti srca, angine pektoris i infarkta srca. Biljne namirnice, osobito pektini, snižavaju kolesterol i nemaju zasićenih masti. Vegetarijanci rijetko obole od hipertenzije. Ljudski probavni trakt je potpuno prilagođen probavi mesa, ali ne i njegovoj dominaciji u prehrani. Ljudsko tijelo može živjeti savršeno dobro bez mesa, sve dok se zadovoljavaju potrebe na esencijalnim faktorima koje su potrebne za njegovo funkcioniranje.

## **Zaključci**

Nutritivna svojstva voća i povrća bazirana su na hemijskom sastavu pojedinih vrsta voća i povrća i njihovih preradjevina. Za poznavanje nutritivnih svojstava značajno je razumijevanje procesa probave osnovnih konstituenata voća i povrća gdje esencijalnu ulogu imaju voda, ugljični hidrati, sirova biljna vlakna i fitokemikalije (antioksidanti). Osnovne zajedničke karakteristike voća su:

- relativno mala energetska vrijednost, izuzimajući neke vrste (banane, kesten, orah, lješnjak, badem) i sušeno voće (suha šljiva, suha smokva, suho grožđe),
- visok sadržaj vode, izuzimajući orašasto i sušeno voće
- znatan sadržaj ugljenih hidrata, a naročito voćnih šećera (glukoza, fruktoza),
- mali sadržaj proteina i masti, izuzimajući orašasto voće,
- bogastvo u mineralnim sastojcima i vitaminima,

- znatan sadržaj celuloze (biljna vlakna), organskih kiselina i drugih sastojaka (pektini, antocijani i drugi).

Sve je očiglednija veza između ishrane i zdravlja. Savremena proizvodnja i prerade nude tržištu mnoge namirnice koje sa nutritivnog i zdravstvenog gledišta nisu najbolje. Sve više se konzumira rafinisana (šećer, sol, bijele masnoće i bijeli kruh) i instant hrana iz koje su odstranjeni važni sastojci (vitamini, biljna vlakna, minerali). Zbog toga se naknadno obavlja «obogaćivanje» namirnica istim onim sastojcima koji su predhodno odstranjeni. Konzumiranje rafinisane hrane i sve veća upotreba masti (sa trans masnim kiselinama) i hrane sa malo biljnih vlakana je značajan faktor nastajanja bolesti «savremene civilizacije». Zbog toga se savjetuje veća potrošnja svežeg voća i povrća proizvedenog prvenstveno «organskim» voćarenjem i povrtarenjem.

Fitohemikalije u svježem voću i povrću značajne su kao produkti metabolizma biljaka, a vrlo važnu ulogu imaju u ljudskoj prehrani jer ostvaruju funkcije zaštite organizma i jačanja imuniteta. Danas su prisutna vrlo opsežna istraživanja antioksidativnih svojstava voća i povrća. Neke fitohemikalije su antioksidanti pa će njihova ekstrakcija iz voća i povrća tehnološki i komercijalno biti sve značajnija u budućnosti. Kao fitohemikalije-antioksidante treba posebno istaći vitamine, biljne pigmente i enzime. Antioksidanti imaju vrlo važnu ulogu u ljudskoj prehrani jer ostvaruju funkcije zaštite organizma i jačanja imuniteta. Brojni znanstvenici tvrde da konzumiranjem hrane bogate antioksidansima pomažemo organizmu u odbrani od različitih bolesti (rak, kardiovaskularne bolesti, diabetes, itd.) koje uzrokuju slobodni radikali.

Prirodni antioksidansi biljnog su porijekla. Nastaju u sekundarnom metabolizmu biljaka i prisutni su u svim vrstama svježeg voća i povrća. Najpoznatiji su vitamin C i E,  $\beta$ -karoten i polifenolni spojevi.

Među umjetnim antioksidansima, najviše se upotrebljavaju butilirani hidroksianisol, butilirani hidroksitoluen, propil galat i terc-butil hidrokionon. Upotreba umjetnih antioksidanasa pod velikim je upitnikom budući da su neka istraživanja pokazala njihovo toksično djelovanje, osim toga današnji potrošači žele konzumirati namirnice sa što manje umjetnih aditiva.

U proizvodnji funkcionalne hrane antioksidanti mogu imati višestruku ulogu. Budući da mnogi proizvodi takve vrste sadrže različite nezasićene masne kiseline i vitamine, dodatak antioksidanata neće samo povećati prehrambenu vrijednost već će zaštititi masne kiseline i vitamine od degradativnih oksidacijskih procesa.

