

# Znanost o prehrani : hrana i prehrana u čuvanju zdravlja

---

**Mandić, Milena Lela**

**Authored book / Autorska knjiga**

*Publication status / Verzija rada:* **Accepted version / Završna verzija rukopisa prihvaćena za objavljivanje (postprint)**

*Publication year / Godina izdavanja:* **2004**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:109:175217>

*Rights / Prava:* [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-23**

REPOZITORIJ

**PTF**

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



Prof. dr. sc. Milena Lela Mandić

ZNANOST O PREHRANI  
Hrana i prehrana u čuvanju zdravlja



Osijek, 2007.

Prof. dr. sc. Milena Lela Mandić

ZNANOST O PREHRANI  
Hrana i prehrana u čuvanju zdravlja

*Izdavač*

Sveučilište J.J.Strossmayera u Osijeku  
Prehrambeno tehnološki fakultet

*Recenzenti:*

Prof.dr.sc. Roko Živković, Akademija medicinskih znanosti Hrvatske

Prof.dr. Irena Colić-Barić, Prehrambeno-biotehnološki fakultet zagreb

*Lektor*

Mirjana Smoje, prof.

*Računalna obrada*

Frane Čačić, dipl. ing.

*Naslovna stranica*

Sabina Ostojić, akademska slikaric-grafičar

*Tisak*

Tipo, Osijek

CIP katalogizacija u publikaciji  
GRADSKA I SVEUČILIŠNA KNJIŽNICA OSIJEK

UDK 613.2(075.8)

MANDIĆ, Milena L.

Znanost o prehrani: hrana i prehrana u čuvanju zdravlja / Milena L. Mandić.-  
Osijek: Prehrambeno tehnološki fakultet ,  
2007.

Na nasl. str.:Sveučilište J.J.  
Strossmayera u Osijeku.  
ISBN 953-7005-00-3

100810053

## **Iz recenzija**

Autoričina odluka da napiše tekst o znanosti koja se bavi prehranom je pozitivna i pridružuje se ostalim djelima koja se bave tom problematikom. Tekst je napisan jasnim stilom i vidi se da se autorica godinama bavi ovim segmentom znanosti. Iako ima nekoliko djela koja se bave istom ili sličnom problematikom, autoričin pristup je specifičan i k tome daje najnovija gledišta suvremene znanosti o prehrani. Pristup opisu materijala je s pedagoškog gledišta pravilan, nazivlje i tehničke norme su usklađene sa suvremenim načinom prikaza. Djelo je na prvom mjestu namijenjeno kao udžbenik studentima Prehrambeno tehnološkog fakulteta, ali i ostalih čitatelja zainteresiranih za prehranu, bez obzira kojom se profesijom bave.

Na kraju smatram da je ovaj tekst autorice prof. Mandić još jedno obogaćenje hrvatske literature iz ovog važnog područja naše znanosti o prehrani, stoga preporučam da se ovaj tekst prihvati kao udžbenik i da ga se čim prije objavi.

Prof.dr.sc. Roko Živković  
Akademija medicinskih znanosti Hrvatske

Djelo pod naslovom "Znanost o prehrani" autorice dr.sc. Milene I. Mandić prof. Prehrambeno tehnološkog fakulteta u Osijeku, značajan je doprinos i onako nedostatnoj literaturi na hrvatskom jeziku koja sa znanstvenog stanovišta pristupa humanoj prehrani i njenom značaju u očuvanju zdravstvenog statusa i poticanju adekvatnog prehrambenog stanja pojedinca i nacije.

Ovo djelo od značaja je za studente koji slušaju kolegij "Znanost o prehrani" na Prehrambeno tehnološkom fakultetu u Osijeku. Znanstveni pristup i dobro obrađene tematske jedinice kolegija "Znanost o prehrani", dobrodošla su pomoć studentima u svladavanju gradiva, budući da do sada nije objavljen ni jedan udžbenik iz ovog kolegija.

Dr.sc. Irena Colić Barić, izv.prof.  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

## UVOD

*Poglavlje 1*

<b>NEKA KRETANJA U SUVREMENOJ PREHRANI</b>	3
<i>Poglavlje 2</i>	
<b>ANATOMIJA PROBAVNOG SUSTAVA I PROBAVA HRANE I TEKUĆINE</b>	9
ANATOMIJA PROBAVNOG SUSTAVA	10
KEMIJSKI I MEHANIČKI PROCESI PROBAVE	11
Reguliranje probavnih funkcija	12
<i>Poglavlje 3</i>	
<b>ENERGETSKE POTREBE ORGANIZMA</b>	17
Bazalni metabolizam	20
Specifično dinamičko djelovanje hrane	21
Aktivnost	22
Dob	23
Klima	25
<i>Poglavlje 4</i>	
<b>HRANJIVE TVARI</b>	27
<b>BJELANČEVINE-AMINOKISELINE</b>	28
Uloga bjelančevina	28
Podjela bjelančevina	29
Probava bjelančevina	31
Apsorpcija i metabolizam bjelančevina	32
Dnevne potrebe bjelančevina	32
<b>UGLJIKOHIDRATI</b>	38
Specijalna uloga ugljikohidrata u tijelu	38
Podjela ugljikohidrata	39
Probava ugljikohidrata	43
Apsorpcija i metabolizam ugljikohidrata	44
<b>MASTI ILI LIPIDI</b>	45
Uloga masti	45
Zdravstveni problemi s mastima	45
Podjela masti	46
Lipoproteini	50
Probava masti	51
Apsorpcija i metabolizam masti	52
Dnevne potrebe masti i masnih kiselina	53
<b>VITAMINI</b>	57
Vitamini topljivi u vodi	57
<i>Askorbinska kiselina (Vitamin C)</i>	58
<i>Vitamini B kompleksa</i>	62
<i>Tiamin, B<sub>1</sub></i>	63
<i>Riboflavin, B<sub>2</sub></i>	65
<i>Niacin</i>	67
<i>Pantotenska kiselina</i>	68
<i>Piridoksin, B<sub>6</sub></i>	68
<i>Folna kiselina, Vitamin B<sub>9</sub></i>	69
<i>Cijanokobalamin, kobalamin, vitamin B<sub>12</sub></i>	69
<i>Biotin</i>	69
<i>Kolin</i>	70

Vitamini topljivi u mastima	73
<i>Vitamin A, retinol</i>	73
<i>Vitamin D</i>	77
<i>Vitamin E</i>	79
<i>Vitamin K</i>	79
MINERALI	81
Makroelementi	81
<i>Kalcij</i>	81
<i>Fosfor</i>	85
<i>Magnezij</i>	86
<i>Natrij</i>	86
<i>Kalij</i>	87
Mikroelementi	87
<i>Željezo</i>	87
<i>Jod</i>	88
<i>Selenij</i>	89
<i>Fluor</i>	90
<i>Cink</i>	91
<i>Bakar</i>	91
VODA	92
<i>Poglavlje 5</i>	
<b>NAMIRNICE-PRIRODNI IZVOR HRANJIVIH TVARI</b>	95
ŽITO	96
Kruh	98
<i>Epidemiološko značenje kruha</i>	98
POVRĆE	99
Lisnato i zeljasto povrće	99
Plodovito i korjenasto povrće	100
Gomoljasto povrće	100
Mahunasto povrće (leguminoze)	101
<i>Dijetetska vrijednost povrća</i>	101
<i>Epidemiološko značenje povrća</i>	103
VOĆE	103
Voće bogato vodom	104
Voće bogato mastima	104
<i>Dijetetska vrijednost voća</i>	105
<i>Epidemiološko značenje voća</i>	105
MESO	106
<i>Epidemiološko značenje mesa</i>	107
RIBA	112
<i>Epidemiološko značenje ribe</i>	113
JAJA	114
<i>Epidemiološko značenje jaja</i>	116
MLJEKO	117
<i>Epidemiološko značenje mlijeka</i>	120
<i>Poglavlje 6</i>	
<b>GENETSKI MODIFICIRANA HRANA</b>	123
<i>Poglavlje 7</i>	
<b>FUNKCIONALNA HRANA</b>	131
<i>Poglavlje 8</i>	
<b>NAČELA PLANIRANJA PREHRANE I SASTAVLJANJA DNEVNOG OBROKA</b>	143
<i>Poglavlje 9</i>	

<b>TROVANJE HRANOM</b>	147
<b>BIOLOŠKA KONTAMINACIJA NAMIRNICA</b>	148
Alimentarne toksiinfekcije	148
Alimentarne intoksikacije	150
Trovanje biljnim otrovima	151
Trovanje ribama i školjkama	152
<b>KEMIJSKA KONTAMINACIJA</b>	152
Merkurijalizam-trovanje živom	152
Saturnizam-trovanje olovom	153
Trovanje arsenom	153
Trovanje konzervansima	153
Trovanje pesticidima	154
<b>RADIOAKTIVNA KONTAMINACIJA</b>	155
<i>Poglavlje 10</i>	
<b>ISPITIVANJE PREHRANE I OCJENJIVANJE STANJA UHRANJENOSTI</b>	157
<b>NEIZRAVNE METODE</b>	158
Zdravstvena statistika	158
Dijetetička ispitivanja	158
<b>IZRAVNE METODE</b>	162
Biokemijska ispitivanja	162
Funkcionalna ispitivanja	162
Klinička ispitivanja	162
Antropometrijska ispitivanja stanja uhranjenosti	162
<b>LITERATURA</b>	165
<b>PRILOG 1</b>	
<b>PRILOG 2</b>	

*Mojim studentima  
sadašnjim, bivšim, budućim*

*Mojim suradnicima  
za hvala, za poticaj, "za pozitivnu ljubomoru", za slogu i suradnju*



<p><b>A</b></p> <p>Acilgliceroli, 46</p> <p>Aktivnost, 22</p> <p>Aminokiseline, 28-37</p> <p>    Limitirajuća, 35</p> <p>    Kemijski skor, 35</p> <p>Anabolizam, 18,32</p> <p>Anemija, 7,12,69,155</p> <p>Apetit, 19,91,191</p> <p>Asimilacija, 18</p> <p>Ateroskleroza, 45,51</p> <p>Atwater, 20</p> <p><b>B</b></p> <p>Beriberi, 64</p> <p>Bilirubin, 15</p> <p>Biomarkeri, 135,137</p> <p>Bjelančevine, 28-37</p> <p>    Apsorpcija, 32</p> <p>    Biološka vrijednost, 36</p> <p>    Efektivni odnos(PER), 37</p> <p>    Iskorištenje (NPU), 36</p> <p>    Podjela, 29</p> <p>    Potrebe, 33</p> <p>    Probava, 31</p> <p>    Uloga, 28</p> <p>BMI, 163</p> <p>Bolus, 11</p> <p><b>C</b></p> <p>Celuloza, 40,41,101,103</p> <p><b>D</b></p> <p>Disimilacija, 18</p> <p>Dob, 23</p> <p>Dojenče, 23</p> <p>Dojilja, 23</p> <p>Dvanaesnik, 10,11,13-15, 43,52,82,85,86</p> <p><b>E</b></p> <p>Energija, 18-25</p> <p>    Kemijska, 18</p> <p>    Slobodna, 18</p> <p>    Termička, 18</p> <p>    Vezana, 18</p> <p>Enzimi, 10-14</p> <p>    Amilolitički, 11,43</p> <p>    Lipolitički, 51-52</p> <p>    Proteolitički, 31</p>	<p><b>F</b></p> <p>FAO, 37,54,113,128</p> <p>Fitokemikalije, 138</p> <p>Fosfatidi, 48,118</p> <p>    Kefalin, 48,49,118</p> <p>    Lecitin, 14,29,48,49,114</p> <p>    Sfingomijelin, 29,45,48</p> <p>Fruktoza, 39,40,44,87</p> <p>Funkcionalna hrana, 132-141</p> <p><b>G</b></p> <p>Gastrin, 12</p> <p>Genetska modifikacija, 124-129</p> <p>Geni, 124</p> <p>Glad, 1,11,19</p> <p>Glukagon, 14</p> <p>Glukoneogeneza, 14,18,20, 29,39</p> <p>Glikogen, 14,18,38-41,44, 68,107</p> <p>Glukoza, 19,39,44,53,58,64</p> <p>Gušavost, 88,89</p> <p><b>H</b></p> <p>Hemiceluloza, 41,103</p> <p>Hemoglobin, 15,30,59,87, 88,91,107,154</p> <p>Hilomikroni, 50,51</p> <p>Himus, 11,12,13,14</p> <p>Homeostaza, 32</p> <p><b>I</b></p> <p>Intrinsic faktor, 12</p> <p>Inzulin, 14,30,39,91,125, 133</p> <p>Ispitivanja,</p> <p>    antropometrijska, 162</p> <p>    biokemijska, 162</p> <p>    dijetetička, 158</p> <p>    funkcionalna, 162</p> <p><b>J</b></p> <p>Jaja, 114</p> <p>    Epidemiološko značenje, 116</p> <p>    Truljenje, 116</p> <p>Jetra, 14,20,39,49,53,59</p>	<p><b>K</b></p> <p>Karoten, 73-79,100,104, 108,115,120</p> <p>Katabolizam, 18,32,59</p> <p>Kazein, 30,117,118</p> <p>Ketoni, 38,46</p> <p>Klima, 25</p> <p>Klon, 124</p> <p>Kolesterol, 4,14,15,30, 41, 49-54,78, 101,114,118, 135, 139,163</p> <p>Kontaminacija namirnica</p> <p>    Biološka, 148</p> <p>    Alimentarna intoksikacija, 150</p> <p>    Alimentarna toksiinfekcija, 148</p> <p>    Kemijska, 152</p> <p>    Konzervansi, 153</p> <p>    Merkurijalizam, 152</p> <p>    Pesticidi, 154</p> <p>    Saturnizam, 153</p> <p>    Radioaktivna, 155</p> <p>Kravlje ludilo, 110-111</p> <p>Kruh, 98</p> <p>Kvašiorokor, 35</p> <p><b>L</b></p> <p>Laktoza, 40,119</p> <p>Lecitin, 48,49,52,114,118</p> <p>Lignin, 41</p> <p>Lipoproteini, 14,30,50,51, 53,54</p> <p><b>M</b></p> <p>Makrobiotika, 7</p> <p>Masne kiseline, 11,18,42, 45-49,52,55, 133,134</p> <p>Masti, 45-56</p> <p>    Apsorpcija, 52</p> <p>    Metabolizam, 52</p> <p>    Podjela, 46</p> <p>    Potrebe, 53</p> <p>    Probava, 51</p> <p>    Problemi, 45</p> <p>    Uloga, 45</p> <p>Meso, 106-112</p> <p>    Epidemiološko značenje, 109</p>
--	--	--

<p>Metabolizam, bazalni, 20            Methemoglobinemija, 88            Minerali, 81                Bakar, 91                Cink, 91                Fluor, 90                Fosfor, 85                Jod, 88                Kalcij, 81                Kalij, 87                Magnezij, 86                Natrij, 86                Selenij, 89                Željezo, 87            Mlijeko, 117-121</p> <p><b>N</b>            Naljepnice,                nutricionističke, 5</p> <p><b>O</b>            Omnivori, 6            Opsin, 75            Osteomalacija, 78, 84            Osteoporoza, 78</p> <p><b>P</b>            Pelagra, 67            Planiranje prehrane, 143            Polisaharidi, 40            Povrće, 99                Dijetetska vrijednost, 101                Epidemiološko                    značenje, 103                Gomoljasto, 100                Lisnato i zeljasto, 99                Mahunasto, 101                Plodovito, 100            Prioni, 110-111            Probava, 10-15</p>	<p><b>R</b>            Rahitis, 78,83,86            RE, 75            Retinol, 73            Riba, 112                Epidemiološki                    značenje, 113            Rodopsin, 74            Rubner, 20,21</p> <p><b>S</b>            Saharoza, 40            Sekretin, 13            Sfingomijelin, 49            Skorbut, 58, 61            Seroidi, 49            Steroli, 49</p> <p><b>Š</b>            Škrob, 40</p> <p><b>T</b>            Tokoferol, 79            Transport                Aktivni, 32,44                Pasivni, 32,44            Trakavica, 110            Trihinela, 110            Trudnica, 23</p> <p><b>U</b>            Ugljikohidrati, 38-44                Apsorpcija, 44                Metabolizam, 44                Podjela, 39                Probava, 43                Uloga, 38            Uhranjenost, 158-164</p>	<p><b>V</b>            Vegetarijanci, 6            Vitamin A, 73            Vitamini B, 62                Biotin, 69                Folna kiselina, 69                Kobalamin, 69                Kolin, 70                Niacin, 67                Pantotenska k., 68                Piridoksin, 68                Riboflavin, 65                Tiamin, 63            Vitamin C, 58-62,88            Vitamin D, 77            Vitamin E, 79            Vitamin K, 79            Vlakna, 41,42            Voće, 103                Bogato mastima, 105                Bogato vodom, 104                Dijetetska vrijednost, 105                Epidemiološko                    značenje, 105            Voda, 92</p> <p><b>W</b>            WHO, 1,23, 54,128,153</p> <p><b>Z</b>            Zookemikalije, 138</p> <p><b>Ž</b>            Želudac, 10-12,19,119            Žito, 40,96            Žuč, 10,12-15</p>
--	---	--

*Svjetski dan hrane je 16.listopada. Taj dan, zabrinuta za dobrobit čovječanstva, proglasila je Svjetska zdravstvena organizacija (World Health Organization WHO). Krajem 1996. godine, zbog istog razloga u Rimu, u organizaciji WHO i FAO (Food and Agricultural Organization- Organizacija za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih naroda) održan je Sastanak o hrani. Sastanak je bio središnji događaj posljednjih godina drugog tisućljeća, a održan je u prijelomno vrijeme za razvitak svjetske poljoprivrede i proizvodnje hrane. Tome sastanku pridavano je veliko značenje, pa ga je otvorio Sveti Otac Ivan Pavao II, a nazočili su mu predstavnici iz 194 zemlje, na visokoj razini šefova država i vlada. Zaključeno je da je Summit povijesni i da predstavlja jednu od posljednjih prilika za trajna rješenja temeljnoga problema suvremenog svijeta-*

#### *OSIGURATI HRANU ZA SVE.*

*Svijet se nalazi pred odlučnim povijesnim promjenama u poljoprivredi. Povećanje poljoprivredne proizvodnje, koje je neminovno za podmirenje potreba rastuće populacije, ne može se postići povećanjem površina plodnoga zemljišta, jer njih na Zemlji nema. Jedini je put povećanje prinosa. Ako bi to povećanje pratilo povećanje potrošnje kemijskih sredstava za zaštitu, na način koji se prakticira u suvremenoj intenzivnoj poljoprivredi, problemi onečišćenja okoliša postali bi nerješivi.. Potrebno je sačuvati čisti okoliš: zrak, tlo i vodu. Istovremeno proizvođaču treba osigurati profit koji će ga motivirati na stalno povećanje proizvodnje.*

*Dramatičan je podatak da i početkom novoga tisućljeća, tisućljeća velikoga napretka i uspona uljudbe, 800 milijuna ljudi gladuje, a istovremeno oštećenja okoliša dosežu zabrinjavajuće razmjere Na svijetu svake minute od gladi umire 25 ljudi. Za njihov spas dostatno je 0,1% sredstava koja se u svijetu izdvajaju za naoružanje. Ako nam ovi podaci nisu dovoljno upozorenje, zvona koja danas zvine za umiruće sutra će zvoniti za cijelo čovječanstvo ako ono ne može, ne zna, ili još gore, ne želi riješiti ovo pitanje. A pitanje će biti teško riješiti! Jer, Sastanak o hrani 2001. koji je trebao rješavati probleme gladi je odgođen zbog terorističkih*

*akcija i rata, što upozorava kako će se za naoružanje i nadalje davati puno sredstava, a gladnih će biti i dalje.*

*Budimo svi, a naročito budući nutricionisti i prehrambeni tehnolozi, jedna karika u proizvodnji sigurne hrane, pravilnoj prehrani, i očuvanj zdravlja čovječanstva.*

*Poglavlje 1*

**NEKA KRETANJA U SUVREMENOJ PREHRANI**



Život i zdravlje čovjeka (od rođenja, kroz cijeli život) ovise o kisiku, vodi i o 40-ak esencijalnih spojeva, koje unosi hranom. Nedostatak bilo kojega remeti ravnotežu i rad organizma, što je preduvjet bolesti.

Potrebe organizma su kvantitativno precizne (ne smije biti manjka ni viška), a definiraju se iskustvom i subjektivnim osjećajem dobroga i lošega stanja organizma.

Problemi suvremene pravilne prehrane su:

1. Poremećena ravnoteža unosa animalne i biljne hrane, davanje prednosti jednoj ili drugoj.
2. Visoka cijena i relativni deficit bjelančevina animalnoga podrijetla-siromašni slojevi podmiruju ne samo svoje energetske potrebe već i potrebe za bjelančevinama uglavnom iz žitarica i mahunarki (65% svjetske populacije oko 75% potrebne količine bjelančevina podmiri iz bjelančevina biljnog porijekla, a 25% iz životinjskih).
3. Povećanje populacije, što dovodi do sve veće nestašice animalnih bjelančevina, a djelomično i biljnih.

Istraživanja o prehrani u razvijenom svijetu pokazuju da treba mijenjati prehranu u pravcu:

- povećati potrošnju ugljikohidrata (55-60%)
- smanjiti potrošnju masti sa 40 na 30%
- smanjiti unošenje zasićenih masti ispod 10% od ukupne energetske vrijednosti obroka,
- unošenje kolesterola smanjiti ispod 300mg dnevno,
- smanjiti unošenje šećera do 15% energetskih potreba i
- smanjiti unošenje soli za oko 50%, na oko 3 g dnevno.

Zakonodavstvo i prehrambena industrija SAD-a od 1994. godine zahtijevaju ispravno etiketiranje prehrambenih proizvoda: na etiketi (nutricionističke naljepnice) se označava 14 parametara sljedećim redom: kcal, kcal iz masti, ukupna mast, zasićena mast, kolesterol, Na, ukupni ugljikohidrati, vlakna, šećer, bjelančevine, vitamini A i C, Ca i Fe. Neke nutrijente mogu sami proizvođači dodati, kao kcal iz jednostruko- i višestrukonezasićenih masti, kalij, neke vitamine i dr. Etiketiranjem se želi smanjiti bolesti, jer se educiraju potrošači. Najviše se želi utjecati na bolesti srca i rak, dva najveća zdravstvena problema SAD-a. Za etiketiranje prehrambena industrija troši 1.400 milijuna \$ i vlada 160 milijuna \$, no ako educirani potrošači promijene svoje prehrambene navike, smanjenje rizika od bolesti donijet će dobit od 26.000 milijuna \$.

Tablica 1 Primjer nutricionističke  
naljepnice

NUTRITIVNE TABLICE			
Obrok 5 kom (30g)			
Količina po obroku			
Energetska vrijednost: 656 kJ (157 kcal)			
Dnevne vrijednosti u %			
Ukupne masti	8,00g		12,30%
Natrij	19,80mg		0,83%
Ukupni ugljikohidrati	19,30g		6,43%
Šećeri	11,10g		
Bjelančevine	1,94g		
			% RDA*
Vitamin A	0 IJ		0
Vitamin C	0 mg		0
Kalcij	12,0mg		1,20
Željezo	2,46mg		20,50
*RDA: Recommended daily allowance- preporučeni dnevni unos			
Postotne dnevne vrijednosti temelje se na prehrani od 2000 kalorija dnevno. Vaše dnevne vrijednosti mogu biti više i manje, ovisno o Vašim kalorijskim potrebama.			
		Kalorije	2000    2500
Ukupne masti	manje od	65g	80g
Zasićene masti	"	20g	25g
Kolesterol	"	300mg	300mg
Natrij	"	2400mg	2400mg
Ukupni ugljikohidrati	"	300g	375g
Vlakna	"	25g	30g
Kalorije po gramu			
Mast	9	Ugljikohidrati	4    Bjelančevine 4

U želji da se "pravilno" hrane, neki prihvaćaju vegetarijansku i makrobiotičku prehranu.

Vegetarijanstvo ljudi svjesno odabiru, najčešće zbog suosjećanja prema životinjama ili ekonomskih (žitarice i mahunarke su jeftinije od mesa) i ekoloških razloga. Oko pola svjetske proizvodnje žitarica koristi se za prehranu životinja koje zatim pojedu ljudi. Vegetarijanci smatraju da je bolje da te žitarice odmah pojedu ljudi, pa bi manje žitarica trebalo sijati. U vegetarijanskoj su prehrani zastupljene žitarice, povrće i voće, no nije obvezatno, pa se razlikuje nekoliko vrsta vegetarijanske prehrane, od blažega do strožega oblika. U svijetu broj vegetarijanaca konstantno raste (u SAD ih ima 7 milijuna) pa se otvaraju vegetarijanski restorani, a raste i broj recepata za pripremu vegetarijanske hrane. U Hrvatskoj je također prisutan ovaj trend.

"Čisti" vegetarijanci se hrane samo namirnicama biljnoga podrijetla. Po nekim spoznajama oni ne unose dovoljno kcal, pa dio svojih bjelančevina njihov organizam koristi u energetske svrhe.

"Frutarijanci" jedu potpuno neadekvatno, jer unose samo voće bogato vodom (svježe i sušeno) i voće bogato mastima, med i ponekad maslinovo ulje.

Laktoovovegetarijanci uz biljne namirnice jedu mlijeko, mliječne proizvode i jaja.

Većina ljudi (omnivori) jede namirnice i biljnog i životinjskog podrijetla, tj. na miješanoj su prehrani. To je normalna prehrana.

Neka istraživanja govore da vegetarijanci unose najmanje bjelančevina, (83 g/dan), a omnivori najviše bjelančevina (125 g/dan). Kod vegetarijanaca stoga može doći do manjka aminokiselina, kako esencijalnih tako i *de novo* sintetiziranih iz dovoljnoga unosa dušika i energije, a posebno su u njih deficitarne sumporne aminokiseline. Potreban je velik napor u odabiranju biljnih namirnica kako bi se dobila dovoljna količina esencijalnih aminokiselina i dušika. Kombiniranjem biljnih namirnica, s određenom količinom bjelančevina iz mlijeka i jaja dobiva se punovrijedna hrana koja ispunjava nutritivne zahtjeve za sve starosne skupine.

U prehrani vegetarijanaca često je problem i željezo, koje se i inače u miješanoj prehrani ne unosi dovoljno. Kako se u biljnoj hrani željezo pretežno nalazi u nehemskom obliku, apsorpcija je toga željeza manja (oko 10%) nego iz henskoga (oko 40%), koje se uglavnom nalazi u namirnicama životinjskoga podrijetla.

Kod vegetarijanaca se javlja i problem B<sub>12</sub> vitamina, koji se nalazi isključivo u namirnicama životinjskog podrijetla. Deficit ovoga vitamina može biti maskiran unosom folne kiseline, a može se spriječiti uzimanjem B<sub>12</sub> suplemenata. Smatra se da oko 85% vegetarijanaca uzima suplemente, koji mogu predstavljati i opasnost ako sadrže A vitamin topljiv u mastima jer ga vegetarijanci već dosta unose u obliku karotena.

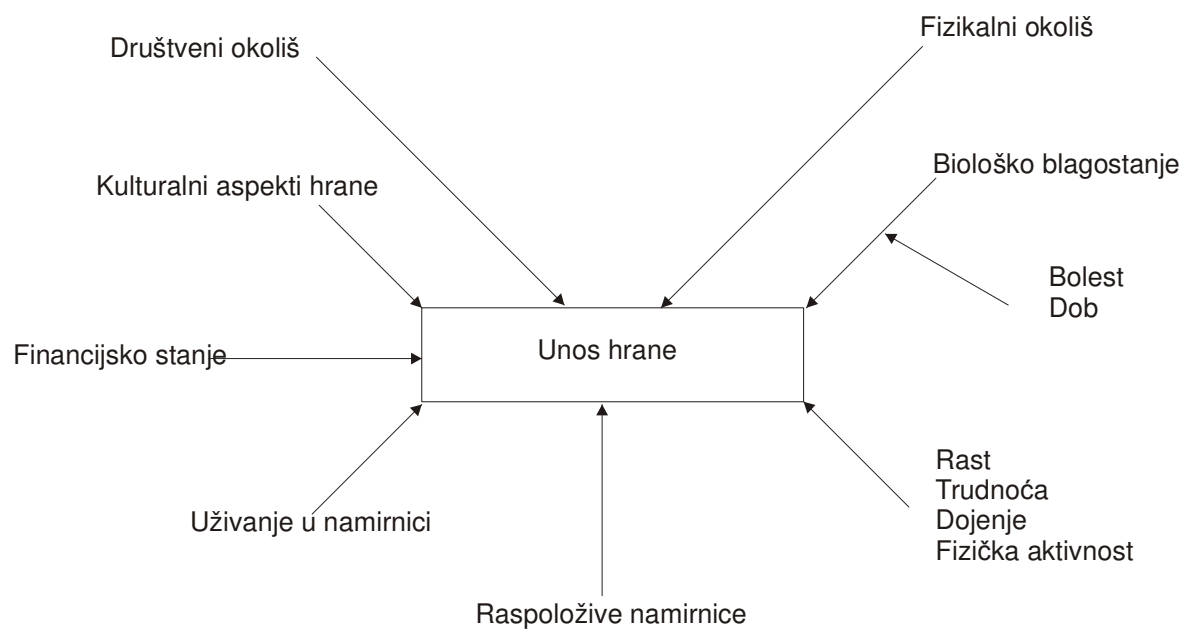


Tijekom trudnoće bilo bi neophodno da čiste vegetarijanke prijeđu na omnivornu prehranu, uz još uvijek poželjnu suplementaciju željeza. Rast je djece na vegetarijanskoj prehrani također problematičan, tj. djeca ne postižu maksimalan potencijal rasta u visinu. Anemija je zbog nedostatka željeza izražena, a samo istovremeni dovoljan unos C vitamina, koji pospješuje apsorpciju, može ju ublažiti.

Makrobiotička (magros-grčki velik; bios=život) prehrana ima korijene u istočnoazijskim načelima, filozofiji ravnoteže i harmonije jin i jang sila koje uravnotežuju zdravlje, a popularnom je postala posljednjih dvadesetak godina. Pojam makrobiotika znači način prehrane zasnovan na vještini odabiranja i pripremanja hrane u kojoj su sačuvani njezini korisni sastojci. Potrošnja integralnih namirnica (kojima nije poremećen prirodan, kvalitativan i kvantitativan odnos hranjivih sastojaka) je osnovno polazište makrobiotike. Integralna se žita (smeđa riža) smatraju osnovnom ljudskom hranom, pa ona čine više od 50% makrobiotičnog obroka, povrće 20-30%, mahunarke 10-15%. Namirnice animalnog podrijetla u makrobiotičkoj hrani zastupljene su u količini do 15%, a pored mesa stoke za klanje i riba zastupljeni su i meso divljači i ptica. Ovakav način prehrane može dovesti do proteinsko-kalorijske pothranjenosti, kao i do neadekvatnog unosa B<sub>2</sub> vitamina, nijacina i kalcija kod odraslih, a kod djece do manjka i piridoksina, vitamina B<sub>12</sub> i D vitamina. Između tih skupina nisu primijećene statistički značajne razlike u ukupnim serum-proteinima, globulinskim vrijednostima i hematološkim nalazima. Makrobiotičari smatraju da namirnica ne smije sadržavati štetne sastojke, pesticide i druge biološke rezidue, radioaktivne elemente, aditive. Ne dozvoljavaju upotrebu suvremenih agrotehničkih mjera u poljoprivredi i stočarstvu te su protivnici konzerviranja i čuvanja namirnica (postavlja se pitanje kako u suvremenom svijetu bez tih sredstava osigurati dovoljnu količinu hrane za konstantno rastuću populaciju).

Mnoge nacionalne organizacije, kao American Medical Association, smatraju makrobiotički način prehrane izrazito štetnim.

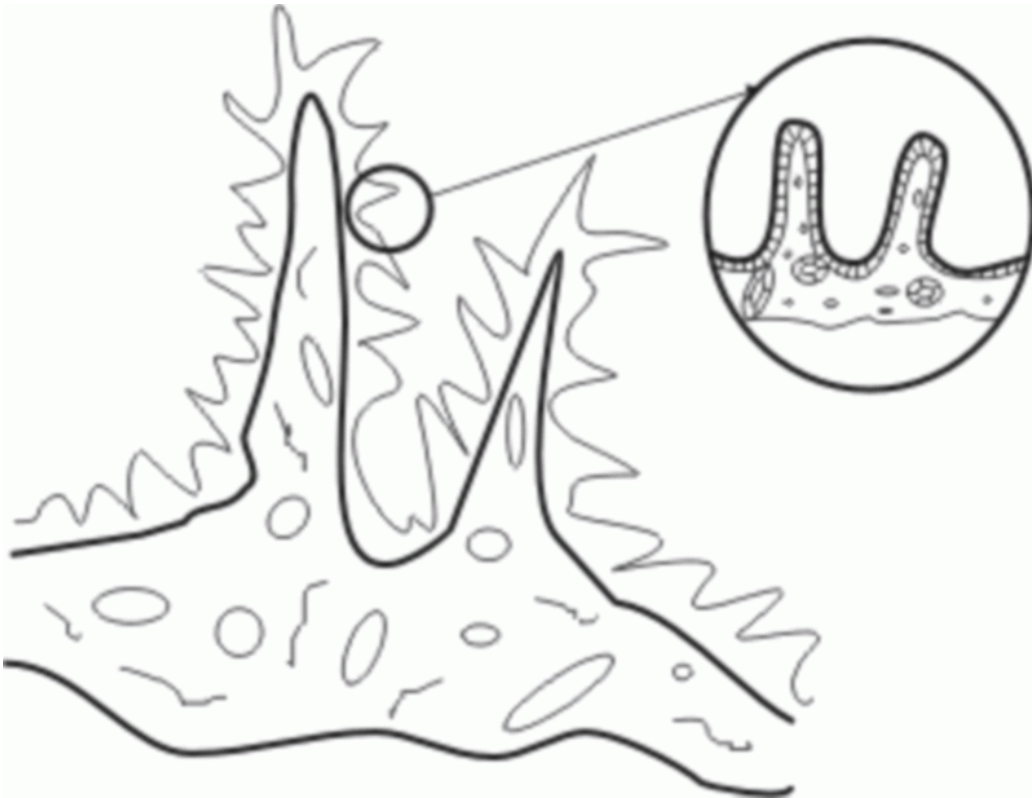
Hrana koju jedemo treba sadržavati dovoljno hranjivih tvari i zadovoljiti potrebe svakog pojedinca, ali zbog određenih razloga postoje periodi gladovanja, što dovodi do pothranjenosti, i periodi prevelikoga unosa hrane, što dovodi do debljine. Prehrana ovisi i o prehranbenim navikama koje su određene interakcijom mogućnosti izbora hrane, navikama u odgoju i dr. Zdravstveno stanje također značajno utječe na prehranu. Ovi i puno drugih čimbenika koji utječu na prehranu prikazani su na slici 1.



Slika 1 Društvene, fiziološke i druge determinante unosa hrane

*Poglavlje 2*

**ANATOMIJA PROBAVNOGA SUSTAVA I  
PROBAVA HRANE I TEKUĆINE**

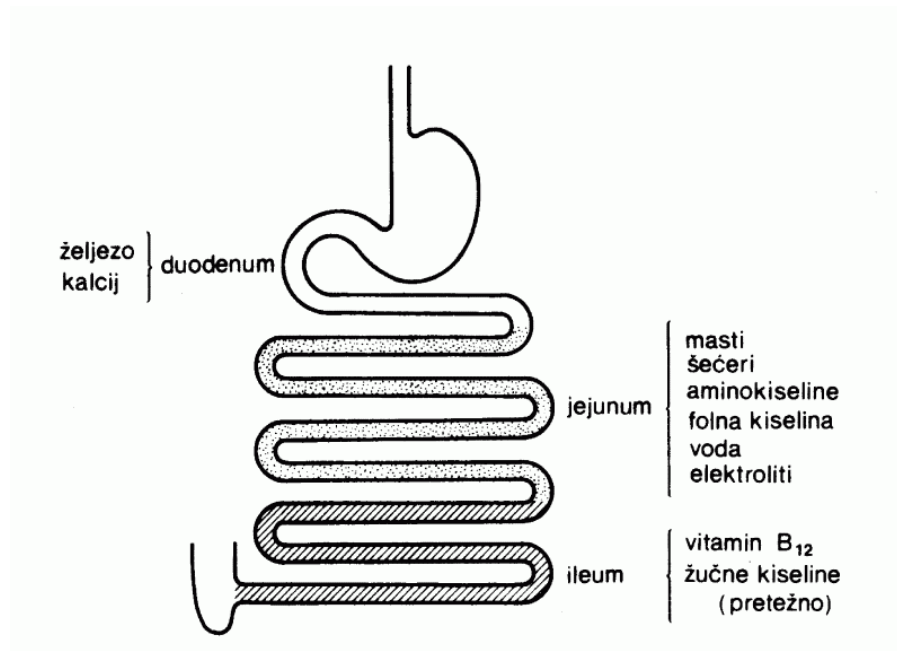


## ANATOMIJA PROBAVNOG SUSTAVA

U usnoj šupljini se zubima usitnjava hrana a jezikom osjeća okus hrane. Salivarne žlijezde (slinovnice) dnevno luče oko 1-1,5 l sline. Glavni je sastojak sline mukozni sekret koji podmazuje zalogaj koji tada lakše prolazi kroz ždrijelo i jednjak, ali se luči i enzim amilaza koji započinje probavu škroba.

Kroz ždrijelo i jednjak hrana brzo prolazi, pa služe samo za transport.

Želudac se nalazi odmah ispod dijafragme, pokriven je nabranom sluznicom koja se rasteže kada hrana i tekućina dopiju u želudac. U sluznici želuca nalaze se žlijezde koje luče pepsinogen, solnu kiselinu i zaštitnu sluz (pH je oko 1, pa sluz štiti od djelovanja HCl i pepsina).



Slika 2 Mjesto resorpcije pojedinih važnijih hranjivih sastojaka (R. Živković 1994)

HCl aktivira pepsinogen u pepsin, koji bjelančevine hidrolizira u peptone. Kloridna kiselina ima zaštitnu ulogu od mikroorganizama jer ih uništava. Lipaza se u želucu luči malo i ne djeluje (pH!).

Tanko crijevo dugo je 5-7 m, a čine ga dvanaesnik (duodenum), tašto crijevo (jejunum) i vito crijevo (ileum). Duodenum i jejunum imaju 6-8 mm visoke nabore koji povećavaju resorpcijsku površinu. Dnevno se u tankome crijevu stvori 2-3 l soka koji sadrži enzime i bikarbonate (pH povećavaju na 7-9). U duodenum se luči žuč i sok gušterače koji s crijevnim sokom obavljaju probavu.

Debelo crijevo dugo je 1,3 m, a sluznica nema resica. U debelom crijevu nema probave, njegova sluznica luči sluz koja olakšava kretanje i lučenje fecesa i štiti sluznicu od mehaničkih i kemijskih ozljeda.

Kada čovjek gladuje, želudac se počne ritmički kontrahirati (mogu se javiti bolni grčevi od gladi). Glad potiče uzimanje hrane, iza čega slijedi dug proces razgradnje do jednostavnih kemijskih spojeva, koje crijevna sluznica može apsorbirati.

## **KEMIJSKI I MEHANIČKI PROCESI PROBAVE**

Kemijski su i mehanički procesi neophodni da bi se hranjive tvari razgradile u jednostavne spojeve, koje sluznica probavnoga trakta može resorbirati. Kemijske procese kataliziraju probavni enzimi koji se stvaraju u žlijezdama cijeloga probavnog trakta. Enzimi potiču i ubrzavaju probavne procese, ali ne postaju dio kemijskih reakcija, ne mijenjaju se; djelovanje im je strogo specifično.

Za probavu hrane bitne su tri skupine enzima: proteolitički (cijepaju bjelančevine u jednostavnije spojeve kao peptide, te aminokiseline), amilolitički (cijepaju škrob u maltozu, a disaharide na glukozu, fruktozu i galaktozu) i lipolitički (cijepaju masti na glicerol i masne kiseline). Jednostavni spojevi, nastali iz složenijih djelovanjem tih triju skupina enzima, apsorbiraju se kroz sluznicu resica tankoga crijeva u krvne i limfne kapilare i dalje u portalni krvni sustav u jetru, odnosno u limfni sustav.

Osnovni je kemijski proces tijekom probave hidroliza (proces cijepanja velikih molekula na manje, uz vezanje vode):



Od mehaničkih procesa bitni su žvakanje, gutanje, probava u želucu te probava i apsorpcija u tankom crijevu.

Žvakanje je usitnjavanje, drobljenje i mljevenje. To je proces mehaničke probave, naročito važan za namirnice bogate vlaknima, kao voće i povrće, čiju membranu treba rastrgati kako bi organizam mogao iskoristiti hranu.

Gutanje je potiskivanje zalogaja (bolus) kroz ždrijelo i jednjak. Potreban je oprez da hrana ne uđe u grkljan, tj. dišne putove.

U želucu se hrana dugo zadržava, nastaje mliječna i gusta kaša himus kao posljedica miješanja hrane sa želučanim sokom. Želučanu sekreciju potiče rastezanje želuca. Hrana prezasićena želučanim sokom u vidu himusa prebacuje se u dvanaesnik i to najbrže hrana bogata ugljikohidratima. Masna se hrana u želucu zadržava najduže pa dugo stvara osjećaj sitosti.

Mlijeko se zadržava u želucu oko 1,5 sat; kruh, teletina, voće i povrće oko 2-3 sata; svinjetina oko 4,5 sata a vrhnje 5 sati.

U tankom crijevu se odvijaju glavni procesi: miješanje himusa sa žuči, gušteračnim i crijevnim sokom. Neapsorbirani dio himusa potisne se u debelo crijevo. U tankom je crijevu važna peristaltika-mišićna aktivnost koja vrlo sporo (1 cm/min) potiskuje sadržaj prema debelom crijevu. Put kroz tanko crijevo traje 8-10 sati.

### **Reguliranje probavnih funkcija**

Lučenje sline u usnu šupljinu, a time i močenje hrane, regulira autonomni živčani sustav. Osjetni živci (pokreću ih dodir i okus hrane uzete u usta) šalju iz usta impulse u autonomni živčani sustav, a smatra se da se salivacija (lučenje sline) pokreće i pri samom gledanju, mirisanju, pa i pomisli na hranu.

Tijekom psihičke faze pomisao na hranu, žvakanje i osjet okusa hrane u ustima već izaziva sekreciju želučanih žlijezda.

Gastrična faza se odvija kad hrana stigne u želudac i fizički stimulira želučanu sekreciju. Želučana sekrecija sadrži tri osnovna sadržaja: kiselinu, sluz i enzime. Kiselina (HCl) se stvara radi pripreme aktivnosti pojedinih enzima i nutienata za probavu i apsorpciju. Npr. pepsin za svoju aktivnost razgradnje bjelančevina treba pH od 1,8 do 3,5, a iznad pH 5 gotovo nije aktivan. Sluz oblaže i štiti želudac od agresivnog kiselog sadržaja, a i veže te miješa hranu i tako olakšava kretanje hrane.

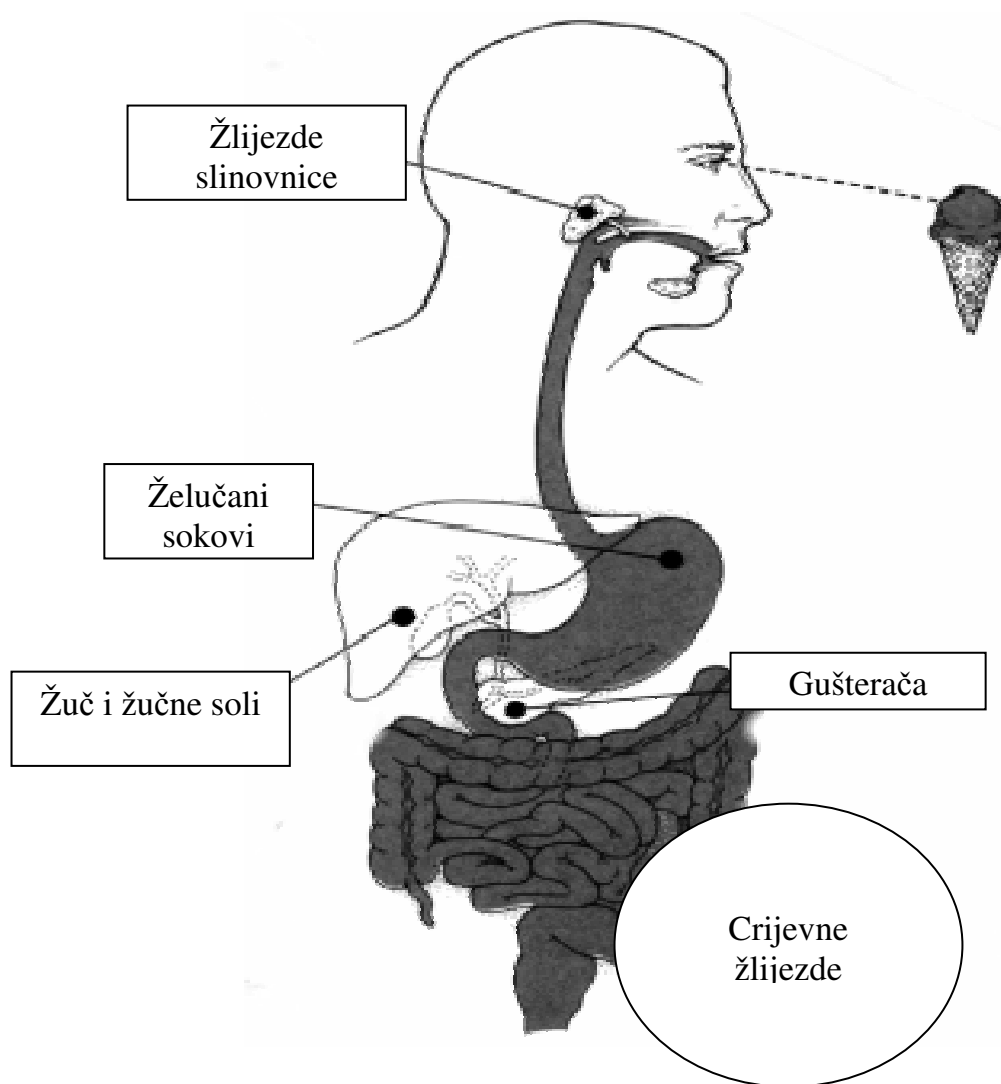
Spomenuti se enzim pepsin prvotno luči kao inaktivni pepsinogen, a aktivira ga HCl. U želucu se luči i nešto lipaze, koja samo emulgira neke masti, kao maslac. U želucu se još nalazi i enzim renin, ali samo kod dojenčadi, a bitan je jer koagulira mlijeko.

Stimulaciju želučane sekrecije potiču živčani i hormonalni nadražaji. Živčani podražaji se stvaraju kao odgovor na unesenu hranu i emocije. Npr. ljutina povećava sekreciju, a strah i depresija smanjuju sekreciju, kao i protok krvi. Hormonalne nadražaje stvara dolazak hrane u želudac. Neke tvari kao kofein, alkohol i ekstrakt mesa oslobađaju lokalni hormon mukoznih stanica, gastrin. Gastrin pojačava lučenje HCl, ali kod pH 2, povratni mehanizam zaustavlja lučenje gastrina kako bi se spriječilo preveliko lučenje HCl.

U gastričnoj fazi probave bitan je i unutarnji čimbenik ili *intrinsic* faktor, koji se normalno stvara u sluzokoži želuca. To je glikoprotein, koji se veže s vitaminom B<sub>12</sub> u kompleks koji se apsorbira u crijevu. Ako nema ovog čimbenika, i uz dovoljan unos B<sub>12</sub>, javlja se jedna vrst anemije, tj. perniciozna anemija.

Naročito bjelančevinaste namirnice topljive u vodi, meso i juhe, potiču želučano lučenje i zato ih uzimamo kao prvo jelo, a zovemo ih sekretagogi.

U tankom crijevu dolazi do sekrecija enzima, sluzi, hormona i žuči. Kao odgovor na prispjeli kiseli sadržaj hrane (himus), stanice dvanaestnika luče hormon sekretin koji stimulira gušteraču na lučenje alkalnog, bikarbonatnog gušteračnog soka u dvanaesnik.



Slika 3 Sažetak čimbenika koji utječu na sekreciju probavnog trakta ( S.R.Williams, 1999)

Osim gušterače i žlijezde tankog crijeva luče bikarbonate, pa se dnevno luči oko 2-3 l bikarbonatnog soka. Ovaj sok neutralizira HCl pa je crijevni sok alkaln (pH oko 7-9) i tako se može nastaviti probava.

Gušterača ima masu od oko 100 g, a dnevno luči deset puta veću masu gušteračnog soka. Ima egzokrine i endokrine funkcije. Gušteračni sok, osim bikarbonata, sadrži i enzime amilazu, disaharidazu, lipazu i proteolitičke enzime (egzokrine izlučine) te hormone inzulin i glukagon (endokrine izlučine). Proteolitički se enzimi luče kao neaktivni tripsinogen i kimotripsinogen, a u aktivni oblik tripsin i kimotripsin ih aktivira enzim enteropeptidaza, a koji stvara sluznica tankog crijeva. U aktivnom obliku se luči  $\alpha$ -amilaza. U soku se još nalaze ribonukleaza i deoksiribonukleaza.

Mukozne žlijezde, smještene odmah unutar dvanaesnika, luče veliku količinu sluzi koja štiti mukoza od kiselog sadržaja.

Stanice dvanaesnika stvaraju i hormon kolekistokinin. Kada hrana, a koja sadrži i mast, dođe u duodenum, lokalni hormon kolekistokinin stimulira žučni mjehur na kontrakciju i lučenje žuči, koja s lipazom probavlja masti.

Kada himus stigne u dvanaesnik, hipertoničan je pa se kroz stijenku crijeva u lumen luči voda (smanji tonus). Aktivnom apsorpcijom razgrađenih bjelančevina, ugljikohidrata i masti smanjuje se pritisak, pa se voda kroz crijevnu stijenku vraća u krvotok.

U probavi hranjivih tvari uz gušteraču bitnu ulogu igra jetra. Tako jetra ima bitnu ulogu u regulaciji metabolizma, u sintezi nekih bjelančevina, ima spremišnu ulogu za neke vitamine i željezo te inaktivira i izlučuje neke toksine i lijekove.

U jetri se, uz skeletne mišiće, odlaze glikogen. Kada je razina glukoze u krvi visoka, deponira se u jetri kao glikogen, i obrnuto, ako je nizak, glikogen se razgrađuje do glukoze (glikogenoliza). Tako jetra pomaže u održavanju konstantne razine glukoze. U jetri se odvija i glukoneogeneza, pretvorba aminokiselina, lipida i jednostavnih ugljikohidrata u glukozu.

Jetra je bitna i za metabolizam lipida, jer npr. jetrene stanice (hepatociti) stvaraju i luče lipoproteine vrlo male gustoće, koji se zatim pretvaraju u lipoproteine male, srednje i velike gustoće. Oni su glavni izvor kolesterola i triglicerida za tkiva u tijelu. Jetrene su stanice glavni izvor kolesterola, ali i mjesto njegova izlučivanja, pa su važne u regulaciji razine kolesterola u serumu.

Jetra sintetizira i sve neesencijalne aminokiseline, zatim se u jetri amonijak, nastao deaminacijom aminokiselina, pretvara u ureu. Jetra sintetizira i većinu bjelančevina plazme (osim  $\gamma$ -globulina). Jetra je skladište za A, D i B<sub>12</sub> vitamin, te mikroelement Fe.

Najvažnija je jetrena funkcija u probavi lučenje žuči. Žuč sadrži žučne kiseline, kolesterol, lecitin i žučne boje, a stvaraju je hepatociti. Žuč se luči u žučne kanaliće, koji se objedinjuju u



žučvod. Epitelne stanice žučnih kanala luče otopinu bikarbonata. Između obroka žuč se pohranjuje i koncentrira u žučnom mjehuru. Nakon uzimanja obroka koncentrirana se žuč kontrakcijom izluči u dvanaesnik, naročito u prisutnosti masti. Dnevno su luči između 0,25-1,5 l žuči.