Značajno je njihovo poznavanje kao osnova u definisanju procesa proizvodnje dodataka prehrani (food supplement) i funkcionalne hrane. Pojedine fitohemikalije se koriste kao komponente za proizvodnju dodataka prehrani (food supplement) u vidu tableta, kapsula, kapi itd. Fitohemikalije služe i kao komponente funkcionalne hrane koja ima povoljan učinak na ljudsko zdravlje.

#### Citirana i korištena literatura

1. Živković, R.: Dijetetika, Medicinska naklada, Zagreb, 2002
2. Grujić R.: Nauka o ishrani čovjeka, Tehnološki Fakultet Univerziteta U Banjoj Luci 2000.
3. Karlson P. : Biohemija : Školska knjiga , Zagreb , 1984.
4. Gelenčir N.: Prirodno liječenje biljem, hranom i ostalim sredstvima, Nakladni zavod Znanje, Zagreb 1990. godina
5. Sabate J. : Vegetarian Nutrition, CRC Press, London , 2001
6. Ronald R W. : Vegetables, Fruits and Herbs in Health Promotion, CRC Press 2000
7. Tanović N: Ljekovitim biljem i ishranom do zdravlja, ETIX Tuzla, 2004.
8. Kulier I: Prehrambeni rječnik, Hrvatski farmer, Zagreb, 1994.
9. Norman N.Potter and Joseph H.Hotchkiss: FOOD SCIENCE, Chapman&Hall, New York, 5rd edition, 1997
10. HD Belitz, W Grosch: "Food Chemistry", Springer, Berlin, 3rd edition, 2004
11. TP Coultate: "Food: The chemistry of its components", Royal Society of Chemistry, Herts, 1995
12. Dietary reference intake for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol,

- protein, and aminoacids (macronutrients), Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academic Press, Washington, DC, 2002
13. 2005 Dietary Guidelines for Americans. Center for Nutrition Policy and Promotion, U.S. Department of Agriculture.
  14. Hung HC, Joshipura KJ, Jiang R, et al. Fruit and vegetable intake and risk of major chronic disease. J Natl Cancer Inst 2004; 96:1577-84.
  15. Djousse L, Arnett DK, Coon H, Province MA, Moore LL, Ellison RC. Fruit and vegetable consumption and LDL cholesterol: the National Heart, Lung, and Blood Institute Family Heart Study. Am J Clin Nutr 2004; 79:213-7.
  16. Vainio H, Bianchini F. IARC Handbooks of Cancer Prevention: Fruit and Vegetables. Vol. 8. Lyon, France, 2003.
  17. Giovannucci E, Ascherio A, Rimm EB, Stampfer MJ, Colditz GA, Willett WC. Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer. J Natl Cancer Inst 1995; 87:1767-76.
  18. Gann PH, Ma J, Giovannucci E, et al. Lower prostate cancer risk in men with elevated plasma lycopene levels: results of a prospective analysis. Cancer Res 1999; 59:1225-30.
  19. Giovannucci E, Rimm EB, Liu Y, Stampfer MJ, Willett WC. A prospective study of tomato products, lycopene, and prostate cancer risk. J Natl Cancer Inst 2002; 94:391-8.
  20. Etminan M, Takkouche B, Caamano-Isorna F. The role of tomato products and lycopene in the prevention of prostate cancer: a meta-analysis of observational studies. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 2004; 13:340-5.
  21. Lembo A, Camilleri M. Chronic constipation. N Engl J Med 2003; 349:1360-8.
  22. Aldoori WH, Giovannucci EL, Rockett HR, Sampson L, Rimm EB, Willett WC. A prospective study of dietary fiber types and symptomatic diverticular disease in men. J Nutr 1998; 128:714-9.