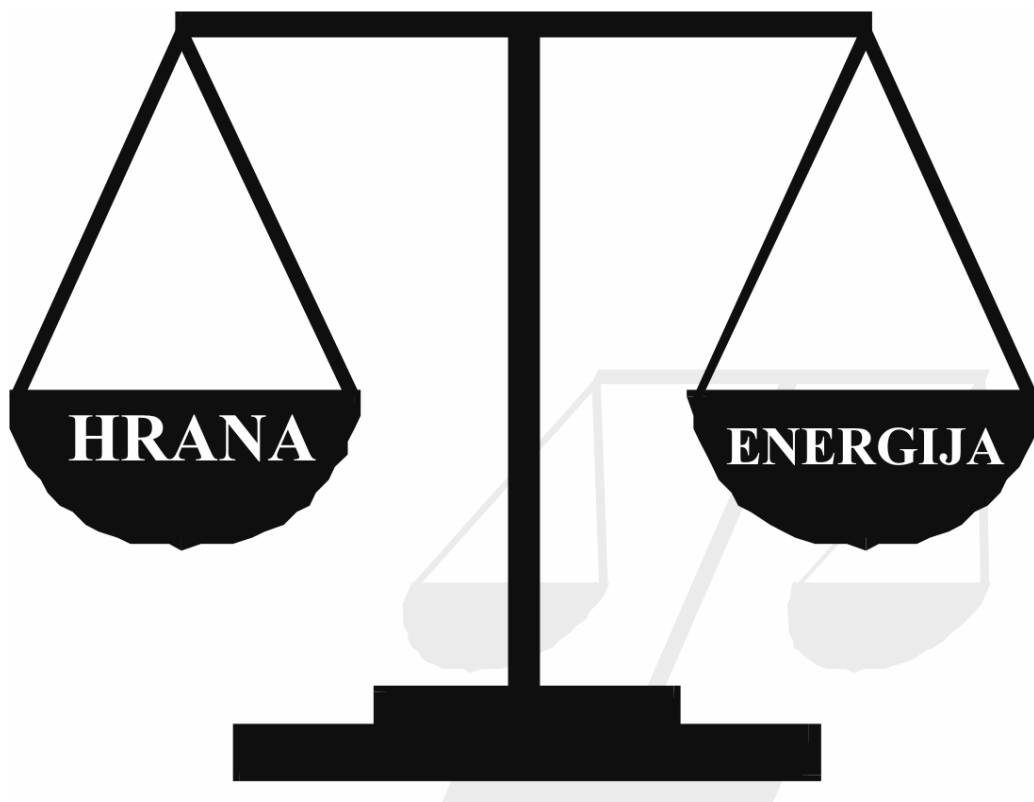
Uloga je žučnih kiselina emulgiranje masti, čime lipaze djeluju na većoj površini, a zatim razgradnim produktima masti žučne kiseline omogućuju aktivnu apsorpciju u završnom dijelu ileuma. Apsorbirane se žučne kiseline lako vraćaju u jetru, odakle se ponovo uključuju u žuč. Neapsorbirane se žučne kiseline luče stolicom (oko 10-20%), a nadomjeste se novim žučnim kiselinama koje se sintetiziraju u jetri, a iz kolesterola.

Žutu boju žuči daje bilirubin, koji nastaje iz porfirinskog dijela hemoglobina. Žuč sadrži i bjelančevine, npr. imunoglobulin A koji organizam štiti od antigena unesenih hranom.



*Poglavlje 3*

**ENERGETSKE POTREBE ORGANIZMA**



Sve je više znanstvenih spoznaja o prehrani, upućenih na biokemiju, anatomiju, fiziologiju, patofiziologiju, bakteriologiju, molekularnu biologiju, suvremenu tehnologiju hrane, pa se znanost o prehrani sve više nameće kao važna disciplina s medicinskog i prehrambeno-biotehnološkog gledišta.

Normalna prehrana organizmu osigurava dovoljnu količinu i optimalan odnos bjelančevina, ugljikohidrata, masti, vitamina, minerala i tekućine. Ovom prehranom podmiruju se potrebe organizma za energetskim, gradivnim i zaštitnim tvarima. Moguće su međusobne pretvorbe hranjivih tvari unutar organizma, ali ih ne treba niti precijeniti niti potcijeniti, jer takvi procesi zahtijevaju znatan utrošak energije. Bjelančevine su gradivni elementi, ali ako nema masti i ugljikohidrata, koriste se u energetske svrhe. Masti su energetske tvari, ali bilo same, bilo s bjelančevinama gradivni su elementi. Organizam prema potrebama bjelančevine i masti pretvara u ugljikohidrate. To je proces glukoneogeneze (grčki neos-nov, a genesis= postanak), tj. stvaranja glukoze iz neugljikohidratnih izvora, iz aminokiselina i glicerolskog dijela masti. Oko 40% aminokiselina se ne može, a oko 60% se može prevesti u glukozu (glukogene aminokiseline). Organizam ugljikohidrate po potrebi prevodi u bjelančevine, a zasićene i nezasićene masne kiseline može međusobno konvertirati.

Energija se kao tvar niti stvara niti razara, već konstantno recirkulira kroz nekoliko oblika (energetski ciklus), a u tijelu postoji kao kemijska, električna, mehanička, i toplotna. Metaboličkim se procesima kemijska energija pretvara u električnu koja služi za rad mozga i živaca; u mehaničku, potrebnu za kontrakcija mišića; termičku, neophodnu za reguliranje tjelesne temperature i druge tipove kemijske energije za sintezu novih spojeva. Energija se javlja kao slobodna i vezana ili potencijalna. Slobodna se može odmah aktivirati, a potencijalna je vezana u kemijskim spojevima, a prema potrebi se provodi u slobodnu. U šećeru je energija vezana, ali ako šećer "izgori", oslobađa se slobodna energija i rezultira rad. Kada se smanji raspoloživa slobodna i vezana energija, treba dodati "gorivo", a to je hrana. Pravilna prehrana osigurava stalan proces asimilacije (anabolizam) i disimilacije (katabolizam). Proces asimilacije služe izgradnji organizma i složenijih spojeva (za to je potrebna energija). Proces disimilacije mobiliziraju rezerve i dovode do sagorjevanja, nastanka energije, ali se pri tome slobodna energija i troši, pa je potrebno uzimati hranu. Tijekom gladovanja ili posta prvo se mobilizira kao rezerva glikogen iz jetre i mišića i ta rezerva traje 12-48 sati, zatim se mobilizira masno tkivo.

Zalihe masnog tkiva se razlikuju među osobama. U fazi težeg gladovanja mobilizira se na kraju i mišićno tkivo, koje sadrži više bjelančevine nego glikogena.

Tablica 2 Zalihe energije u normalnom ljudskom organizmu (R.Živković, 1994)

Tkivo	kg	kcal	kJ
masno tkivo	15,66	141 000	589 380
bjelančevine	6	24 000	100 320
ugljikohidrati			
mišićni glikogen	0,150	600	2 508
jetreni glikogen	0,075	300	1 254
ukupno		165 900	693 462
cirkulirajući energenti			
glukoza	0,020	80	334
slobodne masne k. trigliceridi	0,0003	3	12
	0,003	30	121
ukupno		113	274
tkiva i cirkulirajući energenti	ukupno	166 013	694 423

Uzimanje hrane i tekućine reguliraju 3 osjeta: apetit, glad i žeđ.

Apetit je reguliran dvjema fazama, želučanom i psihogenom. Želučana se faza sastoji u lučenje kiseline (HCl) i tonusu želučane muskulature, a psihogena faza pogledom na omiljeno ili lijepo servirano jelo.

Glad je povezana s grčenjem i kontrakcijama želuca. Kada se želudac napuni, bez obzira na energetske vrijednosti hrane, grčevi gladi prestaju. Osjetu gladi pridonosi i hipoglikemija.

Žeđ je bitna za korekciju tjelesnih tekućina, a ne kcal. Od cjelokupne tjelesne mase 60% čini voda i svaki ljudski život je ugrožen ako mu se tjelesna tekućina (voda) smanji za 10% i više. Žeđ se stoga podnosi samo nekoliko dana, a gladovanje i preko 2 mjeseca.

Organizam ne posjeduje nikakav mehanizam koji bi kontrolom apetita, gladi i sitosti omogućio održavanje stalne tjelesne mase i određivao potrebe za uzimanje hrane, odnosno energije. Kad bi takvi mehanizmi postojali, rad bi im ovisio o dobi, spolu, genetičkim i socijalnim čimbenicima i individualnim zahtjevima. Čini se da moždani monoamini, te razina glukoze (hiper- i hipoglikemija) utječu na apetit.

Hrana se uzima periodično a organizam funkcionira neprekidno, stoga u organizmu postoje zalihe energije (Tablica 2). Mozak također treba stalno energiju (u gladovanju, budan, u snu). Mozak kao energetske izvor koristi glukozu (5g glukoze/sat), a dobiva je razgradnjom glikogena u jetri. U kritičnim situacijama mozak može energiju dobiti i razgradnjom ketotijela, ili osigurati

glukozu glukoneogenezom iz aminokiselina i masti. Nije poželjno nametati organizmu taj napor, već ga svakodnevno treba opskrbiti dovoljnom količinom hrane, tj. energetske tvari: mastima, ugljikohidratima i bjelančevinama, ali i zaštitnim i gradivnim tvarima (vitaminima, mineralima i vodom).

Energetske se potrebe organizma izražavaju u kcal ili kJ ili MJ (1 kcal=4,184 kJ, 1 kJ= 0,239 kcal). Svaka namirnica, ovisno o sastavu, sadrži određenu energiju. Treba razlikovati *sirovu* i *iskoristivu* energiju. Sirova je energija ona koja se oslobodi sagorijevanjem namirnica u kalorimetrijskoj bombi. Tim sagorijevanjem oslobodi se oko 4,1 kcal/1 g ugljikohidrata (17kJ/g), 9,3 kcal/1 g masti (39kJ/g) i 5,4 kcal/1 g bjelančevina (23kJ/g). Te vrijednosti su približne, jer se razlikuju ovisno o dotičnom ugljikohidratu, masti ili bjelančevini. Sagorijevanjem u tijelu, zbog nepotpune oksidacije, naročito bjelančevina, ne oslobađa se toliko energije, pa govorimo o iskoristivoj energiji. Iskoristiva energija je energija prisutna u hrani i umanjena za energiju koja se izluči kao nerazgrađene tvari u stolici. *Rubner* je predložio da se kao čimbenik konverzije hranjivih tvari u iskoristivu energiju koriste za ugljikohidrate i bjelančevine 4,1 kcal/1 g, a masti 9,3 kcal/1 g, međutim danas, zbog prethodno navedenog, uobičajeniji su *Atwater*-ovi faktori konverzije: 4 kcal ili 16,7 kJ za 1 g bjelančevina i ugljikohidrata i 9 kcal ili 37,7 kJ za 1 g masti. Ovi čimbenici pomažu pri izračunavanju energetske vrijednosti namirnica ako je poznat sastav namirnica. Ako prilikom izračunavanja energije iz ugljikohidrata nije poznat sadržaj vlakana, treba pretpostaviti kakva je hrana. Ako je siromašna vlaknima, izračunanu energetske vrijednost ne korigiramo. No ako sadrži umjereno ili puno vlakana (kod vegetarijanaca), dobivenu energetske vrijednost te hrane množimo s 0,975, odnosno 0,950.

Rubnerova izučavanja kažu da se energija iz masti može zamijeniti energijom iz ugljikohidrata, tj. 100 kcal iz masti prehrambeno je ekvivalentno sa 100 kcal iz ugljikohidrata -*Rubnerov izodinamički zakon*.

Energetske potrebe organizma ovise o: osnovnom ili bazalnom metabolizmu (BM), specifičnom dinamičkom djelovanju (aktivnosti) hrane (kalorigenički efekat hrane), tjelesnoj aktivnosti, dobi i klimi.

### **Bazalni metabolizam**

Bazalni metabolizam (BM) je suma unutarnjih kemijskih aktivnosti koje održavaju tijelo dok se odmara, ali budno. Mala, ali aktivna vitalna tkiva tijela mozak, jetra, srce i bubrezi čine 5% tjelesne mase, ali 60% ukupnih osnovnih metaboličkih aktivnosti. Mišićno i masno tkivo su po masi puno veći, ali su po stupnju bazalnoga metabolizma mali. Bazalni metabolizam iznosi 1/2

do 2/3 ukupno potrebne dnevne energije, a ovisi o tjelesnoj masi (tm), visini (v), dobi (d) i spolu. Intenzitet metabolizma veći je u djetinjstvu i mladosti nego zreloj dobi, najmanji je u starosti; veći je kod muškarca nego kod žene. Hormon štitnjače tiroksin utječe na veličinu metabolizma-kod hipertireoze može biti veći za 100%, a kod hipotireoze (pri sniženom lučenju tiroksina) manji za 50%. Na intenzitet metabolizma utječe i simpatikus preko svojih hormona adrenalina i noradrenalina, zatim hormon rasta (povećava ga za 20%), a povećava ga i povišena tjelesna temperatura i hladnoća.

Pothranjenost i spavanje smanjuju metabolizam.

BM se mjeri 14 sati nakon uzimanja zadnjeg jela (pogledaj specifično dinamičko djelovanje hrane), 5 minuta nakon buđenja, u opuštenom stanju.

Indirektne metode određivanja BM mogu biti formule ili indirektna kalorimetrija.

Harris-Benedictova formula:

za muške  $BM=66,4+(13,7 \times tm)+(6 \times v)-(6,8 \times d)$

za žene  $BM=65,5+(9,6 \times tm)+(1,8 \times v)-(4,7 \times d)$

Za muške se može izračunati i ovako:  $1 \text{ kg} \times 24 \text{ h}$ , a za žene  $0,9 \text{ kg} \times 24 \text{ h}$

Jednostavna Brokinova jednadžba predlaže:  $BM=tm \times 20 \text{ kcal}$

Indirektna kalorimetrija mjeri količinu potrošenog kisika i izlučenog CO<sub>2</sub> (aparati strogo odvajaju udahnuti zrak od izdahnutog) što izražava preko respiratornoga kvocijenta.

Respiratorni kvocijent= $\text{Vol. CO}_2/\text{Vol. O}_2$ .

Odnos izlučenog CO<sub>2</sub> i potrošenog kisika ovisi o nutrientu, pa je za oksidaciju glukoze 1, za životinjske masti 0,7 a za bjelančevine 0,8.

Direktna metoda mjerenja BM je direktna kalorimetrija koja mjeri količinu proizvedene topline u specijalnim kalorimetrijskim komorama ili bombama u koje osobe uđu. Metoda je nepraktična za rutinsku uporabu.

### **Specifično dinamičko djelovanje hrane**

Rubner je uočio da se energetske materije, koji unese 100 kcal u obliku mesa, poveća za 30 kcal u odnosu na životinju koja se odmara i gladije. Kada se 100 kcal unese u obliku saharoze ili masti, povećanje je 5,8 kcal, odnosno 4,0 kcal. Znači, svako unošenje bjelančevina dovodi do povećanja energije za 30%, a ugljikohidrata i masti za 6%, odnosno 4%. Ta dodatna energija, koju zahtijevaju probava i apsorpcija hrane kao i pohranjivanje probavljene i apsorbirane hrane, zove se specifično dinamičko djelovanje hrane (engl. specific dynamic action) ili termički efekat hrane (engl. thermic effect of food). Najsloženija je razgradnja bjelančevina,

zato je povećanje energije u odnosu na BM najveće. Miješana prehrana povećava dnevne energetske potrebe zbog tog djelovanja oko 10% u odnosu na BM. Za ugljikohidrate taj porast traje 2-5 sati, za masti 7-9 sati, a bjelančevine 10-12 sati.

Izgleda da je kalorigenički učinak hrane u najvećoj vezi s energijom potrebnom za stvaranje ATP-a (adenozintrifosfata), a taj se proces odvija najviše u mišićima i jetri.

### Aktivnost

Da se dobije ukupna dnevna potrošnja energije bazalnom metabolizmu treba dodati energetske potrošnje tijekom rada, ali i onu potrošenu tijekom slobodnog vremena (oblačenje, hodanje, čitanje, kuhanje) (Tablica 3). Najveća razlika među ljudima u pogledu energije proizlazi iz radnih obaveza, a varira od 1,5 kcal-20 kcal po kg u 1 satu. Mjeri se također direktnom i indirektnom kalorimetrijom;

Tablica 3 Procjena dodatnog utroška energije (koju treba dodati na BM) za različite vrste aktivnosti (za 8 sati) (R. Živković, 1994)

Vrsta rada	kcal	kJ
lagani sjedeći rad	400-800	1680-3360
činovnički posao	800-1200	3360-5040
umjereni rad, hodanje	1200-1800	5040-7560
teški rad: kopanje, rudarski posao	1800-4500	7560-18900

Tablica 4 Utjecaj aktivnosti na dnevne energetske potrebe odrasle osobe (kcal)

Spol	Spavanje (8 sati)	Posao (8 sati)	Slobodno vrijeme (8 sati)	Raspon (24 sata)	$\bar{X}$ (24 sata)	$\bar{X}$ (po kg)
muško	500	Lagan 1095	715-1500	2315-3105	2700	40
žensko	430	785	570-980	1790-2200	2000	35
muško	500	Umjeren 1385	715-1500	2600-3390	3000	45
žensko	430	1000	570-980	2000-2410	2200	40
muško	500	Težak 1910	715-1500	3105-3890	3485	55
žensko	430	1410	570-980	2410-2820	2600	48
muško	500	Vrlo težak 2390	715-1500	3605-4395	3390	62
žensko	430	1790	570-980	2795-3200	2985	55



Jednostavno, okvirno, energetske se potrebe za sjedeći rad mogu izračunati množenjem tjelesne mase sa 6 kcal; za umjerenu fizičku aktivnost množenjem s 10 kcal; a množenjem s 20 kcal dobije se dodatna energija za težak fizički rad.

Primjer najjednostavnijeg izračunavanja:  $m=60\text{kg}$ , za bazalni metabolizam treba  $BM=60 \times 20 = 1200$  kcal; umjereno je aktivna, pa za aktivnost treba 600 kcal.

### **Dob**

Kod dojenčeta za prvih 5 mjeseci energetske potrebe se određuju prema količini posisanog mlijeka. Dojenče koje normalno napreduje u dobi od 0-3 mjeseca posisa 850ml/dan=120 kcal (500kJ)/kg; od 3 do 6 mjeseca unos mlijeka je nešto niži a poslije šestog mjeseca dijete više ne može svoju energiju osigurati samo iz mlijeka.

Djeca i adolescenti poslije 10. godine razlikuju se po spolu, pa se njihove energetske potrebe određuju na osnovi potrošnje energije velike skupine koja je dobro uhranjena.

Odrasli: WHO(SZO) i FAO smatraju da su energetske potrebe u dobi 20-39 godina jednake, a između 40-59 godina se smanjuju za 5% po dekadi, a za 10 % od 60 godina na dalje.

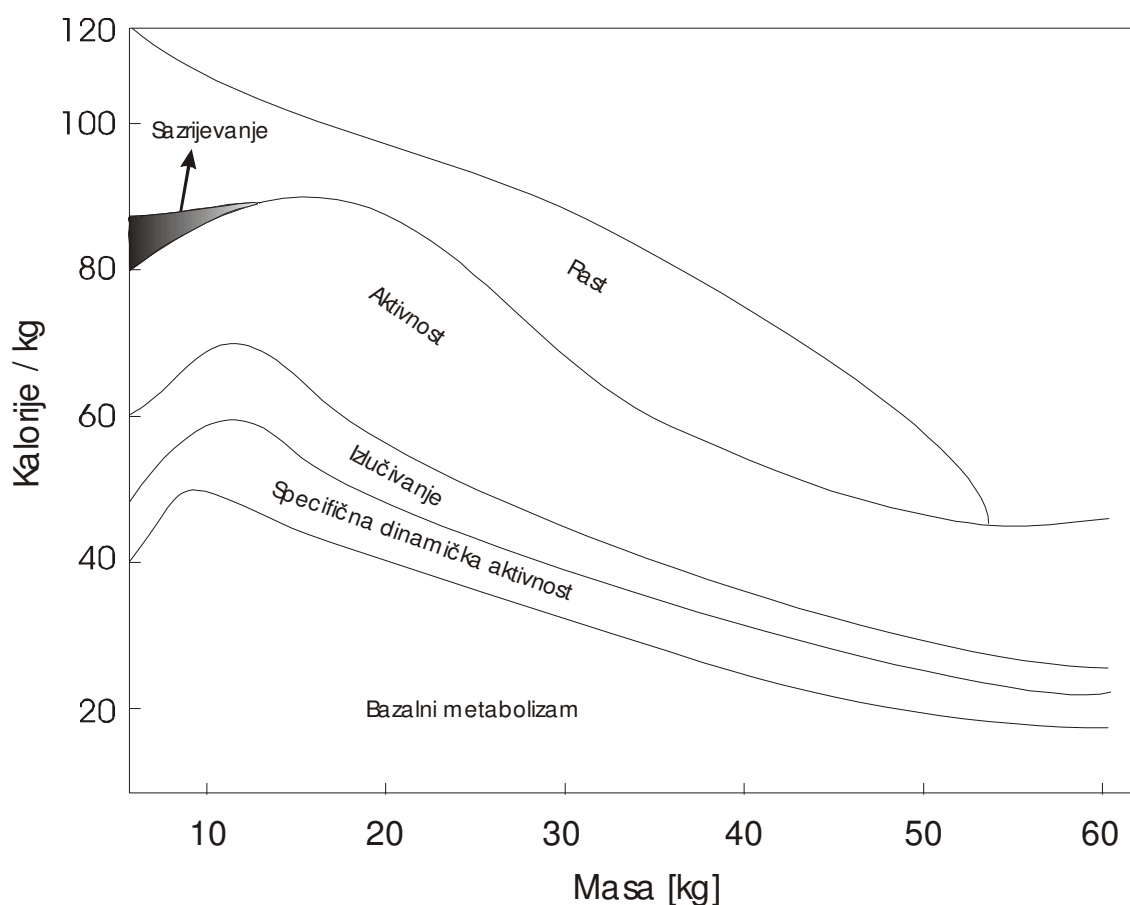
Energetske se potrebe smanjuju jer se smanjuje BM (smanjuje se aktivnost stanica), fizička aktivnost a i bolesti su učestalije.

Trudnica: rast fetusa i placente i otežalo tijelo trudnice zahtijevaju dodatnu energiju; u zadnja 3 mjeseca bazalni metabolizam se povećava za oko 20%; trudnica treba dodatno 280 kcal/dan/280 dana ili 140 kcal/dan u prva 3 mjeseca i 350 kcal/dan u ostalom periodu.

Dojilja dnevno stvara oko 850 ml mlijeka, što zahtijeva 750 kcal energije iz hrane. To kroz 6 mjeseci iznosi 135 000 kcal. Dio te energije ona stvara iz rezervnog masnog tkiva koje je nakupila tijekom trudnoće, pa u obliku hrane treba oko 99 000kcal.

Tablica 5 Energetske potrebe djece, mladih i odraslih (FAO, 1985)

Dob (god.)	Masa (kg)	Energija /kg / dan		Energija/osobi/dan	
		kcal	KJ	kcal	MJ
< 1	7.3	112	470	820	3.4
1 – 3	13.4	100	424	1360	5.7
4 – 6	20.2	90	382	1830	7.6
7 – 9	28.1	78	326	2190	9.2
<b>muški</b>					
10 - 12	36.9	70	297	2600	10.9
13 - 15	51.3	57	238	2900	12.1
16 - 19	62.9	50	205	3070	12.8
odrasli	65.0	45	192	3000	12.6
<b>ženske</b>					
10 - 12	38.0	62	259	2350	9.8
13 - 15	49.9	50	209	2490	10.4
16 - 19	54.4	43	179	2310	9.7
odrasle	55.0	40	167	2200	9.2



Slika 4 Ovisnost energetske potrebe o dobi (R.S.Goodhart i M.E.Shils, 1980)

**Klima**

Energetske potrebe definirane su za prosječnog muškarca i ženu koji žive na prosječnoj godišnjoj temperaturi od 10<sup>0</sup>C. Niža vanjska temperatura utječe na organizam tako da on proizvodi dodatnu toplinu kako bi održao stalnu tjelesnu temperaturu. To zahtijeva povećanje energetske vrijednosti dnevnoga obroka. Za svakih 10<sup>0</sup>C ispod godišnjeg prosjeka, energetske potrebe se povećavaju za 5%; za svakih 10<sup>0</sup>C iznad, energetske potrebe se smanjuju za 5%.



*Poglavlje 4*

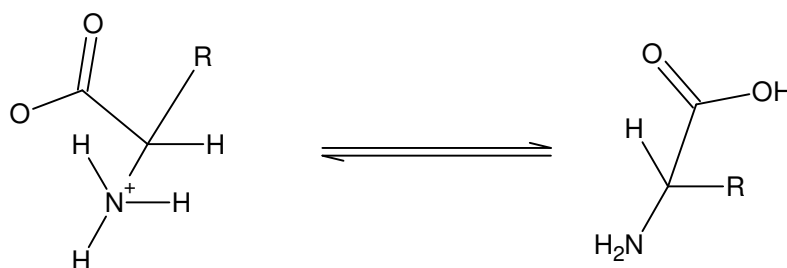
**HRANJIVE TVARI**



## BJELANČEVINE-AMINOKISELINE

Bjelančevine karakteriziraju velika molekularna masa (10000) i koloidna svojstva. Sadrže C,H,O,N,S,, rjeđe P,I,Fe,,Cu, i dr. Ljudski organizam ih ne može sintetizirati iz osnovnih sirovina- H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> i anorganskih dušikovih spojeva pa je ovisan o biljkama i životinjama.

Bjelančevine, ili točnije njihove jedinice aminokiseline (peptidske veze-CO-NH- povezuju aminokiseline u bjelančevine) neophodne su za rast mladih, održavanje stalne forme odraslih, te za održavanje funkcionalne i obrambene sposobnosti organizma prema infekcijama. Ima oko 150 aminokiselina, a u namirnicama najčešće oko 20.



Prikaz amfoterog karaktera

(R-H, CH<sub>3</sub> i dr.)

Naziv aminokiselina potječe od amino skupine koja daje bazni karakter spoju, i kiselinske skupine koja daje kiselina svojstva. Aminokiseline su stoga amfoterne, a kako će se ponašati ovisi o pH sredini. Zbog ovog svojstva aminokiseline imaju karakter pufera, što je važna klinička značajka.

Od svih poznatih aminokiselina, 8 je bitno za čovjeka, tj. ne može ih sam sintetizirati, što je rezultat razvoja ljudskog organizma. Čovjek ove aminokiseline mora unositi hranom, znači one su prehrambeno esencijalne (Tablica 6). Neesencijalne aminokiseline čovjek može sintetizirati u svom vlastitom organizmu. Arginin i histidin djelomično su esencijalni. Kod djece su bitni za rast, a zadnja istraživanja govore da je histidin esencijalan i za odrasle.

### Uloga bjelančevina

Bjelančevine imaju gradivnu, specifičnu fiziološku i energetska ulogu.

Bjelančevine osiguravaju rast i održavanje tkiva jer osiguravaju određene aminokiseline u dovoljnoj količini, za sintezu staničnih bjelančevina. Isto tako bjelančevine osiguravaju aminokiseline za sintezu drugih spojeva s dušikom, kao što su enzimi i hormoni.

Neke aminokiseline služe kao prekursori. Metionin sudjeluje u stvaranju neproteinskog staničnog konstituenta kolina (daje 3 CH<sub>3</sub>-), koji je prekursor acetilkolina, jednog od glavnih transmitera. Kolin je ključna komponenta dvaju fosfolipida koji se stvaraju u tijelu-lecitin i sfingomijelin. Triptofan je prekursor niacina i neurotransmitera serotoninina, koji je kemijski glasnik, a sintetizira se u moždanom tkivu hidroksilacijom i dekarboksilacijom. Fenilalanin je prekursor neesencijalne aminokiseline tirozina.

Tablica 6 Esencijalne, poluesencijalne i neesencijalne aminokiseline (S.R.Williams, 1999)

Esencijalna	Poluesencijalne	Neesencijalne
Izoleucin Leucin Lizin Metionin Fenilalanin Treonin Triptofan Valin	Arginin Histidin	Alanin Asparagin Aspartinska kis. Cistin Glutaminska kis. Glutamin Glicin Hidroksiprolin Prolin Serin Tirozin

Energetska uloga bjelančevina naročito je važna u periodu gladovanja ili intenzivnog fizičkog napora (maraton). Nakon što se ukloni N-dio aminokiseline, ostatak se može prevesti u glukozu ili ketone. Oko 60% ukupnih dnevnih bjelančevina može se koristiti za dobivanje glukoze i oksidirati za dobivanje energije. Glukogene aminokiseline (razgradnjom daju glukozu - glukoneogeneza) su: alanin, glicin, cistin, serin, glutaminska i asparaginska kiselina. U pravilnoj prehrani bjelančevine trebaju osigurati 10-15% dnevnih energetske potrebe, a po nekima i u nekim slučajevima do 20%.

### Podjela bjelančevina

Kompletne i nekompletne bjelančevine hrane

Prema količini esencijalnih aminokiselina koje pojedina hrana daje, bjelančevine hrane dijele se na kompletne i nekompletne. Kompletne bjelančevine su one koje sadrže sve esencijalne aminokiseline u dovoljnoj količini i odnosu koji zadovoljava potrebe ljudskog tijela. To su bjelančevine životinjskog podrijetla: jaja, mlijeko, sir, meso. Druge bjelančevine životinjskog podrijetla nisu kompletne. Nekompletne bjelančevine manjkave su u jednoj ili više esencijalnih

aminokiselina, a aminokiselina koja najviše odstupa od količine koju treba ljudski organizam zove se limitirajuća aminokiselina. Te bjelančevine uglavnom su biljnog podrijetla, iz žitarica, leguminoza i dr. U miješanoj se prehrani (kombiniranoj) životinjske (animalne) i biljne (vegetativne) bjelančevine nadopunjuju. Balans aminokiselina može se npr. postići kombinacijom pšeničnog brašna, siromašnog lizinom, s odmašćenim sojinim brašnom koje je bogato lizinom, triptofanom i metioninom. Kruh pripremljen s dodatkom 10% takvog sojinog brašna ima veću nutritivnu vrijednost, a dobrih je reoloških osobina.

Prema građi, bjelančevine dijelimo na 2 skupine:

- a) *Jednostavne* (holoproteini)-sadrže samo aminokiseline ili njihove derivate: serum, albumin, inzulin i enzimi i
- b) *Složene* (heteroproteini, konjugirane bjelančevine ili peptidi) -građene od jednostavnih bjelančevina i nekih drugih nebjelančevinastih komponenata.

Složene bjelančevine dijelimo na 6 skupina:

1. Nukleoproteini-sadrže jednu ili više bjelančevina i nukleinsku kiselinu (DRK-deoksiribonukleinska kiselina), bitni su sastavni dio jezgre.
2. Glikoproteini i mikoproteini-sadrže bjelančevinu i ugljikohidrat (mucin).
3. Fosfoproteini-sadrže bjelančevine i radikal koji sadrži fosfor (ali ne onaj iz fosfolipida ili nukleinskih kiselina) (kod kazeina mlijeka i vitelina žumanjka fosfatna kiselina vezana je na aminokiselinu serin).
4. Kromoproteini-sadrže bjelančevine i kromoforne ili pigmentne skupine (hemoglobin).
5. Lipoproteini-sadrže bjelančevine i triacilglicerole ili drugi lipid (fosfolipidi ili kolesterol).
6. Metaloproteini-sadrže bjelančevine i metal, npr. bakar i željezo (hem).

Prema ulozi u građi organizma i metabolizmu, bjelančevine dijelimo na:

- a) *Strukturne*: kolagen kojega zbog sastava esencijalnih aminokiselina smatramo najlošijom bjelančevinom;
- b) *Kontraktivne*: mišići (miozin);
- c) *Krvne*: albumin (po sastavu je aminokiselina najbolja bjelančevina), fibrinogen, hemoglobin;
- d) *Protutijela*: gamaglobulin;
- e) *Hormone*: inzulin i
- f) *Enzime*.



## Probava bjelančevina

U ustima se odvija samo mehanička probava. Kemijska probava počinje u želucu, i to intenzivnije nego probava ugljikohidrata i masti. Hidrolizu vrše pepsin, renin i kloridna kiselina. Pepsin je glavni želučani enzim, specifičan za bjelančevine. Stvara se u stijenci želuca kao proenzim pepsinogen, koji djelovanjem HCl prelazi u pepsin. Pepsin cijepa peptidne veze pa se molekula bjelančevina cijepa u manje peptide. Kod normalnog pražnjenja želuca, hrana izlazi prije nego se bjelančevine stignu cijepati do aminokiselina. Kloridna kiselina je neophodna za konverziju pepsinogena, a problem nastaje u osoba kod kojih se ne luči dovoljno HCl.

Renin se luči u djece, a važan je za probavu mlijeka jer djeluje na kazein i stvara gruš. Stvaranjem gruš sprječava se prebrz prolaz mlijeka kroz želudac. U odraslih se renin gotovo ne luči.

Probava bjelančevina nastavlja se u tankom crijevu, gdje gušterača luči tripsin, kimotripsin i karboksipeptidazu. Tripsin se luči kao neaktivni tripsinogen, a enterokinaza ga aktivira. Tripsin djeluje na polipeptide i razgrađuje ih do kraćih polipeptida i dipeptida.

Kimotripsin stvara gušterača kao kimotripsinogen, a također cijepa polipeptide.

Karboksipeptidaza djeluje na kraj polipeptidnog lanca gdje se nalazi slobodna karboksilna skupina, pa nastaju manji peptidi i neke slobodne aminokiseline. Crijevnom sekrecijom, iz stijenke tankog crijeva, luče se dva enzima. Aminopeptidaza oslobađa po jednu aminokiselinu i za toliko krati peptidni lanac. Dipeptidaza djeluje na kraju, na dipeptide.

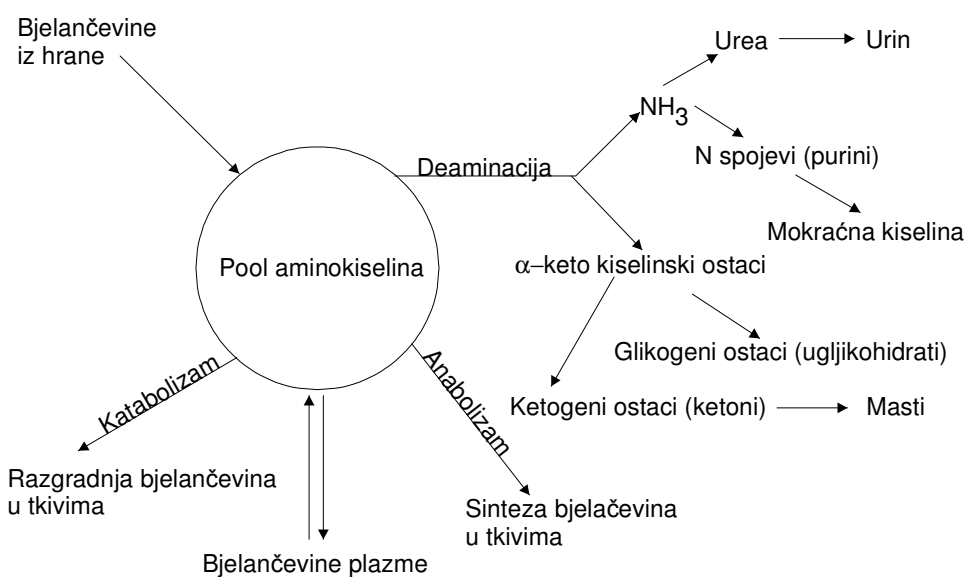
Tablica 7 Sažetak probave bjelančevina (S.R.Williams, 1999)

Organ	Inaktivni prekursor	Aktivator	Aktivni enzim	Djelovanje
usta	-	-	-	mehaničko
želudac	pepsinogen	HCl	pepsin renin (dojenčad)	bjelančevine-polipeptidi kazein-gruš
tanko crijevo gušterača	tripsinogen  kimotripsinogen	enterokinaza  aktivni tripsin	tripsin  kimotripsin  karboksi- peptidaza	bjelančevine, polipeptidi → poli- i dipeptidi bjelančevine, polipeptidi → poli- i dipeptidi polipeptidi → jed. peptidi, dipeptidi, AK
tanko crijevo			aminopeptidaza  dipeptidaza	polipeptidi → peptidi, dipeptidi, AK dipeptidi → AK

### **Apsorpcija i metabolizam bjelančevina**

Krajnji su proizvod probave bjelančevina aminokiseline, topljive u vodi. Resorbiraju se izravno u portalnu krv, bilo aktivnim ili pasivnim transportom. Aktivni transport ovisi o energiji, a uključuje se i piridoksin u obliku piridoksal fosfata. Pasivno se resorpcija odvija difuzijom. U normalnim se okolnostima u odrasle osobe ne resorbiraju peptidi, ali je u dojenčadi to uobičajeno pa se tako resorbiraju i protutijela iz kolostruma (majčino mlijeko nekoliko sati nakon poroda), što pojačava imunitet djeteta koje majka doji.

U tijelu ima puno neovisnih ravnoteža, kao konstantna izgradnja (anabolizam) i razgradnja (katabolizam), deponiranje i mobilizacija komponenata. Rezultat je dinamička ravnoteža zvana homeostaza. Cijelo tijelo je neprekidno u stanju promjene, iako je neko tkivo aktivnije nego drugo (kao i ljudi). Naročito su bjelančevine podložne promjenama, što se posebno može dokazati otkako se koriste radioaktivni izotopi. Radioaktivnim izotopima dokazano je da se aminokiseline obilježene u hrani brzo inkorporiraju u tjelesne tkivne bjelančevine, koje se zatim razgrađuju u aminokiseline i ponovo resintetiziraju u tkivne bjelančevine. Učestalost tih promjena razlikuje se od tkiva do tkiva. Najveća je u jetri, gušterači, bubrezima i plazmi, a manja je u mišićima i mozgu, a još manja u kolagenu. Poluživot ljudskih bjelančevina iznosi prosječno 80 dana: u jetri i plazmi samo 10 dana, u koži i mišićima 140 dana. Fiziološka stanja kao rast ili patološka stanja (zarastanje rana) ubrzavaju zamjenu bjelančevina. U tijelu postoji ravnoteža između bjelančevina tkiva i plazme, a istovremeno su u ravnoteži s bjelančevima hrane. Bjelančevine jedne vrste mogu se "povući" kako bi "podmirile" bjelančevine druge vrste. Tijekom gladovanja rezervne bjelančevine koriste se za sintezu bjelančevina tkiva, ali isto tako i uz adekvatnu opskrbu. Dio bjelančevina cijepa se i preformira. Stanje tijela je rezultat balansa između cijepanja i resinteze bjelančevina. U periodu rasta, anabolizam je veći pa se tako mogu formirati nova tkiva. Tijekom gladovanja, bolesti i naročito starenja, dominira katabolizam i tijelo postupno "nestaje". U tijelu postoji rezervoar (pool) aminokiselina (Slika 5). Između svih spojeva N (bjelančevine i drugi nebjelančevinasti spojevi dušika) postoji ravnoteža-N balans. Negativan N balans znači da se luči više N nego unosi, a kod pozitivnog N balansa više se N unosi nego luči.

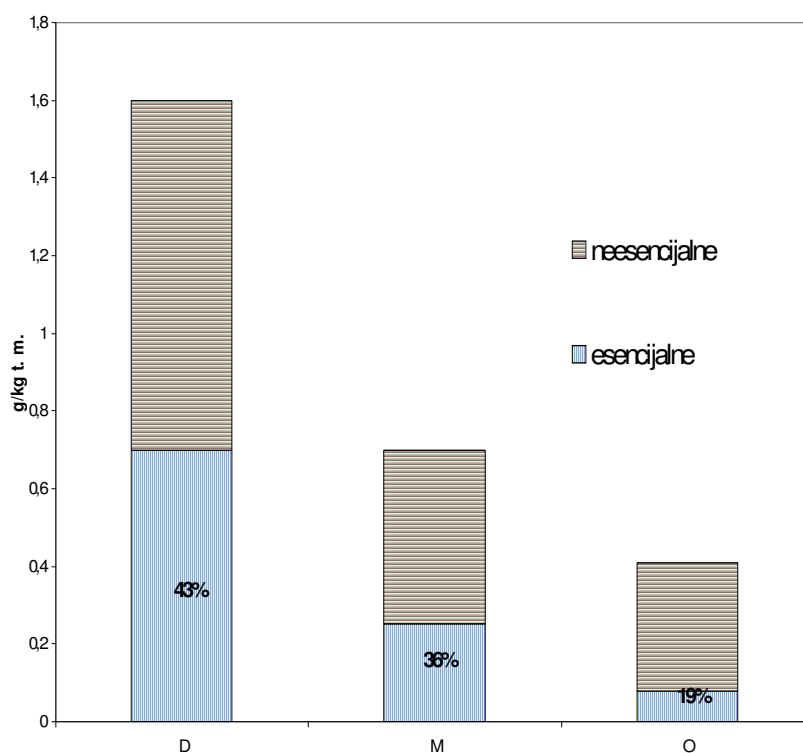


Slika 5 Pool bjelančevina (S.R.Williams, 1999)

### Dnevne potrebe bjelančevina

Općenito, učestalost bjelančevina u strukturi dnevnog obroka zavisi od ekonomskog blagostanja zemlje i stupnja razvoja poljoprivrede, pa potrošnja bjelančevina, a posebno odnos bjelančevina biljnog i životinjskog podrijetla, izkazuju ekonomsko stanje zemlje.

Potrebe organizma za bjelančevinama najviše ovise o životnoj dobi i veličini aktivne mišićne mase, a ne o spolu i aktivnosti. Mršave osobe, kod kojih mišićna masa nadvisuje masno tkivo, trebaju više bjelančevina nego debele osobe. Količina bjelančevina potrebna za održanje zdravlja i podmirenje fizioloških potreba, određuju se prema N ravnoteži. Muškarcu je za održavanje N balansa potrebno 0,57 g bjelančevina/kg tjelesne mase a ženi 0,52 g/kg jer ima više masnog tkiva, ako bjelančevine potječu iz mlijeka i jaja. Što je kakvoća bjelančevina niža, potrebna količina bjelančevina je veća. Riža je siromašna lizinom i treoninom, a pšenično brašno lizinom. Pojačani mišićni rad traži više bjelančevina-1,5g/kg (ipak se ne preporučuje više od 20% ukupnih kcal, i to 50% biljnih i 50% životinjskih); dojenčad treba >2g/kg, a djeci školske dobi 1,2g/kg.



Slika 6 Potrebe za bjelančevinama, esencijalnim i neesencijalnim aminokiselinama: D dojenčad (6 mjeseci); M mladi (10-12 godina); O odrasli (R.S.Goodhart i M.E.Shils, 1980)

Kada se potrebe za bjelančevinama, esencijalnim i neesencijalnim aminokiselinama izraze na kilogram tjelesne mase, s povećanjem životne dobi potrebe se progresivno smanjuju. Međutim, potrebe za esencijalnim aminokiselinama smanjuju se puno brže, nego potrebe za ukupnim bjelančevinama. Tako potrebe za ukupnim bjelančevinama, izražene preko esencijalnih aminokiselina padaju od 43% za dojenčad, za djecu 36%, a za odrasle 19-20% (Slika 6). Pravilnom kombinacijom namirnica može se u prehrani postići maksimalno iskorištenje bjelančevina. Tijekom prerade tehnolog može obogatiti neku namirnicu limitirajućom aminokiselinom. Ovo "kemijsko friziranje" nije poželjno jer se sintetska amonokiselina ne resorbira jednako. Količina potrebnih bjelančevina se povećava i u slučaju nedovoljnog unosa ugljikohidrata i masti, jer se tada bjelančevine koriste i u energetske svrhe. U odnosu na ukupne potrebe, bjelančevine trebaju podmirivati 10-15 % dnevne energije.

Tablica 8 Količina bjelančevina u pojedinoj životnoj dobi neophodna za fiziološke potrebe (safe level of intake) prema bjelančevinama mlijeko i jaja (WHO, 1985)

Dob	Masa (kg)	Količina uz određeni kemijski skor*				
		100		90	80	70
		g/kg	g/osobi	g/osobi	g/osobi	g/osobi
6-11 mjes.	9.0	1.53	14	17	20	23
1-3 god.	13.4	1.19	16	20	23	27
4 - 6	20.2	1.01	20	26	29	34
7 - 9	28.1	0.88	25	31	35	41
muški						
10 - 12	36.9	0.81	30	37	43	50
13 - 15	51.3	0.72	37	46	53	62
16 - 19	62.9	0.60	38	47	54	63
odrasli	65.0	0.57	37	46	53	62
ženske						
10 - 12	38.0	0.76	29	36	41	43
13 - 15	49.9	0.63	31	39	45	52
16 - 19	54.4	0.55	30	37	43	50
odrasle	55.0	0.52	29	36	41	48
trudnica II polovica			+ 9	+ 11	+ 13	+ 15
dojilja prvih 6 mjes.			+ 17	+ 21	+ 24	+ 28

\* Neophodna količina uz različite kemijske skorove = neophodna količina  $\times$  100 / kemijski skor konzumiranih bjelančevina

Kroničan nedovoljni unos bjelančevina, naročito životinjskog podrijetla, dovodi do pojave bolesti kvašiorokor (kwashiorkor). Najčešće se javlja kod djece u prvim godinama života, u siromašnim krajevima, a koja su već u prvim mjesecima života lišena majčinoga mlijeka. Simptomi su ove bolesti: apatija, gubitak teka, zastoj u rastu, smanjenje potkožnog masnog tkiva, promjene na koži i dr. U praksi je češća mješovita, proteinsko energetska malnutricija (pothranjenost). U razvijenim se zemljama unosi dva puta više bjelančevina nego je neophodno. Kakvoća bjelančevina često se izražava kao kemijski skor (engl. chemical score, CS, ili amino acid score). Bjelančevine jajeta i mlijeka imaju kemijski skor 100, jer imaju izbalansirani odnos esencijalnih aminokiselina. Limitirajuća aminokiselina određuje kemijski skor. Najčešće su limitirajuće aminokiseline triptofan, lizin i metionin. Ako se usporedi sastav aminokiselina neke namirnice sa sastavom aminokiselina bjelančevina idealne namirnice, te sadržaj limitirajuće aminokiseline u toj namirnici podijeli sa sadržajem u idealnoj namirnici i pomnoži sa 100, dobiveni iznos predstavlja kemijski skor. Sadržaj esencijalnih aminokiselina u idealnoj namirnici

je: izoleucin 4%, leucin 7%, lizin 5,5%, metionin+cistin (sumporne aminokiseline) 3,5%, fenilalanin+tirozin 6%, treonin 4%, triptofan 1%, valin 5%.

Tablica 9 Sastav esencijalnih aminokiselina nekih namirnica (R.S.Goodhart i M.E.Shils, 1980)

Namirnica	Sadržaj (%) aminokiselina bjelančevina				
	Lizin	Sumporne AK (metionin + cistin)	Treonin	Triptofan	CS (limitirajuća aminokiselina)
idealna	5,5	3,5	4,0	1,0	100
žitarice	2,4	3,8	3,0	1,1	44 (lizin)
mahunarke	7,2	2,4	4,2	1,4	68 (sumporne)
mlijeko-prah	8,0	2,9	3,7	1,3	83 (sumporne)
žitarice+ mahunarke+ mlijeko-prah	5,1	3,2	3,5	1,2	88 (treonin)

Kombinacijom namirnica, točnije bjelančevina, postiže se najbolja i najjeftinija prehrana, a prikazivanje kakvoće bjelančevina preko skora olakšava saznanja o mogućim kombinacijama (Tablica 9).

Kakvoću bjelančevina definiraju i biološka vrijednost, čisto iskorištavanje bjelančevina te efektivni odnos bjelančevina.

Biološka je vrijednost (engl. biological value, BV) % resorbiranog N koji tijelo zadržava (ne luči urinom), a utvrdi se na osnovi N balansa (unosa i gubitka). Daje podatke o unosu N hranom i izlučenog stolicom i mokraćom.

Čisto je iskorištenje bjelančevina (engl.net protein utilization, NPU) produkt biološke vrijednosti i stupnja probavljivosti bjelančevina. Za slabo probavljive bjelančevine i za hranu s puno vlakana iskorištenje je manje.

Tablica 10 Kakvoća bjelančevina nekih namirnica (S.R.Williams, 1999)

Namirnica	CS	BV	NPU	PER
Jaja	100	100	94	3,92
Mlijeko,kravlje	95	93	82	3,09
Riba	71	76	-	3,55
Soja	47	73	61	2,32
Riža,nepolirana	67	86	59	-
Riža,polirana	57	64	57	2,18

Efektivni odnos bjelančevina (engl. protein efficiency ratio, PER) predstavlja grame prirasta po gramu bjelančevina koje eksperimentalna životinja pojede za 10 dana. Ako hrana ne sadrži bjelančevine, životinje gube na masi.

Tablica 11 Potrebe za esencijalnim aminokiselinama u različitoj dobi (FAO, 1985)

Aminokiselina	mg / kg / dan		
	Dojenčad	10 - 12 godina	Odrasli
Histidin	26	19	16
Izoleucin	46	28	13
Leucin	93	44	19
Lizin	66	44	16
Metionin + Cistin	42	22	17
Fenilalanin + Tirozin	72	22	19
Treonin	43	28	9
Triptofan	17	(9)	5
Valin	55	25	13

## UGLJIKOHIDRATI

Ugljikohidrati imaju osnovnu ulogu u dobivanju energije. Ulaze u sastav stanica, krvi i tkivnih tekućina. Ugljikohidrati koje organizam može iskoristiti, hidroliziraju se na monosaharide: glukozu, fruktozu i galaktozu.

Ljudski organizam zahtijeva da se iz ugljikohidrata dnevno podmiri od 50 do 60 % energetske potrebe. U tijelu ima 0,7 % ugljikohidrata, ali su ipak važni zbog održavanja energetske rezervi. Kod odraslog se muškarca oko 300 g glikogena nalazi u jetri i mišićima a 10 g kao cirkulirajući šećer u krvi (Tablica 12). Ova ukupna količina raspoloživog šećera dovoljna je za pola dana umjereno aktivne osobe, stoga se hrana s ugljikohidratima mora uzimati redovito i u umjereno čestim razmacima.

### Specijalna uloga ugljikohidrata u tijelu

1. Ugljikohidrati štede bjelančevine, jer kad ih ima dovoljno omogućuju da se bjelančevine minimalno koriste za dobivanje energije a maksimalno za osnovnu svrhu-izgradnju tkiva.
2. Antiketogeni učinak ugljikohidrata: Količina prisutnih ugljikohidrata utječe na količinu metaboliziranih masti, pa tako i na nastajanje ketona, međuprodukata metabolizma masti, koji normalno nastaju za vrijeme oksidacije masti, ali u maloj količini. U krajnjim situacijama kao što su gladovanje ili nekontrolirani dijabetes (šećerna bolest), kada organizam nema dovoljno ugljikohidrata ili su oni nedostupni kao izvor energije, oksidira se previše masti i nagomilavaju se ketoni (aceton, acetoctena kiselina,  $\beta$ -oksimaslačna kiselina). Posljedica je ketoacidoza.
3. U obliku glikogena, ugljikohidrati se pohranjuju u srcu. Srčani mišić pretežno stvara energiju iz masnih kiselina, ali je glikogen važan izvor kontraktivne energije u slučaju nužde. U slučaju poremećenog odlaganja glikogena, ili u slučaju nedovoljnog unosa ugljikohidrata, mogu se javiti srčane smetnje.
4. Konstantna količina ugljikohidrata neophodna je za pravilan rad centralnog živčanog sustava. Njegov regulatorni centar, mozak, ne sadrži pohranjenu glukozu, stoga je posebno ovisan o konstantnom opskrbljivanju glukozom iz krvi. Hipoglikemijski šok može izazvati oštećenje mozga. U svim su živčanim tkivima ugljikohidrati neophodni.