23. Brown L, Rimm EB, Seddon JM, et al. A prospective study of carotenoid intake and risk of cataract extraction in US men. *Am J Clin Nutr* 1999; 70:517-24.
24. Krinsky NI, Landrum JT, Bone RA. Biologic mechanisms of the protective role of lutein and zeaxanthin in the eye. *Annu Rev Nutr* 2003; 23:171-201.
25. Underkofler, L. A. : Enzymes . In Handbook of Food Additives , second edition , T.E . Furia ( ed. ) , CRC Press , Boca Raton , FL. 1980. str. 57-125
26. Moure, J.M. Cruz, D. Franco, J.M Dominguez, J Sinerio, H. Dominguez, M.N. Nunez and J.C. Parajo, Natural antioxidant from residual sorces. *Food Chemistry*:72:, 2001,45-171.
27. Schieber, F.C. Stintzing and R. Carle,: By-product of plant food processing as a source of functional compounds-recent developments. *Trends in Food Science & Technology* 12: 401-413. 2001
28. D.O. Kim, S.W. Jeong an C.Y. Lee,: Antioxidant capacity of phenolic hytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry* 81, 2003, 321-326.
29. I. Hinneburg, H.J. Damien Dorman, R. Hiltunen, Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices, *Food Chemistry* , 2005
30. J. M. Awika, L. W. Rooney, R. D. Waniska: Anthocyanins from black sorghum and their antioxidant properties, *Food Chemistry* 90, 2004, 293–301
31. K. Kranl, K. Schlesier, R. Bitsch, H. Hermann: Comparing antioxidative food additives and secondary plant products – use of different assays, *Journal of Food Engineering* 171-175.
32. L.L.Yu, K.K. Zhou, J. Parry: Antioxidant properties of cold-pressed black caraway, carrot, cranberry, and hemp seed oils, *Food Chemistry* 91 (2005) 723–729
33. L. Yu, S. Haley, J. Perret and M. Harris, 2002: Antioxidant properties of hard winter wheat extracts. *Food Chemistry* 78: 457-461.

34. L.S. Einbond, K.A. Reynertson, X.D. Luo, M.J. Basile and E.J. Kennely, 2004: Anthocyanin antioxidants from edible fruits. *Food Chemistry*, 84: 23-28.
35. M. Leja, A. Mareczek and J. Ben, 2003: Antioxidant properties of two apple cultivars during long term storage. *Food Chemistry* 80: 303-307.
36. N. Singh and P.S. Rajini, 2004: Free radical scavenging of an aqueous extract of potato peel. *Food Chemistry* 85: 611-616.
37. Pokorny J., Yanishlieva H. and Gordon M: Antioxidants in food, Woodhead Publishing Ltd, 2001.
38. P.W.Board: Quality control in fruit and vegetable processing, FAO, Rome, 1988.

Web stranice:

1. <http://hpd.botanic.hr/bio/radovi/karoten/Karoten.htm>
2. <http://www.oktal-pharma.hr/hr>
3. <http://www.vasezdravlje.com/izdanje>
4. <http://www.poliklinika-harni.hr teme/stil/03antioksidanti.asp>
5. [http://hrana.com/suplementi/ao\\_betakar.htm](http://hrana.com/suplementi/ao_betakar.htm)
6. <http://www.nrg-fit.com/antioksidanti.asp>
7. <http://www.ific.org/foodinsight/1998/nd/antioxidantsfi698.cfm>
8. <http://www.ivancic.com/likopen.htm>
9. Joy E. Swanson, Research Associate, Division of Nutritional Sciences, Cornell University, Ph.D., <http://www.cce.cornell.edu/food/expfiles/topics/swanson/antioxidantsoverview.html>: Antioxidant Nutrients
10. [http://hrana.com/ek/clanci/cl\\_02.htm](http://hrana.com/ek/clanci/cl_02.htm)
11. [http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/docrep/V5030E/V5030E0](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/V5030E/V5030E0)
12. <http://waynesword.palomar.edu/chemid2.htm>
13. [http://www.uic.edu/classes/phar/phar332/Clinical\\_Cases/vitamin%20cases/vitamin%20E/Vitamin%20E%20Chemistry.htm](http://www.uic.edu/classes/phar/phar332/Clinical_Cases/vitamin%20cases/vitamin%20E/Vitamin%20E%20Chemistry.htm)
14. <http://www.vitis.hr/food-colours/prikaz.asp?vrsta=8&pigment=5>
15. <http://www.ribariba.com/hrana/subproba.htm>

16. [http://www.farmakologija.com/materia/a\\_vit](http://www.farmakologija.com/materia/a_vit).

17. <http://www.phytochemicals.info/phytochemicals.php>

### **Pitanja**

- Zašto je značajno poznavanje prehrambenih svojstava voća i povrća?
- Kako se deklariraju proizvodi od voća i povrća obzirom na nutritivna sastav?
- Koje su osnovne funkcije hrane – prehrane?
- Koja je podjela povrća obzirom na energetska vrijednost?
- Koji su krajnji produkti u probavi ugljičnih hidrata voća i povrća?
- Koji hemijski sastojci voća i povrća nisu probavljivi?
- Koje su dnevne potrebe za vodom, proteinama, masnima i ugljikovim hidratima i na osnovu čega se određuju?
- Na kom principu fitohemikalije djeluju na antioksidante u ljudskom organizmu?
- U kojoj se hemijskoj formi nalaze mineralne tvari u voću i povrću?
- Koje su prednosti i nedostaci vegetarijanske prehrane?