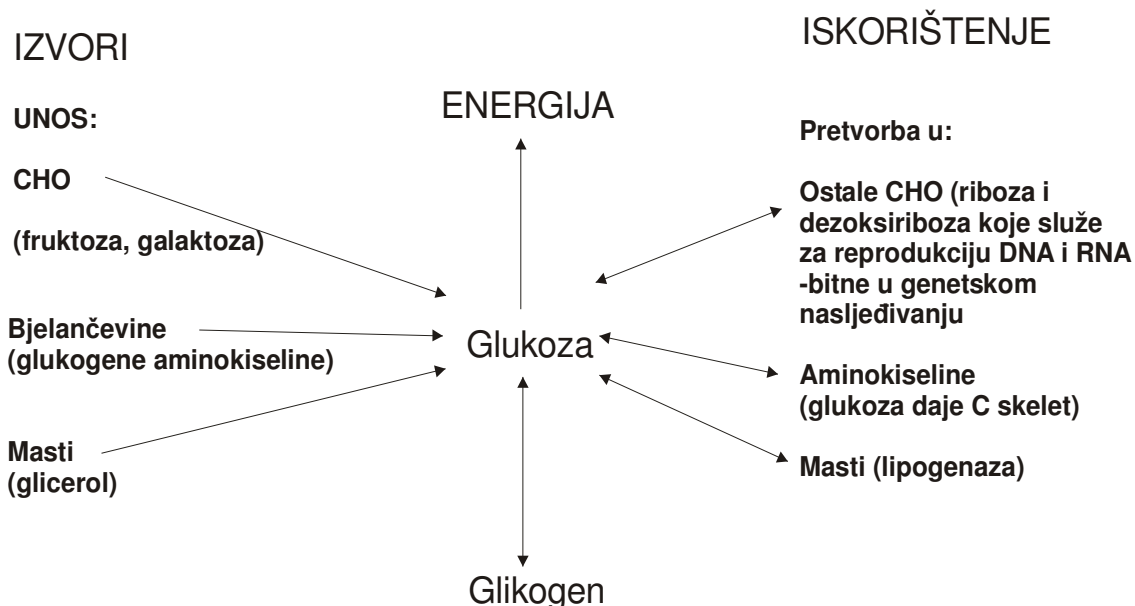


Tablica 12 Rezerve ugljikohidrata u odraslog muškarca (S.R.Williams, 1999)

	Glikogen(g)	Glukoza(g)	Ukupno (g)
Jetra (1800g)	72		
Mišići	245		
Ekstracelularna tekućina (10 l)		10	
Ukupno pohranjeno			327

### Podjela ugljikohidrata

Dijele se na monosaharide, disaharide i polisaharide. Od monosaharida najvažniji su glukoza, fruktoza i galaktoza. Glukoza se nalazi u voću i medu, a industrijski se dobiva djelovanjem razrijeđene kiseline na škrob. Sastavni je dio ljudskih tkiva i krvi (3,9-5,8 mmol/l). Osim u patološkim stanjima, ova je količina stalna. Organizam uspijeva održati razinu glukoze stalnim apsorpcijom glukoze u tankom crijevu, stvaranjem glukoze u jetri (iz glikogena, ili neugljikohidratnih izvora glicerola i bjelančevina=glukoneogeneza) i oksidacijom glukoze u stanicama, uz stvaranje energije. Ipak, u homeostazi glukoze najbitniji je inzulin (hormon gušterače). Čim glukoza u krvi padne ili se povisi, inzulin se veže na receptore u jetrenim stanicama i počne jetru stimulirati na održavanje normalne koncentracije glukoze u krvi. Ako glukoze ima previše, jetra ju uskladištava kao glikogen. Dijelom se glikogen skladišti i u ostalim tkivima, posebno u mišićima. Ako glukoze ima premalo, dolazi do glukoneogeneze.



Slika 7 Izvori i iskorištenje glukoze (CHO=ugljikohidrati) (S.R.Williams, 1999)

Fruktoza se nalazi u zreloom voću i medu, slađa je od saharoze, lakše se topi u vodi, a u tkivima se brže resorbira nego glukoza.

Galaktoza je vezana s glukozom u laktozu.

Najznačajniji disaharidi su saharoza i laktoza. Saharoza (glukoza + fruktoza), u razvijenim se zemljama sve više upotrebljava, a nalazi se u šećernoj repi i šećernoj trsci. Proizvod je fotosinteze pa se nalazi u svim biljkama koje sadrže klorofil.

Laktoza je mliječni šećer (glukoza+galaktoza) nalazi se u mlijeku i mliječnim proizvodima, a jedino kod dojenčadi predstavlja značajniji energetska izvor.

Tablica 13 Stupanj slatkoće važnijih ugljikohidrata uspoređen sa saharozom, kao referentnim saharidom (R.Živković, 1994)

fruktoza	114
ksilitol	102
<b>saharoza</b>	<b>100</b>
invertni šećer	95
glukoza i manitol	69
ksiloza	67
galaktoza	63
sorbitol	51
maltoza	46
laktoza	16

Od polisaharida najznačajniji su škrob, glikogen, vlakna (celuloza, kemiceluloza) i pektinske tvari. Škrob i glikogen spadaju u grupu za ljudski organizam probavljivih polisaharida, pa imaju važnost u ljudskoj prehrani. Škrob je biljni rezervni materijal, nesladak je, nakuplja se u sjemenkama (žita) i gomoljima (krumpir) u obliku škrobnih zrnaca. Žito ga sadrži oko 66-85 %, mahunarke 60 %, krumpir 20-30 %. Zeleno voće sadrži puno škroba, koji sazrijevanjem voća prelazi u šećer. Mladi grašak je sladak jer sadrži puno šećera, koji sazrijevanjem graška prelazi u škrob, obrnuto nego kod voća. Stoga mladi grašak i zrelo voće imaju ugodan, sladak okus.

Glikogen je intracelularni rezervni ugljikohidrat životinjskih stanica. U ljudskom organizmu pohranjuje se u mišićima i jetri. Sadržaj u jetri ovisi o prehrani-u gladovanju se brzo smanjuje na minimum. Glikogen kao energetska izvor ima manje značenje nego škrob, jer mu je i sadržaj u namirnicama manji. Nalazi se isključivo u namirnicama životinjskog podrijetla. Važan je u metabolizmu jer pomaže normalnom održavanju razine šećera u krvi tijekom gladovanja, kao i tijekom spavanja, i daje odmah "gorivo" za aktivnosti mišića. Unos ugljikohidrata hranom

neophodan je jer održava rezerve glikogena i sprječava simptome niskog unosa ugljikohidrata, iscrpljenost i pretjerano korištenje masti u energetske svrhe (ketoacidoza) i povećanu razgradnju bjelancevina.

Vlakna ili prehrambena vlakna podrazumijevaju celulozu, hemicelulozu i lignin, a ljudski ih organizam ne može iskoristiti u energetske svrhe jer ih ne hidrolizira i ne resorbira. Celuloza i hemiceluloza su stalni sastojci namirnica biljnog podrijetla jer izgrađuju stanične zidove. Važni su jer pokreću gibanje crijeva (peristaltiku), pa smanjuju gastrointestinalne probleme. Celuloza omekšava (jer veže vodu) i gura sadržaj u crijevu. Tako skraćuje zadržavanje hrane u crijevima i smanjuje mogućnost nastanka raka debelog crijeva. Celuloza smanjuje resorpciju masti i kolesterola, tj. pospješuje njihovo izlučivanje iz organizma. Celulozi se pripisuje nadzor razine glukoze u krvi, i to jer duže zadržava hranu u želucu i jer smanjuje zadržavanje hrane u crijevima i smanjuje resorpciju nutrienata. Sagledavši nutritivnu i fiziološku ulogu celuloze, u razvijenim zemljama se preporučuje dnevno 10g/1000 kcal, ili na ukupnu dnevnu energiju do 35 g. Ove preporuke se lako podmire ako se unosi cijelo zrno žitarica, mahunarke, povrće i voće.

Tablica 14 Količina energije (kcal) i vlakana (g) iz rafiniranih namirnica skupine dječaka (8-14 godina) (M. Mandić, 1983)

	bijelo brašno	bijeli kruh	tjestenina	riža	šećer	% kcal od unesenih	% vlakana od preporučenih
kcal	190	210	127	42	29	23,7	
vlakna	0,21	0,93	0,13	0,08	0		4,5

Tablica 14 pokazuje koliko ispitanici dobiju dnevno energije iz pojedinih rafiniranih namirnica. Ova količina energije iz rafiniranih namirnica činila je 23,7% ukupne dnevne energije, a količina pratećih vlakana je bila 4,5% od dnevne preporuke. Znači, ta količina energije nije praćena i odgovarajućom količinom zaštitnih tvari, a osobito vlaknastih tvari. Kada bi ovi ispitanici energiju dobili isključivo iz spomenutih rafiniranih namirnica, unosili bi samo 5,7 g vlakana/dan. Kako je dnevno potrebno unositi oko 10 g vlaknastih tvari na 1000 kcal, a po nekim autorima i više, tj. dnevno oko 35 g vidi se učinak suvremenih, negativnih kretanja u prehrani. Tako postoje podaci da se danas unosi tek oko 20% vlakana od količine koju su ljudi prehranom unosili prije 100 godina.

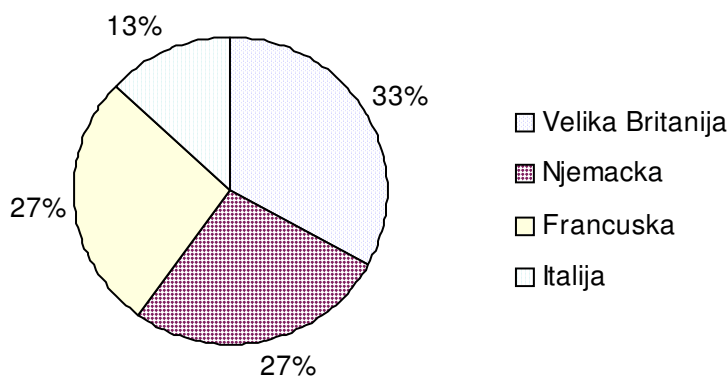
Tablica 15 zorno prikazuje koliko se namirnice razlikuju u sadržaju vlakana. Unosom količine pšeničnog bijelog brašna koja daje 100 kcal, organizam dobije oko 0,1 g vlakana. Količine

špinata, odnosno mahuna koje također daju 100 kcal, imaju 3,2 g, odnosno 4,7 g vlakana, znači bolji su izvor vlakana

Tablica 15 Količina vlakana u nekim namirnicama uz istu energiju (100 kcal)

	pšenica cijelo zrno	bijelo brašno	kreker	mahune	špinat	jabuke
g vlakana	0,6	0,1	0,02	4,7	3,2	1,7

Pojedinci mogu voditi manju ili veću brigu o dnevnom unosu prehrambenih vlakana, a isto tako i države. Iz slike 8 vidljivo je da se najviše pozornosti uloži vlakana i dodatku ovog važnog nutrijenta hrani poklanja u Velikoj Britaniji, zatim podjednako u Francuskoj i Njemačkoj, a najmanje u Italiji, jer Talijani hranu doživljavaju kao užitak.



Slika 8 Dodavanje vlakana u namirnice u nekim zemljama Europe (G.G.Birch i dr., 1990)

Novije spoznaje pokazuju da, u usporedbi s prijašnjim shvaćanjima, vlakna ipak imaju i ulogu energenta u ljudskom organizmu. U ovisnosti o svojem kemijskom sastavu i fizikalnim svojstvima, vlakna se razgrađuju u različitim stupnjevima, pomoću bakterija u debelom crijevu. Konačni produkti razgradnje su kratkolančane masne kiseline (octena, propionska, maslačna) i plinovi. Masne kiseline se najvećim dijelom resorbiraju i čovjek ih može koristiti u energetske svrhe.

S druge strane, vlakna očigledno smanjuju probavljivost proteina i masnoća. To znači da će se količine tih hranjivih tvari u organizmu, povećanjem potrošnje vlakana, smanjiti (izlučivanjem preko fekalija). Energija koja se može dobiti putem salda iz uzetih vlakana, računa se kao razlika fizikalne sagorive vrijednosti potrošenih vlakana i od njih prouzročenog gubitka energije. Pri većem konzumiranju vlakana, dobitak energije premašuje gubitak iste. Metabolizirajuća se energija, prema Liveseyju, velikim dijelom zanemaruje. U britanskom proračunu energetske vrijednosti preporuča se proračun s 2 kcal (8kJ)/g za ne-škrobne polisaharide.

### Probava ugljikohidrata

Probava počinje u usnoj šupljini gdje se hrana usitnjava, ali djeluje i enzim. Hrana se miješa sa slinom, koja sadrži amilazu pa započinje razgradnja škroba u dekstrine i maltozu. U želucu se kontrakcijom želučanih mišića hrana miješa sa želučanim probavnim sokovima. Želučani sokovi ne sadrže neki poseban enzim za razgradnju ugljikohidrata, a rad amilaze sline prestaje zbog niskog pH. Naime zbog lučenja kloridne kiseline pH želuca je gotovo 1. Kontrakcijom mišića, hrana polako stiže do dvanaesnika (duodenuma), prvog dijela tankog crijeva. U tankome crijevu djeluju enzimi iz dva izvora, gušterače i intestinalne sekrecije tankoga crijeva. Ovdje završava probava.

Sok gušterače se luči u dvanaesnik, a sadrži amilazu, koja dalje razgrađuje ugljikohidrate do maltoze. Intestinalna sekrecija, tj. stijenka tankog crijeva sadrži 3 disaharidaze: saharazu, laktazu i maltazu koje razgrađuju odgovarajuće disaharide do glukoze, galaktoze i fruktoze.

Tablica 16 Probava ugljikohidrata (S.R.Williams, 1999)

Organ	Enzim	Djelovanje
Usta	Amilaza	škrob-dekstrin-maltoza
Želudac	-	zaustavlja se hidroliza
Tanko crijevo	Gušterača amilaza Crijevne disaharidaze Saharaza Laktaza Maltaza	škrob-dekstrin-maltoza  saharaza: glukoza+fruktoza laktoza: glukoza+galaktoza maltoza: glukoza+glukoza

### **Apsorpcija i metabolizam ugljikohidrata**

Apsorpcija se odvija u tankom crijevu, pretežno kao glukoza i nešto galaktoza i fruktoza, uglavnom aktivnim transportom koji zahtijeva kao supstancu nosač  $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATP}$  (adenozin-trifosfat) pumpu. Resorpcija se dijelom odvija i pasivnim transportom jer se nakon razgradnje disaharida, monosaharidi niti ne otpuštaju s površine tankog crijeva, već odavde direktno difuzijom transportiraju. Površina je tankog crijeva uvećana resicama, što omogućuje da se 90% unesene hrane resorbira u tankom crijevu, a samo voda u debelom crijevu. Resorbirani monosaharidi dolaze u jetru, gdje se prevode u glukozu koja se konvertira u glikogen kao rezervu. Glikogen se prema potrebi prevodi u glukozu, kako ga tijelo treba.

Metabolizam ugljikohidrata je suma kemijskih promjena koje se odigravaju u organizmu, a pomoću kojih se protoplazma (glavni dio stanica i tkiva) stvara, održava i razgrađuje. Metabolizam ugljikohidrata uključuje i procese stvaranja energije neophodne za djelovanje cijelog organizma (iz jedne molekule glukoze 38 molekula ATP, pri aerobnoj razgradnji). U jetri se odvija najveća aktivnost vezana uz glukozu, iako se procesi vezani za nastanak energije odvija u svim stanicama, kao u adipoznom tkivu, mišićima i bubrezima.

## **MASTI ILI LIPIDI**

Masti (grčki lipos=mast) su kemijski vrlo heterogena skupina organskih spojeva koja se nalaze i u namirnicama biljnog i životinjskog podrijetla.

### **Uloga masti**

1. Masti su uz ugljikohidrate najvažniji izvor energije. Ljudski organizam zahtijeva da se iz masti dnevno podmiri 25-35% energetske potrebe, bilo da ih dobivamo izravno iz hrane ili mobiliziramo iz masnoga tkiva.
2. Sloj masnoga tkiva, odmah ispod kože, kontrolira stalnost temperature tijela unutar vitalnog raspona neophodnog za održavanje života.
3. Masno (adipozno) tkivo obavija vitalne organe ("kao bubreg u loju") i tako ih štiti od mehaničkog šoka.
4. Mast omogućuje prijenos živčanih impulsa. Sfingomijelin (fosfolipid) obavija živce pa je važan izolator živčanih vlakana.
5. Mast ima vitalnu ulogu u strukturi membrana citoplazme stanice, stanične jezgre i membrana staničnih organela. Stanične su membrane izgrađene od lipidnog matriksa isprepletenog s bjelančevinama. Mast sudjeluje u transportu nutrienata (hranjivih tvari) i metabolita kroz stanične membrane.
6. Vitalni su sastojci stanica lipoproteidi-spojevi masti i bjelančevina.
7. Masti su i važni prekursori (preteča), tj. osiguravaju masne kiseline potrebne za sintezu mnogih tvari neophodnih za metaboličke funkcije (steroidne hormone i vitamin D<sub>3</sub>).
8. Masti su nosioci i vitamina topljivih u mastima, A,D,E i K.

### **Zdravstveni problemi s mastima**

Iako su masti ljudskom organizmu neophodne, ipak mogu predstavljati teškoće ako ih je u hrani previše ili ako ih je previše životinjskog podrijetla. Ako je previše masti, više nego ih momentalno treba za energiju, pohranjuju se u tijelu kao masno (adipozno) tkivo. To je nebitna mast, koja dovodi do povećanja tjelesne mase, javljaju se zdravstvene teškoće, npr. šećerna bolest, povećan krvni tlak i bolesti srca.

Ako se hranom unosi previše masti životinjskog podrijetla, koja sadrži pretežno zasićene masne kiseline, javlja se ateroskleroza jer nezasićene masne kiseline služe u profilaksi srčanog i moždanog infarkta.

Ketoni su normalni međuprodukt oksidacije masti i ako masti sudjeluju u pravilnoj količini u dnevnim energetske potrebama (25-35%), oni nastaju u malim količinama. Međutim, ako je unos ugljikohidrata mal, pa se masti koriste u povećem obimu za produkciju energije, ili ako se ugljikohidrati zbog šećerne bolesti ne mogu koristiti (opet povećana razgradnja masti), nastaje puno ketonskih tijela. U tom slučaju snizuje se pH krvi (ketoacidoza), nastupa koma i smrt.

Tijekom procesa hidrogenacije (npr. proizvodnje margarina iz ulja), cis-masne kiseline prelaze u trans oblik. Zbog povećanog sadržaja trans-masnih kiselina u hrani, dolazi do njihovog akumuliranja u ljudskom organizmu (npr. zbog zamjene maslaca margarinom).

### Podjela masti

Masti kao maslac, svinjska mast, slanina i biljna ulja nazivamo vidljivima, a masti mesa, jaja, oraha i sl. nevidljivima mastima. Vidljive masti u razvijenom svijetu čine oko 40% u ukupnoj dnevnoj potrošnji masti.

govedina	ovčatina	crveno	perad	ribe i	žumanjak	mliječna	biljna ulja:	
	s lojem	meso		riblji		mast	kikiriki	
				specijaliteti			soja	
							maslina	
							, sjemenke	
							pamuka	
							masl.	
							kukuruz	
							ulje	
							šfranika	
ZASIĆENE							NEZASIĆENE	
životinjske masti							biljne masti	

Slika 9 Spektar masti u hrani u skladu sa stupnjem zasićenosti masnih kiselina (S.R.Williams, 1999)

Masti se nadalje mogu podijeliti na jednostavne, složene i izvedene.

Jednostavne su masti po sastavu esteri masnih kiselina i raznih alkohola, ali s prehranbenog stanovišta najznačajniji je glicerol, pa se stoga zovu i acilgliceroli (tri-, di- i monoacilgliceroli, a prije su se zvali mono-, di- i trigliceridi). Masne kiseline s manje od 10 C atoma, niže masne kiseline, topljive su u vodi a masne kiseline s više od 10 C atoma, više masne kiseline, nisu topljive u vodi, a s prehranbenog stajališta su značajnije. Od oko 150 masnih kiselina u prirodi, u prehrani su bitnije zasićene masne kiseline (imaju sve vezove ugljika vezane uz atome vodika



ili druge atome): palmitinska (C 16:0), stearinska (C18:0) i miristinska (C 14:0). Od nezasićenih masnih kiselina (imaju jedan ili više dvostrukih vezova) važnije su: oleinska (C 18:1), linolna (C 18:2), linolenska (C 18:3) i arahidonska (C 20:4). Masne kiseline mogu produžiti (elongaza) ili skratiti lanac za po 2 C atoma odcjepljujući ili vežući jednu molekulu aktivne octene kiseline. Linolna i  $\alpha$ -linolenska masna kiselina (Slika 10) su esencijalne jer ih organizam mora dobiti hranom, pa ih zovemo i vitaminom F (engleski fat). Te esencijalne masne kiseline organizam ne može sintetizirati. Računajući dvostruku skupinu od metilnog kraja, višestruko nezasićene masne kiseline dijelimo na omega-3 i omega-6 skupinu (ili n-3 i n-6 skupinu). Omega-3 skupini pripada linolenska kiselina i njezini derivati *ikosapentaenska* (C 20:5 ili IPA) (ili *eikosapentaenska* EPA) i *dokosaheksaenska* (C22:6 ili DHA). Najviše ih ima u ulju riba sjevernih mora, te u pastrvama i ulju biljaka.

Omega-6 skupini pripadaju linolna i arahidonska kiselina koju organizam može sam sintetizirati iz linolne. Tim kiselinama bogato je ulje soje, suncokreta, kukuruza i dr.

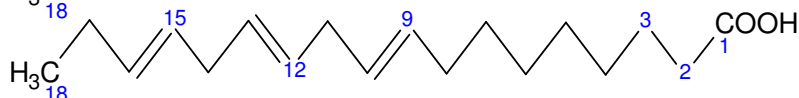
### Strukturna formula

#### Esencijalne masne kiseline

Linolna kiselina

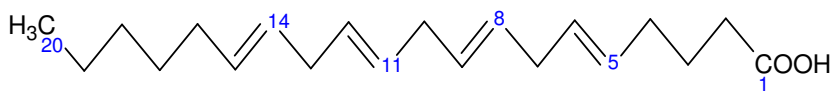


Linoleinska kiselina

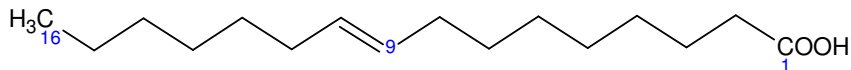


#### Neesencijalne masne kiseline

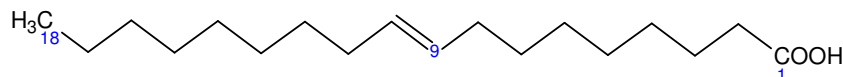
Arahidonska kiselina



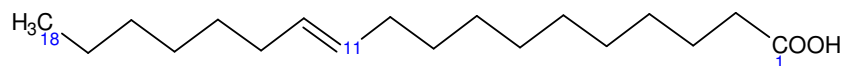
Palmitoleinska kiselina



Oleinska kiselina



Vakcenska kiselina



Slika 10 Esencijalne masne kiseline i odabrane (uobičajene) neesencijalne nezasićene masne kiseline

Razlikujemo masti i ulja, ovisno o agregatnom stanju kod sobne temperature i odnosu zasićenih i nezasićenih masnih kiselina. Ulja imaju više nezasićenih masnih kiselina pa su kod sobne temperature tekuća, a masti imaju više zasićenih masnih kiselina pa su kod sobne temperature krute. Ali i ulja imaju zasićenih, a masti nezasićenih masnih kiselina.

Tablica 17 n-6 i n-3 skupine masnih kiselina (Lj.Primorac, 1998)

---

C18:2 n-6 Linolna kiselina	C18:3 n-3 $\alpha$ -linolenska kiselina
$\Delta^6$ desaturaza	$\Delta^6$ desaturaza
↓	↓
C18:3 n-6 $\gamma$ -linolenska kiselina	C18:4 n-3
↓	↓
C20:3 n-6 Dihomo $\gamma$ -linolenska kiselina	C20:4 n-3
$\Delta^5$ desaturaza	$\Delta^5$ desaturaza
↓	↓
C20:4 n-6 Arahidonska kiselina	C20:5 n-3 Eikosapentaenska kiselina
↓	↓
C22:4 n-6 Dokosatetraenska kiselina	C22:5 n-3 Dokosapentaenska kiselina
$\Delta^4$ desaturaza	$\Delta^4$ desaturaza
↓	↓
C22:5 n-6 Dokosapentaenska kiselina	C22:6 n-3 Dokosaheksaenska kiselina

---

Jednostavne su masti glavni sastavni dio potkožnog masnog tkiva, a nalaze se i oko bubrega, u trbušnoj šupljini, u mišićima i dr., i nazivamo ih spremišne masti. Te masti sprječavaju odavanje topline tijela, pa su važan termički izolator za ljude.

Složene masti/fosfatidi ili fosfolipidi uz masne kiseline i alkohole sadrže još i fosforu kiselinu. Prisutni su ubikvitarno u staničnim membranama i subcelularnim strukturama kao što su mitohondriji. Osobito su prisutni u mozgu (sfingomijelin). Stvaraju ih sve stanice, ali najviše hepatociti (stanice jetre) i stanice crijeva, pa stoga fosfolipidi pomažu aktivni prijenos masnih kiselina kroz crijevnu sluznicu, kao "nosači" kroz stanične membrane. Fosfolipidi su glavni sastojak strukturnih elemenata stanica i daju fosfatidne radikale gdje god su u organizmu potrebni za tkivne reakcije. Najznačajniji fosfolipidi su lecitin, kefalin i sfingomijelin.

Lecitin je najčešći fosfolipid. Sastavljen je od neutralne masti, fosforne kiseline i dušikove baze kolina. Masne kiseline daju lecitinu hidrofobnu ulogu, a fosfatna kiselina i kolin hidrofилnu ulogu (amfifilna svojstva=hidrofilna i lipofilna). Ta dvojnost lecitina čini ga neophodnim u tkivnim membranama, a omogućuje transport kapljica masti. Kolin u lecitinu ima također važnu

ulogu u sintezi neurotransmitera (neuroprijenosnika) koji omogućuju funkciju mozga i živčanog tkiva.

Kefalin je srodan lecitinu, ali umjesto kolina ima dušikovu bazu kolamin.

Sfingomijelini su također srodni lecitinu, ali umjesto glicerola imaju aminoalkohol sfingoizin (18 C atoma, dvije hidroksilne i jedna amino-skupina), više masne kiseline, fosforu kiselinu i kolin, pa imaju više dušika nego lecitin..

Izvedene masti ili derivati sterola ili steroidi su ciklički organski spojevi s jednom alkoholnom skupinom, pa imaju karakter alkohola. U namirnicama biljnog podrijetla nalaze se kao ergosterol, a životinjskog podrijetla kao kolesterol. U svom sastavu nemaju masne kiseline i nisu masnoća u pravom smislu, ali se sterolna jezgra sintetizira iz razgradnih proizvoda masnih kiselina pa kolesterol ima fizikalna i kemijska svojstva masti.

Kolesterol, važan predstavnik ove skupine, ima 4 ugljikova prstena s OH skupinom na jednom kraju i slobodno pokretnim repom na drugom kraju. U ljudskom organizmu ima vitalnu ulogu i prekursor je svih steroidnih hormona. Derivat je kolesterola u koži 7-dehidrokolesterol koji zračenjem u koži prelazi u D vitamin, hormonu sličnu supstancu. Kolesterol je bitan i za nastanak žučnih kiselina, a koje su potrebne za probavu i apsorpciju masti u tankom crijevu. Ime je dobio što je prvo otkriven u žuči (grčki holé=žuč). Esencijalna je komponenta staničnih membrana, pa ga konstantno treba unositi hranom (najviše ga ima u žumanjku jajeta, jetri i bubrežima), ali se i sintetizira u jetri. Kolesterol dolazi slobodan u žuči, u krvnim stanicama i mozgu, a topljiv je samo u mastima. Esterificiran s višim masnim kiselinama topljiv je i u vodi, i oko 70% kolesterola u krvnoj plazmi nalazi se u obliku kolesterol-estera. U organizmu kolesterol putuje krvotokom uglavnom kao ester linolne kiseline (C18:2). Kolesterol dobiven hranom je vanjski ili egzogeni kolesterol (samo 40% cirkulirajućeg kolesterola potječe iz hrane, bez obzira na to koliko ga unosili hranom), o onaj što ga jetra sintetizira je endogeni ili unutrašnji. Izvor endogenog kolesterola je sterolna jezgra sintetizirana iz acetilkoenzima-A. Dodavanjem različitih postranih lanaca na osnovnu sterolovu jezgru mogu nastati, osim endogenog kolesterola, sterolni hormoni (hormoni kore nadbubrežne žlijezde, hormoni ovarija i testisa), vitamin D<sub>3</sub> i kolna kiselina koja čini osnovu žučnih kiselina.

Kolesterol regulira propustljivost staničnih membrana, stanične jezgre, mitohondrija, endoplazminog retikula, Golgijevog aparata i lizosoma. Ipak, najvažnija uloga kolesterola je što uz druge u vodi netopljivim spojeve (fosfolipidi, triacilgliceroli i neke bjelančevine) čini strukturu staničnih membrana, te osigurava integritet stanica.

Tablica 18 Steroidi i njihovo biološko značenje (P.Karlson, 1993)

Skupina	Predstavnici	Formula	Nalazište i funkcija
<i>steroli</i>	kolesterol	$C_{27}H_{46}O$	u svim stanicama; tvori stanične strukture
$C_{27}$ - $C_{30}$	$\Delta^7$ -dehidro- -kolesterol	$C_{27}H_{44}O$	koža; provitamin D
	ergosterol	$C_{28}H_{44}O$	kvasac; provitamin D
<i>žučne kiseline</i>			
$C_{24}$	kolna kiselina	$C_{24}H_{40}O_5$	žuč i crijeva; resorpcija masti
<i>hormoni</i>			
$C_{27}$ -grupa	20-hidroksi- ekdison	$C_{27}H_{44}O_7$	insekti; hormon kukuljice
	kalcitriol	$C_{27}H_{44}O_3$	hormon metabolizma kalcija
$C_{21}$ -grupa	progesteron	$C_{21}H_{30}O_2$	hormon žutog tijela (corpus luteum hormon)
	aldosteron	$C_{21}H_{28}O_5$	hormoni kore nadbubrežne žlijezde
	kortisol	$C_{21}H_{30}O_5$	
$C_{19}$ -grupa	testosteron	$C_{19}H_{28}O_2$	hormon testisa
$C_{18}$ -grupa	estradiol	$C_{18}H_{24}O_2$	hormon folikula

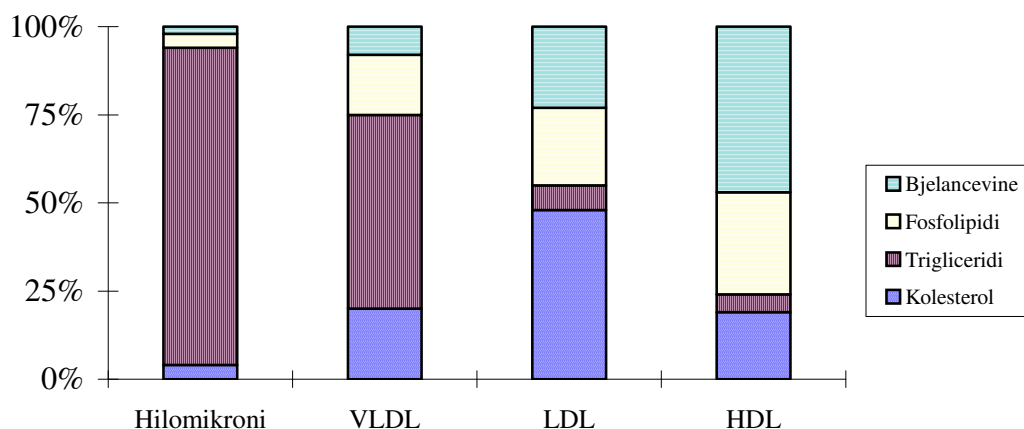
### Lipoproteini

Mast je netopljiva u vodi, a time i u krvi, pa se transport masti, znači i kolesterola, kroz organizam rješava vezanjem na bjelančevine, formirajući lipoproteine (a bjelančevina se u tom slučaju zove apoprotein). Znači, lipoproteini sadrže bjelančevine, kolesterol, triacilglicerole i fosfolipide. Gustoća lipoproteina predstavlja odnos masti i bjelančevina, pa veličina lipoproteinske molekule ovisi o omjeru pojedinih sastojaka:

1. hilomikroni imaju najviše triacilglicerola (to su kapljice masti u mrežastoj proteinskoj ovojnici);
2. VLDL (Very Low Density Lipoproteins)=lipoproteini vrlo male gustoće (nastaju u jetri odakle odlaze u krvotok, pa po organizmu razdjeljuju lipide sintetizirane u jetri);
3. LDL (Low Density Lipoproteins)=lipoproteini male gustoće, glavni transporter kolesterola do periferije;
4. HDL (High Density Lipoproteins)=lipoproteini velike gustoće, transportiraju kolesterol, ali od stanica u jetru, pa se sa žuči stolicom odstrane iz organizma.

Osobito velika pozornost pridaje se LDL lipoproteinima. LDL lipoproteini bogati su kolesterolom i kolesterolskim esterima, pa povećanje LDL u krvnoj plazmi (a time i kolesterola) dovodi do povišenog ulaska estera kolesterola u stanice krvnih žila. Tu se kolesterol taloži i

dovodi do razvitka ateroskleroze i pojave srčanog infarkta. U nastanku ateroskleroze, čini se, ima ulogu i vrsta apoproteina u lipoproteinu.



Slika 11 Sastav lipoproteina(S.R.Williams, 1999)

Sve više se smatra pogrešnim dosadašnji stav da se ateroskleroza i hiperkolesterolemija mogu spriječiti smanjivanjem unosa namirnica bogatih kolesterolom. Kod većine ljudi, smatra se, u tankom crijevu postoji selektivni mehanizam apsorpcije kolesterola, pa se egzogenog kolesterola resorbira koliko je u tom momentu potrebno (ostali se izluči fecesom). Ipak, navikli smo osobama s visokim tlakom i bolestima srca savjetovati hranu siromašnu kolesterolom.

Danas se velika pozornost pridaje i genetičkim čimbenicima, koji možda imaju glavnu ulogu u sastavu i metabolizmu lipoproteina, a time i kolesterola koji se nalazi u njima.

### Probava masti

Probava počinje u usnoj šupljini usitnjavanjem i formiranjem skliskog zalogaja. U želucu se luči lipaza, ali zbog niskog pH ne djeluje već samo emulgira masti, a kemijska probava započinje tek u tankom crijevu. Prisutnost masti u duodenumu potiče lučenje hormona kolekistikinina iz žlijezdi koje se nalaze u stijenci tankog crijeva. Ovaj hormon daje poticaj kontrakciji žučnog mjehura pa dolazi do lučenja žučnih soli. Žuč se stvara u jetri, a koncentrira i pohranjuje u žučnom mjehuru. Uloga joj je emulgiranje masti što je prvi korak u pripremi masti za djelovanje enzima. Tako se dobiva veća površina, enzimi djeluju lakše na većoj površini, ali se i snizuje površinska napetost masnih čestica pa se enzimi lakše približe supstratu. Žuč također povećava

pH do alkalnog što je povoljno za djelovanje lipaze. Lipaza se luči sokom gušterače u dvanaesnik, a odcjepljuje jednu po jednu masnu kiselinu

triacilglicerol + H<sub>2</sub>O + lipaza = diacilglicerol + masna kiselina 1

diacilglicerol + H<sub>2</sub>O + lipaza = monoacilglicerol + masna kiselina 3

monoacilglicerol + H<sub>2</sub>O + lipaza = glicerol + masna kiselina 2

Prva masna kiselina najlakše se odcjepljuje, a svaka dalje sve teže; masne kiseline 1 i 3 se lakše odcjepljuju od masne kiseline 2; samo oko 1/3 triacilglicerola kompletno se hidrolizira pa su konačni produkti probave masti masne kiseline, di- i monoacilgliceroli i glicerol.

Tanko crijevo luči enzim lecitinazu koja cijepa lecitin u glicerol, masne kiseline, fosforu kiselinu i kolin.

Kolesterol esteraza iz soka gušterače zajedno sa žučnim solima katalizira nastanak kolesterol estera, što je važan korak u apsorpciji kolesterola.

Dio masti ostaje neprobavljen, odlazi u debelo crijevo i eliminira se u fecesu.

Tablica 19 Probava masti (S.R.Williams, 1999)

Organ	Enzim	Aktivnost
Usta	ne luči se	mehanička, žvakanje
Želudac	ne luči se	mehaničko odvajanje masti od bjelančevina i ugljikohidrata
Tanko crijevo	gušterača-lipaza kolesterol esteraza crijevo-lecitinaza	žučni mjehur-žučne soli-emulgira mast cijepa triacilglicerole (di- i monoacilgliceroli, glicerol i masne kiseline) kolesterol+masne kiseline u kolesterol ester lecitin u glicerol, masne kiseline, fosfatnu kiselinu i kolin

### Apsorpcija i metabolizam masti

U vodi topljivi glicerol, kratkolančane i srednjelančane masne kiseline (oko 10-20%) direktno se mogu apsorbirati u portalnu krv jer lako difundiraju i putuju prema jetri. Ostali monoacilgliceroli i diacilgliceroli, te dugolančane masne kiseline manje su topljivi u vodi pa zahtijevaju žučne soli koje će omogućiti njihovu apsorpciju. Između tih spojeva i žučnih soli stvaraju se kompleksi te se radi gotovo o pravoj otopini jer su čestice masti puno manje nego kada uđu u crijevo. Kompleksi se transportiraju u stijenku tankog crijeva (mukozu).

2-monoacilglicerol + 1,3 masne kiseline + žučne soli → difuzija (crijevna mukozu)

Unutar stanica crijeva vrši se resinteza humanih monoacilglicerola, diacilglicerola i triacilglicerola, kolesterola i fosfolipida koje tkivo može iskoristiti. Svi se ovi spojevi "omataju" malom količinom bjelančevina pa kao hilomikroni prodiru u limfni sustav, a iz limfotoka odlaze u krv i konačno u jetru. U jetri se hidroliziraju uz pomoć hiloproteinaze u masne kiseline i glicerol. Glicerol ima metabolički put kao glukoza, a masne kiseline se metaboliziraju na dva načina:

a) U jetri se iz jedne molekule masne kiseline složenim kemijskim procesima stvori više molekula acetil-koenzima A koji se razgrađuje na isti način kao i onaj nastao iz pirogroždane kiseline tijekom razgradnje glukoze. Na taj se način razgradi više od polovice svih masnih kiselina.

b) Masne kiseline se spajaju s albuminom u lipoprotein (jedino u jetri) pa krvotokom dopijevaju u stanice, u bilo koje područje tijela, i služe kao energetske tvari. Pri gladovanju, ili kod šećerne bolesti kada organizam ne dobiva ili ne može iskoristiti ugljikohidrate, količina neesterificiranih masnih kiselina se nekoliko puta povisi i pojača se njihova razgradnja, a rezultat je povišenje acetooctene i beta-oksi-maslačne kiseline i acetona (ketotijela), što dovodi do ketoacidoze. Organizam se može prilagoditi velikoj potrošnji masti, pa tako Eskimi gotovo isključivo jedu masnu hranu. Organizam im tako dobro i obilno iskorištava acetooctenu kiselinu, pa nikad nemaju ketozu i ketoacidozu. Organizam se privikava na taj način što usporava oslobođanje masnih kiselina iz spremišta ili koči prebrzo stvaranje acetooctene kiseline.

Triacilgliceroli u tijelu uvijek ostaju tekući jer pri dužoj hladnoći organizam skraćuje lance dugolančanih masnih kiselina, a zasićene transformira u nezasićene ili manje zasićene. Tako se snižava talište što je bitno za transport masti iz masnih spremišta kroz organizam u udaljena područja.

Jetra osim što ima središnju ulogu u razgradnji masti, ima ulogu i u liponeogeneza iz ugljikohidrata, a malo i iz bjelančevina.

### **Dnevne potrebe masti i masnih kiselina**

Količina masti koju konzumiramo mora zadovoljiti potrebe za energijom i potrebe za esencijalnim nutrientima-esencijalnim masnim kiselinama i vitaminima topljivim u mastima. Potrebe se mijenjaju sa životnom dobi i fiziološkim stanjem, pa su potrebe fetusa različite od potreba novorođenčeta, koje su opet različite od adolescenata, odraslih, trudnica, dojilja i starih osoba.

Na osnovi mjerenja n-3 masnih kiselina u lipidima plazme i eritrocita, optimalan unos linolenske kiseline se procjenjuje na 1g/dan, a ikosapentaenske i dokosaheksaenske 300-400 mg/dan za djecu i odrasle.

Znanstveni komitet za hranu Europske zajednice 1993. godine objavio je preporuke za unos određenih hranjivih tvari, uključujući i esencijalne masne kiseline. Taj prijedlog za n-6 polinezasićene masne kiseline iznosi 2% od ukupne dnevne energije, a za n-3 polinezasićene masne kiseline 0,5%. Količinu potrebnu za održavanje optimalne ravnoteže masnih kiselina membrane, čuvajući rezerve prekursora za proizvodnju ikosanoida i za održavanje optimalnih koncentracija lipoproteina, mnogo je teže definirati. Apsolutna količina potrebna za tu razinu bit će pod utjecajem puteva između esencijalnih i neesencijalnih masnih kiselina, ali i n-3 i n-6 masnih kiselina. Stručnjaci FAO i WHO preporučuju za odrasle da unos masti bude najmanje u količini koja odgovara 15% ukupnog dnevnog energetskog unosa, a za žene u reproduktivnoj dobi 20%.

Danas, međutim u većini zemalja razvijenoga svijeta, nije problem nedovoljan, već prekomjeran unos masti, uz nepovoljne odnose pojedinih skupina masnih kiselina. Skupina stručnjaka za prevenciju kroničnih bolesti WHO izdala je 1990. godine izvješće u kojem preporučuje sljedeće granice: ukupne masti 15-30%, zasićene masne kiseline 0-10% i polinezasićene masne kiseline 3-7% ukupne energije, a ostatak mononezasićene masne kiseline. 1994. godine FAO/WHO izdaju preporuke kojima je cilj pomoći prehrambenoj industriji, potrošačima i svima koji se bave zdravljem i prehranom. Za aktivne osobe u energetskoj ravnoteži dozvoljava se unos masti do 35% njihovog dnevnog unosa, ali da je unos esencijalnih masnih kiselina odgovarajući, te da količina zasićenih masnih kiselina ne prelazi 10% energetskog unosa. Osobe koje sjede ne trebaju konzumirati više od 30% energije u obliku masti, pogotovo ako su bogate zasićenim masnim kiselinama. Linolna kiselina treba osiguravati između 4 i 10% ukupne energije, s tim da se više vrijednosti ovoga raspona preporučuju kada je unos zasićenih masnih kiselina i kolesterola relativno visok. Što se pak odnosi n-6 i n-3 masnih kiselina tiče, preporuča se da odnos linolne prema linolenskoj kiselini bude između 5:1 i 10:1. U pogledu trans masnih kiselina nema preciznih naputaka, ali se vladama preporučuje praćenje trans masnih kiselina. Preporuke donesene u okviru prehrambene politike nekih zemalja dane su u sljedećoj tablici.

U Njemačkoj se preporučuje da zasićene, jednostruko nezasićene i polinezasićene masne kiseline budu zastupljene u jednakim omjerima, i to 10% ukupne energije svaka skupina kiselina. Nizozemske upute za zdravu prehranu preporučuju smanjiti unos masti na 30-35% dnevnog



unosa energije, a posebno se naglašava potreba smanjenja udjela zasićenih masnih kiselina na maksimalno 10% energije, zamjenom s kompleksnim ugljikohidratima.

U Hrvatskoj ne postoje pisane preporuke o unosu masti i masnih kiselina, već su prihvaćene preporuke Znanstvenog komiteta za hranu Europske zajednice iz 1993. godine

Tablica 20 Preporuke o unosu masti i masnih kiselina (Lj.Primorac, 1998)

Zemlja	Smanjiti unos masti (% kcal)	Smanjiti zasićene masti	Povećati polinezasićene masti (% kcal)
Australija	33%	P:Z 1	P:Z 1
SAD	<30%	<10% pojedinci 7-8% populacija	<10% pojedinci 7-8% populacija
Japan	20-25%	Da	Koristiti biljno i riblje ulje
Finska	<30%	<10%	P:Z>0,5
Malta	30%	<1/3 ukupnog unosa masti	---
Litva	<35%	<15%	P:Z=0,5

P polinezasićene masne kiseline

Z zasićene masne kiseline

Tablica 21 Sažetak probavnih procesa (S.E. Williams, 1999.)

Hranjive tvari	Usta	Želudac	Tanko crijevo
<b>Ugjikohidrati</b>	Škrob $\xrightarrow{\text{Pijaljn}}$ Dextrin		<p><b>Gušterača</b></p> <p>Škrob <math>\xrightarrow{\text{Amilaza}}</math> Maltoza i saharoza</p> <p><b>Crjeva</b></p> <p>Laktoza <math>\xrightarrow{\text{Laktaza}}</math> Glukoza i galaktoza</p> <p>Saharaza <math>\xrightarrow{\text{Saharaza}}</math> Glukoza i fruktoza</p> <p>Maltoza <math>\xrightarrow{\text{Maltaza}}</math> Glukoza i glukoza</p>
<b>Bjelančevine</b>		Bjelančevine $\xrightarrow{\text{Pepsin, Kloridna kiselina}}$ Polipeptidi	<p><b>Gušterača</b></p> <p>Bjelančevine, Polipeptidi <math>\xrightarrow{\text{Tripsin}}</math> Dipeptidi</p> <p>Bjelančevine, Polipeptidi <math>\xrightarrow{\text{Kimo tripsin}}</math> Dipeptidi</p> <p>Polipeptidi, Dipeptidi <math>\xrightarrow{\text{Karboksipeptidaza}}</math> Aminokiseline</p> <p><b>Crjeva</b></p> <p>Polipeptidi, Dipeptidi <math>\xrightarrow{\text{Aminopeptidaza}}</math> Aminokiseline</p> <p>Dipeptidi <math>\xrightarrow{\text{Dipeptidaza}}</math> Aminokiseline</p>
<b>Masti</b>	Tributirin $\xrightarrow{\text{Triburinaza}}$ Glicerol (maslac) $\rightarrow$ Masne kiseline		<p><b>Gušterača</b></p> <p>Masti <math>\xrightarrow{\text{Lipaza}}</math> Glicerol, Gliceridi (di-, mono-) Masne kiseline</p> <p><b>Crjeva</b></p> <p>Masti <math>\xrightarrow{\text{Lipaza}}</math> Glicerol, Gliceridi (di-, mono-) Masne kiseline</p> <p><b>Jetra i žučni mjehur</b></p> <p>Masti <math>\xrightarrow{\text{Žuč}}</math> Emulgirana mast</p>

## VITAMINI

Sigurno niti jednom drugom nutrientu znanstvena sredina ne poklanja toliko pozornosti kao skupini vitamina. Od 1900 do 1950 godine, lista vitamina je naglo rasla. Da bi se neku supstanciju proglasilo vitaminom, ona mora ispuniti dva uvjeta:

1. Mora biti vitalna supstancija u hrani, a da nije ni ugljikohidrat, ni mast, ni bjelančavina, a potrebna je u vrlo maloj količini za neki metabolički proces ili za spriječavanje deficitarne bolesti.
2. Ne može ju proizvoditi organizam, već ju moramo unositi hranom. No, znanje napreduje pa se danas zna da je vitamin D pogrešno naveden kao vitamin. D vitamin se ponaša kao hormon.

Kako su vitamini esencijalne prehrambene tvari, njihov sadržaj određuje biološku vrijednost namirnice. Na sadržaj vitamina u hrani utječe svježina namirnice, način držanja namirnice, a najviše temperatura tijekom pripremanja. Na povišenoj temperaturi razara se većina vitamina, u manjem ili većem postotku.

Svakim zalogajem ljudi u hrani osiguravaju različite nutrienate, a ne samo neke kao što je slučaj ako se radi o farmaceutskim pripravcima, npr. kapsulama vitamina. Sam vitamin nema nikakvu ulogu, ne djeluje. Njegova uloga je katalitička, pa zahtijeva supstrat na koji će djelovati, ugljikohidrate, bjelančevine, masti i njihove metabolite. Pažljivim odabirom i pripremom različite hrane i planiranjem obroka, većina ljudi može osigurati dostatnu količinu esencijalnih nutrienata, pa i vitamina.

Najjednostavnija je podjela vitamina na dvije skupine:

- vitamini topljivi u vodi i
- vitamini topljivi u mastima.

### **Vitamini topljivi u vodi**

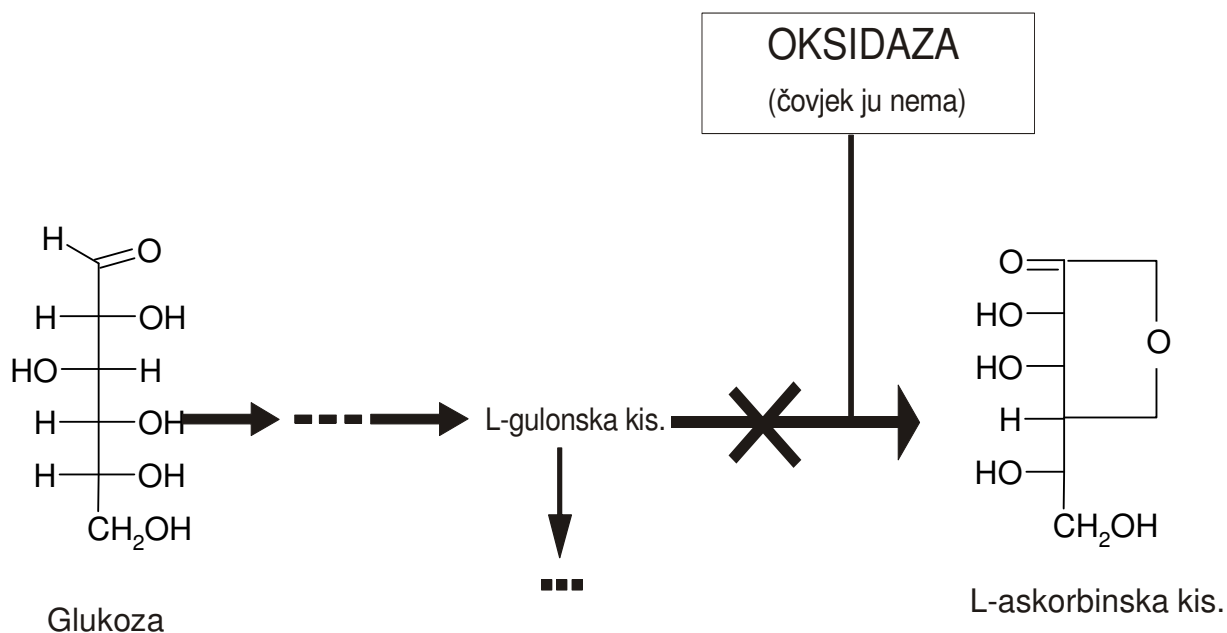
Usprkos značajnoj razlici u kemijskoj strukturi, vitamini topljivi u vodi slični su na više načina. Svi ovi vitamini, s jednim izuzetkom u svakom slučaju, imaju 3 značajke u ljudskoj prehrani:

1. Sintetiziraju ih biljke, i stoga ih ljudski organizam dobiva iz namirnica biljnoga podrijetla, kao i namirnica životinjskog podrijetla, osim B<sub>12</sub>.
2. Nemaju oblik u kojemu se pohranjuju u ljudskom organizmu, pa ih stoga treba hranom unositi redovito-osim B<sub>12</sub>
3. Svi služe kao koenzimi u staničnim enzimskim reakcijama, osim vitamina C.

### Askorbinska kiselina (vitamin C)

Otkrićem ovog vitamina suzbijena je stoljećima stara bolest skorbut. Od svih u vodi topljivih vitamina, C vitamin je najnestabilniji. Lagano ga razara  $O_2$ , alkalije i visoka temperatura, a reagira i s metalnim ionima (željezo, bakar).

Askorbinska je kiselina u metabolizmu mnogih vrsta povezana s glukozom, ali ne u majmuna i čovjeka.



Slika 12 Sinteza askorbinske kiseline iz glukoze

Između glukoze i L-askorbinske kiseline postoji sličnost u kemijskoj strukturi, što pokazuje da je glukoza prirodni prekursor vitamina C. Biljke i mnoge životinje prevode glukozu u vitamin C (Slika 12). Skorbut se zapravo može smatrati bolešću koja je posljedica greške u evoluciji, tj. defekta u metabolizmu ugljikohidrata.

L-askorbinska kiselina lako prelazi u dehidroaskorbinsku i proces je reverzibilan, i to je vrlo bitno za vitalne procese u organizmu.

Ne postoji organ u kojemu se vitamin C deponira, već se pomalo nalazi u svakom tkivu, a u slučaju velikoga unosa polagano se izlučuje urinom. Razina C vitamina u tkivima ovisi o unosu. U odraslog čovjeka iznosi 0,3-4 g. Kako se razina u tkivima sporo smanjuje i bez unosa C vitamina hranom, simptomi deficita neće se pojaviti 3 mjeseca. Ovo objašnjava zašto ljudi koji tijekom zime ne jedu svježe voće i povrće ipak ne trpe od avitaminoze C (klinički izražen deficit C vitamina).

Vitamin C neophodan je u izgradnji i održavanju matriksa kostiju, dentina, kolagena i općenito vezivnog tkiva. Ako nema vitamina C, ne nastaje kolagen (proteinska supstancija koja se javlja u mnogim tkivima tijela) jer je za hidroksilaciju prolina u kolagenu potreban C vitamin. Kada nema vitamina C, krvožilno tkivo oslabi jer se ne stvaraju čvrsti zidovi kapilara i dolazi do pucanja kapilara. Također se i kosti lakše lome, zubi se klimaju jer nastaje upala zubnog mesa, i javlja se krvarenje iz desni.

Vitamina C u tijelu ima više u metabolički aktivnijim tkivima (kao što su mozak, bubrezi, jetra, gušterača i slezena), nego u manje aktivnim tkivima. Isto tako, više vitamina C ima u mladom organizmu koji još raste, nego u tkivu odraslih osoba. Askorbinska kiselina je snažan biološki antioksidans koji pomaže resorpciju željeza u crijevu, jer  $Fe^{3+}$  reducira u  $Fe^{2+}$ . U nastajanju hemoglobina i sazrijevanju crvenih krvnih stanica (eritrocita), vitamin C igra ulogu jer uklanja željezo s feritina (kompleks bjelančevina, Fe i P), a u feritinu je Fe pohranjeno, pa je tako željezo dostupnije tkivnim tekućinama. Oksidacijsko-redukcijske reakcije aminokiseline fenilalanin i njezinih metabolita, zahtijevaju C vitamin za svoju maksimalnu aktivnost.

Zbog važnosti C vitamina u nastajanju osnovnih supstancija potpornog tkiva, C vitamin ima važnu ulogu u zacjeljivanju rana. Infekcija organizma smanjuje rezerve vitamina C. Optimalna količina vitamina C u tkivima pridonosi otpornosti organizma spram infekciji. Međutim, ne zna se koliko ga treba uzimati da se izbjegne infekcija i prehlada. Velike doze mogu imati neki utjecaj, ali se ipak najveći dio izlučuje u urin, pa se megadoze ne isplate. Na rezerve C vitamina, osim infekcije, utječu groznica, stres od povreda i lomova te opće bolesti.

Askorbinska kiselina usko je povezana s funkcijom nadbubrežne žlijezde, žutog tijela i testisa, tj. organima u kojima se stvaraju steroidni hormoni (kortikosteron i progesteron) u kojima se nalazi u visokim koncentracijama. Zaključuje se da askorbinska kiselina ima važnu ulogu u stvaranju tih hormona.

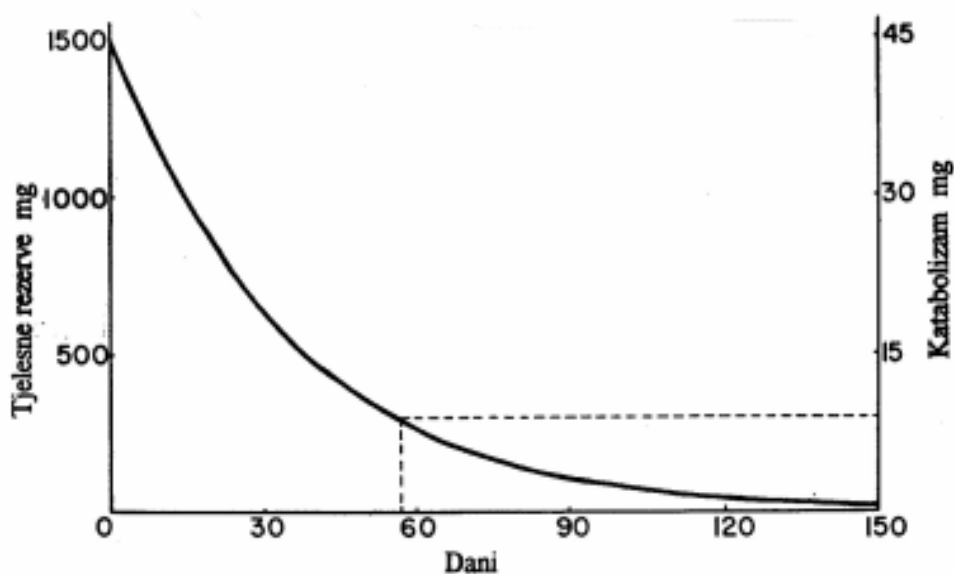
Slika 13 prikazuje iscrpljenje rezerve askorbinske kiseline u organizmu koji je primao hranu bez te vitalne tvari. Početna količina C vitamina u organizmu bila je 1500 mg. Prosječno je dnevno katabolizirano (mobilizacija i sagorijevanje rezerve) 3% prvobitne količine, što čini 45 mg/dan.

Kako količina C vitamina u organizmu pada, katabolizam se smanjuje (krivulja naglo pada), a kada je količina pala ispod 300 mg, organizam se brani od iscrpljenja, pa smanjuje katabolizam na 9 mg/dan. Nakon 55 dana počeli su se javljati simptomi deficita (skorbut).

Tablica 22 Fiziološka uloga, klinički problemi, potrebe i izvori askorbinske kiseline (S.R.Williams, 1999)

Fiziološka uloga	Klinički problemi	Potrebe	Izvor
Antioksidans Sinteza kolagena Nastajanje hemoglobina Redoks procesi fenilalanin tirozin	Skorbut Zarastanje rana Stvaranje tkiva Groznica i infekcija Stres Rast	60 mg	Svježe voće Povrće: paprika, rajčica

Askorbinska kiselina u organizmu životinja ne može se sintetizirati, pa namirnice životinjskog porijekla nisu dobar izvor. U namirnicama biljnog podrijetla askorbinska kiselina sintetizira se fotosintezom iz glukoze, pa se u namirnicama biljnog podrijetla nalazi u mnogo većim količinama.



Slika 13. Krivulja katabolizma askorbinske kiseline (R.S. Goodhart i M.E. Shils, 1980)

Pri ocjenjivanju važnosti neke namirnice kao izvora askorbinske kiseline, osim sadržaja treba uzeti u obzir ulogu te namirnice u strukturi dnevnog obroka. Krumpir ne sadrži puno askorbinske kiseline, ali kako se dosta koristi u prehrani, on je važan izvor toga vitamina. Na sadržaj askorbinske

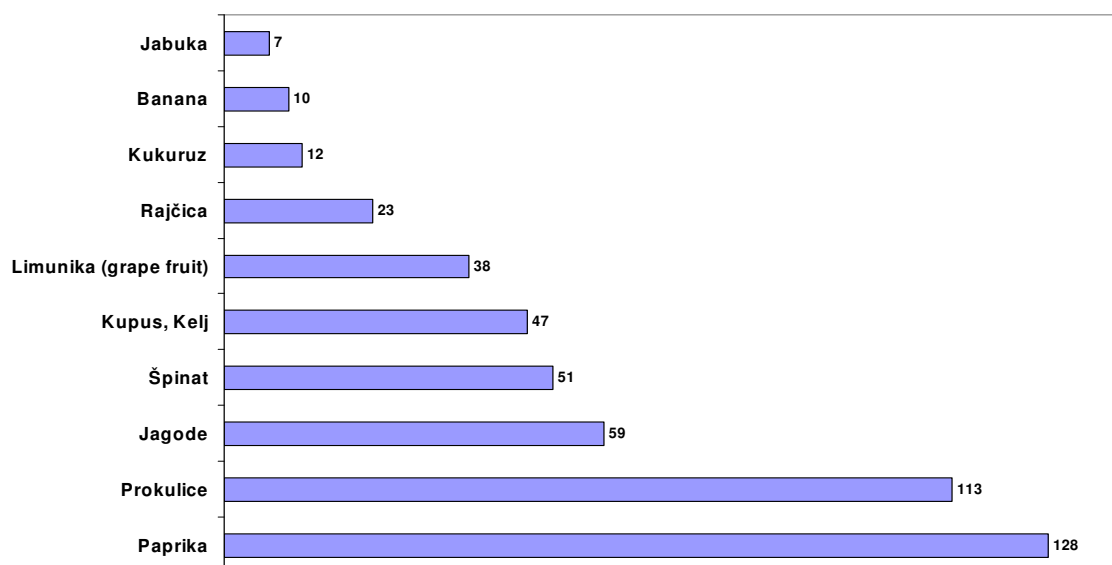
kiseline utječe i vrijeme koje je prošlo od ubiranja do konzumiranja namirnice, tj. svježina namirnice. Tako se sadržaj askorbinske kiseline u svježem krumpiru kreće oko 21 mg/100g, a u ožujku oko 9 mg/100g. Način pripreme namirnice utječe na sadržaj askorbinske kiseline jer ju razara enzim oksidaza, kisik iz zraka, voda i toplina. Dugo izlaganje povišenoj temperaturi dovodi do razaranja. Čuvanje namirnice u posudi koja otpušta metalne ione, ili usitnjavanje metalnim nožem, dovodi do razgradnje askorbinske kiseline. Zbog topljivosti u vodi dio se gubi tijekom kulinarske obrade, naročito ako se voda u kojoj je namirnica kuhana baca. Zbog svih nabrojanih čimbenika gubitak askorbinske kiseline, ovisno o vrsti namirnice i načinu pripreme, može biti od 25% do 60%. Da se taj gubitak svede na minimum potrebno je:

- trošiti što svježiju namirnicu,
- namirnicu čuvati na hladnom i suhom mjestu,
- sjeckanje i lomljenje svesti na najmanje moguću mjeru,
- kuhati u što manje vode, u zatvorenoj posudi (kontakt s kisikom minimalan),
- ne upotrebljavati bakreno posuđe,
- vodu u kojoj je povrće kuhano upotrijebiti za pripremu juhe, ili nekog drugog jela,
- jela po mogućnosti ne podgrijavati i
- za čuvanje namirnica upotrebljavati staklene posude.

Avitaminoza C, ili skorbut je klinički jasno izražen deficit askorbinske kiseline, koja se manifestira krvarenjem oko korijena dlake, u potkožnom tkivu, u unutarnjim organima. Nekada je ova bolest bila česta u djece i starijih osoba, a naročito pomoraca. Poznato je da je Vasko da Gama izgubio preko polovine svoje posade zbog skorbuta. U XVIII stoljeću, James Cook je uvidio da se bolest može spriječiti citrusom (naranča, limun).

Danas su simptomi skorbuta rijetki, ali se često javlja blaži oblik deficita, hipovitaminoza C, naročito u zimsko-proljetnim mjesecima, jer je prehrana sezonskog karaktera, bez puno svježih namirnica. U tim mjesecima hipovitaminoza C ima masovni karakter, a simptomi su joj umor, pospanost, malaksalost-čak i poslije odmora, smanjena radna sposobnost, krvarenje iz desni. U raspoloživim namirnicama se sadržaj C vitamina značajno razgradio, smanjio zbog dugotrajnog čuvanja. Hipovitaminoza je češća kod starijih osoba, zbog načina prehrane.

Za sprečavanje skorbuta dovoljno je 20-30 mg/dan C vitamina. Tjelesna rezerva tada iznosi 100 mg, ali s obzirom na ostale uloge smatra se da dnevno odrasla osoba treba 60 mg C vitamina, a u trudnoći oko 80 mg. Resorbira se u tankom crijevu.



Slika 14 Sadržaj C vitamina u nekim namirnicama (mg/100 g) (A.Kaić-Rak i K. Antonić, 1990)

Tablica 23 Prehrambeni status askorbinske kiseline u čovjeka (R.S.Goodhart i M.E.Shils)

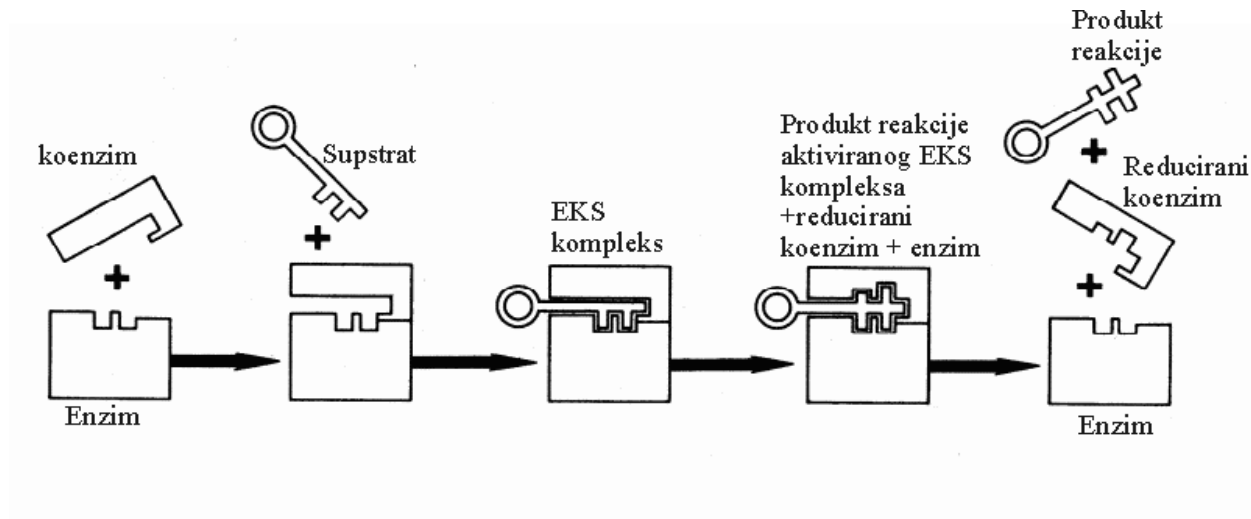
Status	Serum ili plazma (mg/100mL)	Krv (mg/100mL)	Tjelesna rezerva (mg)
Dobar	više od 0,60	više od 1,0	1500
Odgovarajući	0,40-0,59	0,60-0,99	600-1499
Nizak	0,10-0,39	0,30-0,59	300-599
Deficitaran	manje od 0,10	manje od 0,30	0-299

### *Vitamini B kompleksa*

Poljski je kemičar Funk iz ljuske riže izolirao spoj s N, a zbog važnosti u prehrani nazvao ga je vital aminom, tj. vitaminom. U početku se mislilo da se radi o jednoj supstanciji, "u vodi topljivi B", a tek poslije su shvatili da se radi o više spojeva, kompleksu B vitamina.

Rečeno je već da svi vitamini topljivi u vodi, osim vitamina C, imaju koenzimsku ulogu. Sudjeluju u kemijskim reakcijama, tijekom katalitičkog procesa. Koenzimi se tijekom tog procesa i promijene, a u svoje prvotno stanje prelaze u sekundarnoj reakciji. Koenzimi su "kopče" kojima je omogućena izmjena vodika, fosforne kiseline, organskih skupina i dr.

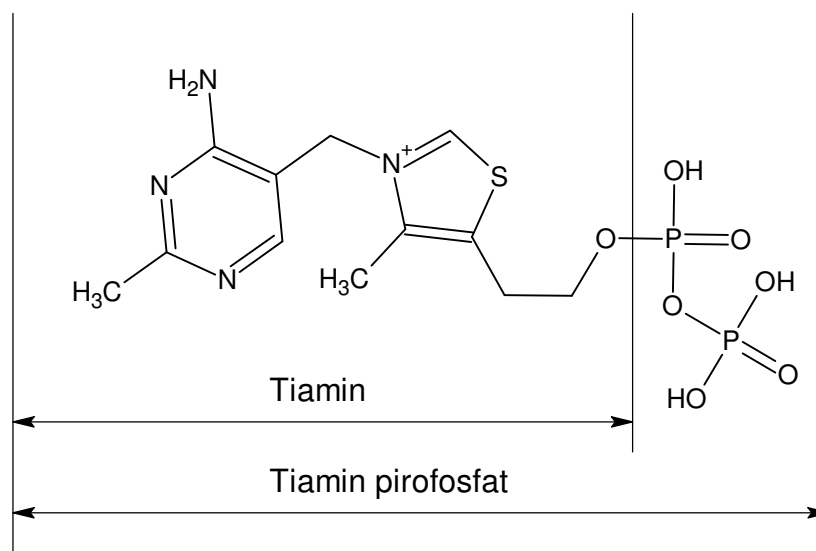




Slika 15. Sudjelovanje enzima, koenzima i supstrata u nastajanju novih reakcijskih produkata (koncept "ključa i brave") (S.R.Williams, 1985)

### Tiamin, $B_1$

Tiamin sadrži dva heterociklička prstena, pirimidinski i tiazolni, međusobno povezana metilenskim mostom i kvarternim N-atomom tiazolnog prstena, pa tiamin uvijek ima + naboj. Ime je dobio baš po tiazolskom prstenu, thio (O +vit) amin.



Tiamin je kristalična tvar, topljiva u vodi, stabilna pri povišenoj temperaturi i u prisutnosti atmosferskog kisika ako je  $\text{pH} < 5$ .

Fiziološki je aktivan u obliku pirofosfornog estera tiamin-pirofosfata (TPP), (tiamindifosfat) a dvije važne reakcije stanica ovise o tom koenzimu: transketolacija i dekarboksilacija. Naime,

TPP je koenzim enzima transketolaze koji sudjeluje u procesu izravne oksidacije glukoze u pentozu, a koja se odigrava u citoplazmi jetre, mozga i bubrega, ali ne i u mišiću. TPP je također i koenzim, prostetska skupina, u enzimskim sustavima koji vrše dekarboksilaciju  $\alpha$ -keto kiselina (pirogroždana,  $\alpha$ -ketoglutarina). Rezultat dekarboksilacije u slučaju piruvata je "aktivirani" acetaldehid, koji ulazi u ciklus limunske kiseline, pri čemu se oslobađa najveći dio energije ugljikohidrata. U pomanjkanju TPP-a pirogroždana se kiselina nakuplja u tkivima i tekućinama organizma. Ako takvo stanje potraje, razvija se bolest beriberi. U 19. stoljeću, kada se bolest pojavila, smatralo se da je zarazna. Ta se bolest očituje smetnjama u funkciji srca, a raširena je u istočnoazijskim zemljama, gdje je velika potrošnja oljuštene riže (ljuštenjem i poliranjem uklanja se tiamin). Krajem 19. stoljeća japanski je pomorski časnik uočio da se simptomi bolesti mogu ublažiti ako se dio riže u prehrani zamijeni povrćem, mesom ili mlijekom. Beriberi na jeziku jednog polinezijskog naroda znači "ja ne mogu", a ne mogu ustati iz čučućeg položaja, jer su pogođeni donji ekstremiteti (javlja se mišićna slabost, a u težim slučajevima paraliza). Deficit tiamina često se javlja i u osoba koje piju velike količine alkohola (kronični alkoholičari), a kao posljedica nedovoljnoga unosa ili nesposobnosti jetre da sintetizira kokarboksilaze (pa tiamin unesen hranom ostaje neiskorišten). Zbog deficita tiamina, glukoza se u centralnom živčanom sustavu iskorištava tek oko 50%, pa zbog toga nastupa delirij. Inače, mozak treba oko 5g glukoze/sat. Nedostatak tiamina praćen je i smanjenjem obrambene sposobnosti organizma prema infekcijama, pa se odražava i na povećanje općeg morbiditeta (bolesti) i mortaliteta (smrtnosti). Uporabom kruha dobivenog od cijelog pšeničnog zrna, tj. s aleuronskim slojem, postiže se sprječavanje deficita tiamina. Dodatak kvasca još više povisuje sadržaj tiamina. Unošenje veće količine čistog kvasca neće dovesti do velikog povećanja vitamina B kompleksa. Naime, žive gljivice kvasca, ako se unesu u većoj količini, mogu izazvati čak i deficit kako tiamina, tako i ostalih B vitamina. Te gljivice i same troše veću količinu tiamina za svoj rast i razmnožavanje, pa organizam ne raspolaže onom količinom koja je hranom unesena.

Polirano zrno riže sadrži malo tiamina, ali ako se prije poliranja zrno kvasi u vodi, topljivi tiamin prodire u endosperm, pa se poliranjem samo malo tiamina gubi. Ovdje tehnolog može naći svoju pozitivnu ulogu u poboljšanju prehrane, ali i ostvarivanju materijalne dobiti za svoje poduzeće. Osim cijelog zrna i crnog kruha, tiamina ima u mahunarkama, svinjskom mesu i jetri. U prehrani su našeg naroda crni kruh i mahunarke dobro zastupljeni, pa se deficit tiamina ne javlja (Tablica 24). Problem se javlja u razvijenim zemljama gdje je velika potrošnja rafiniranih namirnica, tj. visokoobrađenih namirnica (bijelo brašno, tjestenina, saharoza, polirana riža).

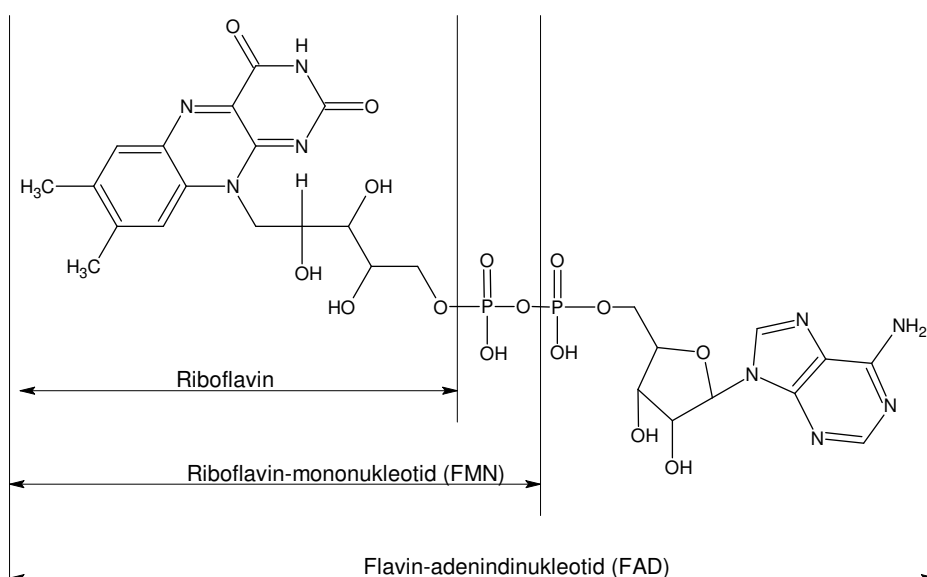
Tablica 24 Količina hranom unesenog tiamina, riboflavina i niacina (M.Mandić, 1983)

Vitamin	mg/dan	mg/1000 kcal
Tiamin	1,71	0,68
Riboflavin	2,01	0,79
Niacin	10,41	4,10

Tiamin se ne pohranjuje u tkivima, ali je njegova razina zasićenja dovoljno velika te zbog nekih metaboličkih promjena, kao što su groznica ili povećana aktivnost mišića, ili promjene u prehrani (npr. ugljikohidrati povećavaju potrebu za taminom, a masti i proteini ga štede), ne nastaju odmah teškoće. Svjetska zdravstvena organizacija preporučuje dnevno 0,4 mg tiamina/1000 kcal, a minimalno 1 mg/dan, tj. minimalne potrebe za B<sub>1</sub> su one koje osiguravaju da stanice tkiva normalno iskorištavaju energetske tvari, uz normalnu koncentraciju pirogroždane i mliječne kiseline. Potrebe ovise o vrsti rada, tj. energetske vrijednosti hrane, ali i o fiziološkom stanju-je li organizam raste, o trudnoći, dojenju.

Tijekom tehnološke i kulinarske obrade namirnica, tiamin se zbog svoje topljivosti u vodi jednim dijelom gubi, naročito ako se voda u kojoj je namirnica pripravljena baca. Pri pripremi mesa gubi se 20-60%, povrća 30-35%, a brašna 5%, pa srednji gubitak tiamina tijekom pripremanja namirnica iznosi 25-30%. Da se ti gubici smanje vodu u kojoj je obrađivana namirnica ne treba bacati (npr. ne bacati vodu u kojoj je prokuhan grah).

### Riboflavin, B<sub>2</sub>



Riboflavin čini aloksazinska jezgra, a prefiks ribo- ukazuje na prisutnost riboze u molekuli. Žuti je pigment (flavus, latinski=žut), koji zeleno fluorescira. Stabilan je u kiselim otopinama. U neutralnim je otopinama termorezistentan ako je zaštićen od svjetla, u protivnom razara ga UV-svjetlost.

Apsorbira se iz gornjih dijelova probavnog trakta, fosforiliran kao flavin-mononucleotid (FMN) i flavin-adeninucleotida (FAD). Distribuirana se u sva tkiva u niskim koncentracijama i zasićuje ih. FMN i FAD čine prostetsku skupinu respiratornih flavoproteinskih enzima u staničnim mitohondrijima, koji stanicama donose kisik. Na taj su način FMN i FAD uključeni u metabolizam ugljikohidrata, masti i bjelančevina, te u oksidoredukcijske reakcije organskih tvari. FMN je prvi put identificiran kao koenzim enzimatskog sustava pri oksidaciji NADPH u NADP (**N**ikotinamid **A**denin **D**inukleotid **F**osfat).

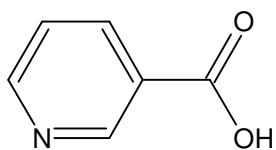
FAD može izravno prihvatiti H-ion s metabolita i prenijeti ga na NAD (**N**ikotinamid **A**denin **D**inukleotid), derivate hema ili molekularni kisik. I NADH u biološko-oksidacijskom sustavu oksidira se u NAD pomoću koenzima FAD koji sadrži riboflavin. Razlika u mehanizmu aktivnosti FAD, tj. da može i primati H-ione s NADH i davati ih na NAD, posljedica je razlike u proteinskom apoenzimu, na koji je FAD vezan.

Pomanjkanje riboflavina u hrani dovodi do poremećaja enzimskih funkcija i do pojave kliničkih simptoma, promjene na kutovima usana (žvalavost), a na tim mjestima javljaju se i gljivične infekcije.

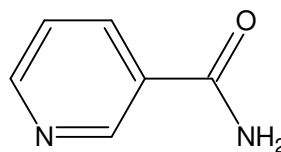
Riboflavin se nalazi u namirnicama životinjskog podrijetla, naročito u mlijeku, jajetu, jetri. Od namirnica biljnog podrijetla ima ga u mahunarkama (leguminozama) i lisnatom povrću. Dobar je izvor i kvasac. Sintetski se riboflavin koristi za vitaminiziranje namirnica i u farmaceutici, a u prehrambenoj tehnologiji koristi se i za bojenje namirnica. U manjoj količini daje lijepu žutu boju.

Dnevno treba hranom unijeti oko 1,5-1,8 mg riboflavina, ili oko 0,6 mg/1000 kcal. Potrebe se povećavaju tijekom trudnoće.

## Niacin



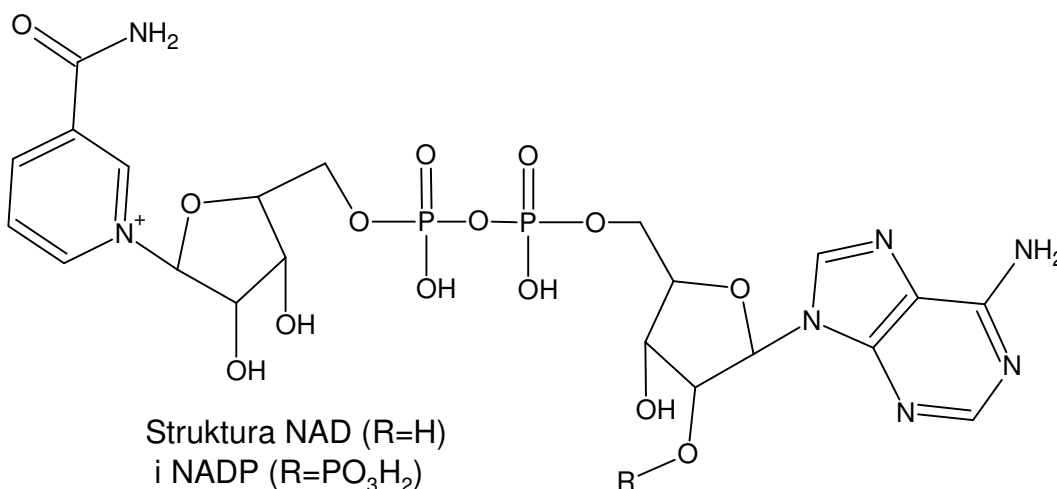
Nikotinska  
kiselina



Nikotin amid

Nazivom niacin obuhvaćene su dvije supstancije s vitaminskim djelovanjem: nikotinska kiselina i nikotinamid, koji je i aktivan oblik. U tijelu funkcionira u formi amida. Nakon prevođenja u koenzime **Nikotinamid-Adenin-Dinukleotid (NAD)** i **Nikotinamid-Adenin-Dinukleotid-fosfat (NADP)** imaju koenzimatsku ulogu u oksidoreduktazama koje sudjeluju u sintezi energijom bogatih fosforinih spojeva. Sinteza tih spojeva se odvija u 40-ak biokemijskih reakcija.

Avitaminoza se manifestira promjenama na koži, a poznata je pod nazivom pelagra. Ova bolest



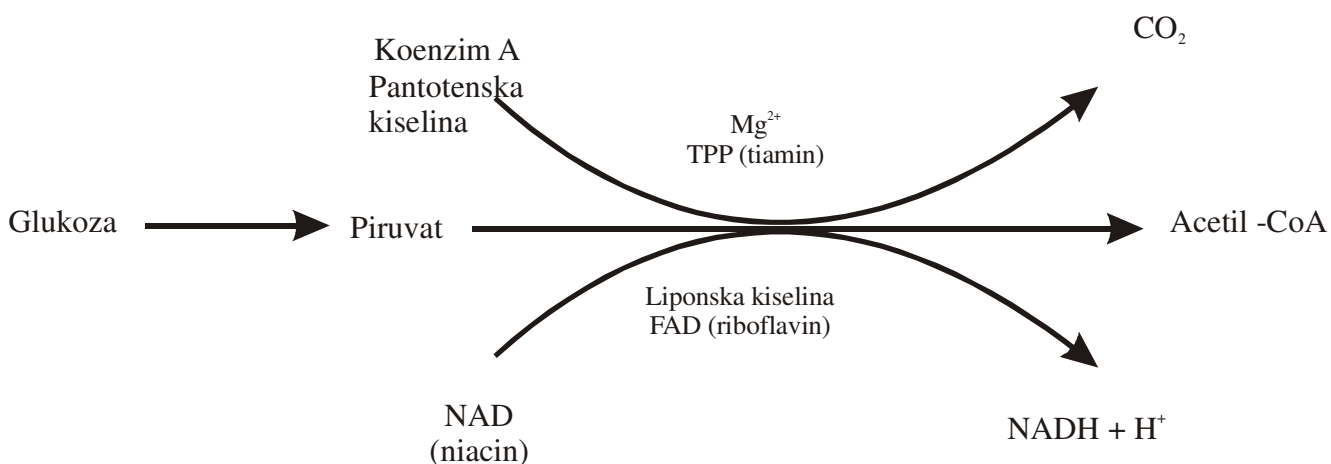
raširena je u siromašnim krajevima, gdje se jede dosta kukuruza. Kukuruz ima niacina, ali u vezanom obliku, koji se na uobičajen način pripreme, kuhanjem, ne može iskoristiti. Čovjek određenu količinu niacina može čak i sintetizirati (ovo pokazuje da čovjek nije u potpunosti izgubio sposobnost sintetiziranja vitalnih tvari) iz esencijalne aminokiseline triptofana. No često niti triptofana nema dovoljno, a sinteza je čak vrlo neekonomična. Potrebno je 60 mg triptofana za 1 mg niacina.

Bogat je izvor niacina jetra (12mg/100g), leguminoze i crno brašno (1,7 mg/100g). Razmjerno je termostabilan, a gubici su samo onda važni ako se baca voda (topljiv je u vodi) u kojoj se namirnica kuha.

Dnevne su potrebe 6,6 ekvivalenata niacina/1000 kcal. Ekvivalent niacina je jednak 1 mg niacina ili 60 mg triptofana. Ukupno dnevno treba oko 15 mg niacina.

### *Pantotenska kiselina*

Kod normalne prehrane nije poznata hipovitaminoza jer je ovaj vitamin vrlo rasprostranjen (panthos=ima svugdje), a naročito u mesu, mahunarkama, cerealijama. Topi se u vodi, a vrlo je nestabilan. Apsorbira se u tankom crijevu. Sastavni je dio koenzima A, koji ima važnu ulogu u metabolizmu ugljikohidrata, masti i bjelančevina, pa se u tom obliku nalazi u gotovo svim organima. U plazmi se nalazi vezana na bjelančevine.



Slika 16 B vitamini u pretvorbi piruvata u acetil-CoA (S.R.Williams, 1985)

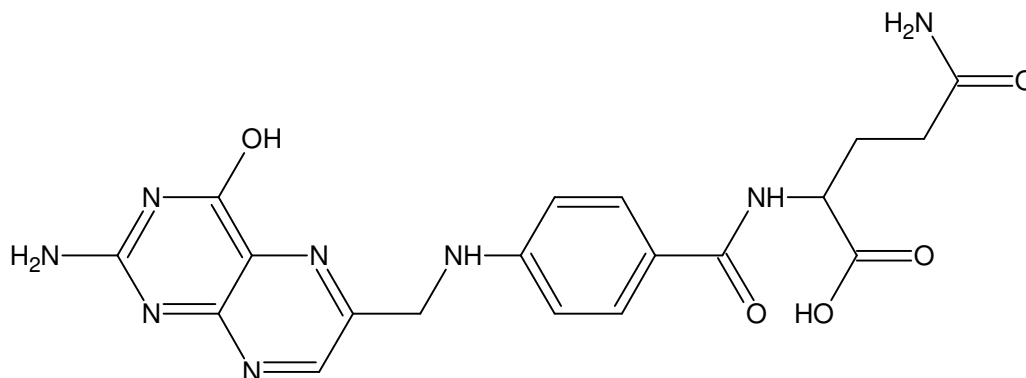
Na Slici 16 može se objasniti koordinirana, koenzimska uloga vitamina B kompleksa. Slika prikazuje ključni dio metabolizma ugljikohidrata, odnosno kako oksidativni produkti glikogena i glukoze ulaze u ciklus limunske kiseline, a ovaj ciklus je konačan, zajednički put oksidacije svih triju energetske nutrienata (ugljikohidrata, masti i bjelančevina). U tom procesu sudjeluju 4 koenzima vitamina B: pantotenske kiseline, tiamina, niacina i riboflavina. Pantotenska kiselina u tom procesu transferira 2 ugljikova atoma na acetat ili piruvat.

### *Piridoksin, B<sub>6</sub>*

Koenzimatski oblik je piridoksal-fosfat i piridoksamin-fosfat, a sudjeluju u brojnim enzimskim pretvorbama, a naročito u metabolizmu masti, ugljikohidrata i aminokiselina (transaminacija). Transaminacija je naročito važna kada jednu amino skupinu s neke aminokiseline treba prebaciti na neku alfa-ketokiselinu, ili kad neku aminokiselinu treba sintetizirati iz neproteinskih metabolita, ili kad ju treba razgraditi radi energetskog razloga.

Simptomi hipovitaminoze kod čovjeka su rijetki, ali su ozbiljnih posljedica.

*Folna kiselina, vitamin B<sub>9</sub> ili B<sub>c</sub>*



Kod nekih životinja i ljudi bakterije sintetiziraju ovaj vitamin, ali ga je potrebno dodatno unositi hranom. Važan je za sintezu DNK i konverziju nekih aminokiselina. Nedostatak dovodi do jednog oblika anemije. Nedostatak može nastati zbog nedovoljnog unosa hranom, češće kod alkoholičara ili drugih osoba s oštećenom jetrom. Najviše folne kiseline ima u jetri, bubregu, zelenom povrću, kvascu. RDA za odrasle osobe iznosi 150-200 µg.

*Cijanokobalamin, kobalamin, vitamin B<sub>12</sub>*

Fiziološka je uloga ovog vitamina velika. Koenzim je u sintezi RNK i DNK, bjelančevina i lipida. Važan je u održavanju rasta, potreban je za staničnu mitozu, sudjeluje u metilaciji kolina i drugih supstancija. To je jedini vitamin koji u svom sastavu ima metal (kobalt). Apsorbira se aktivno ili pasivno u ileumu.

Deficit kobalamina odražava se na svaku stanicu organizma zbog utjecaja na sintezu DNK, stoga i na dijeljenje stanica. Kod deficita se javlja i jedan oblik anemije. Deficit je vrlo čest kod vegetarijanaca. RDA iznosi 2-3 µg.

*Biotin*

Poznat je i pod imenom vitamin H ili koenzim R. Ulazi u sastav enzima i ima ulogu u dezaminaciji i dekarboksilaciji aminokiselina. Biotin veže amonijak s ugljik (IV)-oksidom, pri čemu se stvara urea, a iskorištava i CO<sub>2</sub> za sintezu purina i masnih kiselina (karboksilacija acetyl-CoA do malonil-CoA, a malonil-CoA je ključni međuproizvod u sintezi masnih kiselina). Nalazi se u čovjekovom organizmu u svim stanicama. U crijevima čovjeka, djelovanjem nekih

bakterija, vrši se sinteza biotina, pa kod mješovite prehrane ne može doći do deficita, ali ni do hipervitaminoze. Djelotvornost mu smanjuje antivitamin avidin, koji se nalazi u bjelanjku jajeta. Biotin je vrlo rasprostranjen u namirnicama kako biljnog, tako i životinjskog podrijetla, ipak najviše ga ima u parenhinskim organima i kvascu (sintetiziraju ga gljivice). Nisu poznate dnevne količine (RDA) biotina potrebne za čovjeku, možda 35-200  $\mu\text{g}/\text{dan}$ .

Biotin, pantotenska kiselina, piridoksin i tiamin imaju zajedničko svojstvo života (biosis), jer svi pozitivno utječu na rast.

### *Kolin*

Kolin je nestabilna kvarterna amonijeva baza. Mnogi mu negiraju svojstvo vitamina, jer je bitan za stvaranje i održavanje strukture stanica (pa smatraju da ima više strukturna svojstva). Potreban je za stvaranje acetilkolina, koji je nađen u mozgu, živčanim stanicama i eritrocitima, a važan je u stvaranju živčanih procesa, sudjeluje u prijenosu živčanih impulsa. Također je i sastavni dio strukture fosfolipida. Sudjeluje u metabolizmu masti. S metioninom sudjeluje u transmetilaciji. Metionin može nadomjestiti kolin i obrnuto, ali samo ako je u pitanju metil skupina. Naime, kolin ne može zamijeniti metionin u njegovoj funkciji nosioca sumpora. Nalazi se u jetri, mlijeku i pšenici. Dnevno je potrebno oko 500 mg kolina, a ako hrana sadrži dovoljno metionina, potrebe su manje, naravno, ako organizam ne koristi sav metionin, npr. za rast.



Tablica 25 Sadržaj tiamina, riboflavina, niacina i piridoksina u nekim namirnicama (A.Kaić-Rak i K.Antonić, 1990)

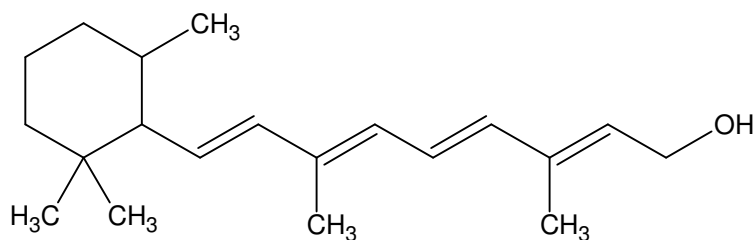
Namirnica	Tiamin (mg)	Riboflavin (mg)	Niacin (mg)	Piridoksin (mg)
Jogurt (3,2% masti)	0,03	0,14	0,1	0,03
Sir svježi	0,02	0,16	0,1	0,07
Govedina, srednje masna	0,10	0,18	4,4	-
Svinjetina, srednje masna	0,40	0,14	3,1	0,30
Pile, cijelo - prosjek	0,08	0,14	6,0	0,30
Jetra pileća	0,32	2,49	11,6	0,80
Jetra svinjska	0,31	3,00	14,8	0,68
Brašno crno	0,30	0,06	1,7	0,30
Brašno bijelo	0,10	0,02	0,7	0,15
Tjestenina (makaroni)	0,10	0,06	2,0	0,08
Kruh pšenični bijeli	0,05	0,04	0,7	0,04
Kruh pšenični crni	0,12	0,08	1,8	0,17
Graham (od punog zrna)	0,18	0,07	2,3	0,15
Kupus, zeleni zimski	0,06	0,05	0,3	0,16
Cvjetača	0,10	0,10	1,2	0,20
Grašak	0,32	0,15	2,5	0,16
Grah, šareni	0,45	0,13	2,5	0,58
Mahune, žute	0,07	0,09	0,6	0,07
Paprika, žuta	0,05	0,07	0,5	-
Rajčica	0,06	0,04	0,7	0,11
Mrkva	0,03	0,04	0,6	0,07
Mandarinka	0,07	0,02	0,2	0,07
Grožđe, bijelo	0,04	0,02	0,3	0,10
Kruška	0,02	0,02	0,1	0,01
Breskva	0,02	0,05	1,0	0,02
Trešnje	0,03	0,03	0,5	0,05
Banane	0,04	0,07	0,6	0,51
Kesten	0,20	0,22	0,2	0,33

Tablica 26 Sažetak vitamina B-kompleksa (S.R.Williams, 1999)

Vitamin	Koenzimi: Fiziološka uloga	Potrebe	Izvori u hrani
Tiamin (B <sub>1</sub> )	Metabolizam ugljikohidrata Tiamin pirofosfat (TPP): oksidativna dekarboksilacija	0.5 mg / 1000 kcal	Svinjetina, govedina, jetra, obogaćene ili žitarice punog zrna, mahunarke
Riboflavin (B <sub>2</sub> )	Opći metabolizam Flavin adenin dinukleotid (FAD) Flavin mononukleotid (FMN)	0.6 mg / 1000 kcal	Mlijeko, jetra, obogaćene žitarice
Niacin (B <sub>3</sub> ) (nikotinska kiselina, nikotinamid)	Opći metabolizam Nikotinamid adenin dinukleotid (NAD) Nikotinamid adenin dinukleotid fosfat (NADP)	6,6 NE/1000 kcal	Meso, kikiriki, obogaćene žitarice (bjelančevinasta hrana s triptofanom)
Vitamin B <sub>6</sub> (piridoksin, piridoksal, piridoksamin)	Opći metabolizam Piridoksal fosfat (PLP): transaminacija i dekarboksilacija	2 mg muški 1,6 mg žene	Pšenica, kukuruz, meso, jetra
Pantotenska kiselina (B <sub>5</sub> )	Opći metabolizam CoA (koenzim A): acetilacija	4-7 mg	Jetra, jaja, mlijeko
Biotin (B <sub>8</sub> )	Opći metabolizam N-karboksibiotinil lizin: reakcije s prijenosom CO <sub>2</sub>	30-100 μg	Žumanjak, jetra Sintetizira ga crijevna mikroflora
Folna kiselina (folacin, B <sub>9</sub> )	Opći metabolizam Reakcije prijenosa jednog C atoma (npr. sinteza purinskih baza, timina, hema)	200 μg muški 180 μg žene	Jetra, zeleno lisnato povrće
Kobalamin (B <sub>12</sub> )	Opći metabolizam Metilkobalamin: reakcije metilacije (npr. sinteza aminokiselina, hema)	2 μg	Jetra, meso, mlijeko, jaja, sir

## Vitamini topljivi u mastima

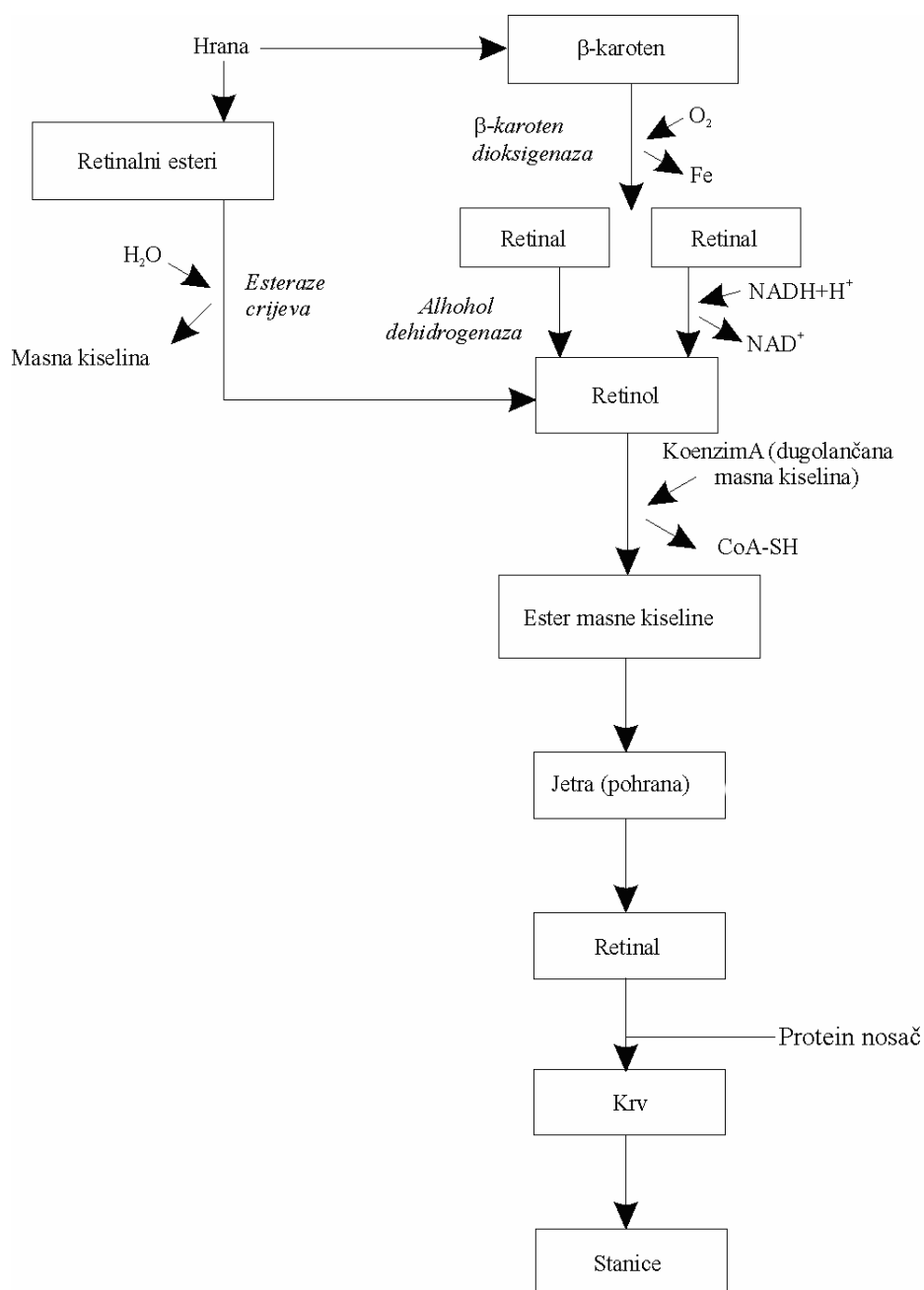
### Vitamin A, retinol



Pod vitaminom A podrazumijevamo spojeve s biološkom aktivnošću retinola: retin-ol, -retin-al i retinska kiselina. Kemijski retinol je primarni alkohol, velike molekularne mase ( $C_{20}H_{29}OH$ ). Zbog specifične uloge u retini (mrežnici) oka i jer je alkohol dobio je ime retinol. Topljiv je u mastima i organskim otapalima. Zbog netopljivosti u vodi dosta je stabilan pri kulinarskoj obradi namirnica. Vitamin A nalazi se samo u životinjskim namirnicama i uvijek se javlja s lipidima.

Izvor vitamina A je i beta-karoten ( $C_{40}H_{56}$ ), koji se nalazi u biljnom pigmentu. Postoji  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$  karoten, a najvažniji je  $\beta$ , koji je prekursor (provitamin) vitamina A i osigurava oko 2/3 neophodne količine vitamina A.

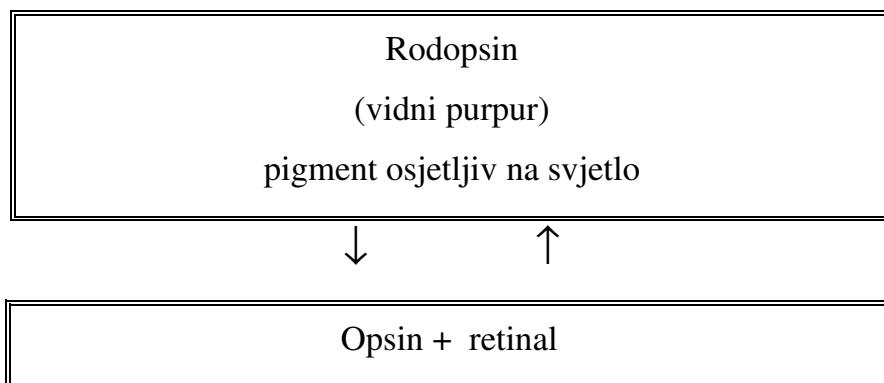
Na slici 17 prikazan je put vitamina A i karotena od hrane do stanica ljudskog organizma. Molekula se  $\beta$ -karotena cijepa u dvije molekule međuprodukta, retinaldehida (retinal). Ovo cijepanje zahtjeva žučne soli i enzim  $\beta$ -karoten dioksidogenu. Retinal zatim prelazi u retinol djelovanjem alkohol dehidrogenaze i NADH. U intestinalnoj se mukozi sav retinol, bilo životinjskog ili biljnog podrijetla reesterificira, s masnim kiselinama i putuje do jetre, gdje se pohranjuje oko 90% ukupnog retinola prisutnog u tijelu, ali u malim količinama i u bubrezima i adipoznom tkivu. Rezerve predstavljaju 12-mjesečnu potrebu za vitaminom A, a neke osobe mogu pohraniti i 4-godišnju rezervu. U vrijeme infekcijskih bolesti rezerve se smanjuju. Po potrebi se ester u jetri hidrolizira, retinol veže za protein-nosač (retinol-binding protein) i putuje do stanica. Žučne soli služe kao kotač u resorpciji vitamina A (kao i ostalih mastima srodnih tvari) kroz zid tankog crijeva. Resorpciju ometaju bolesti jetre i problemi sa žučnim kanalima. Ako se ne luči lipaza gušterače, koja u gornjem dijelu tankog crijeva hidrolizira ester retinola i masne kiseline, bolje je unositi sintetski, u vodi topljivi vitamin A. Na resorpciju vitamina A utječe dob osobe i slaba je kod novorođenčadi.



Slika 17 Put vitamina A i  $\beta$ -karotena (S.R.Williams 1985)

Vitamin A ima bitnu ulogu u vidnom ciklusu. Sposobnost oka da se adaptira na svjetlosne promjene ovisi o pigmentu osjetljivom na svjetlo-rodopsinu ili vidnom purpuru, koji se nalazi u štapićima mrežnice. Retinal se spaja s proteinom opsinom u vidni pigment rodopsin. Kada svjetlost padne na mrežnicu rodopsin, se cijepa u 2 dijela-opsin i retinal (Slika 18). U tami se ove dvije tvari rekombiniraju u rodopsin. Normalno ima sasvim dovoljno retinala u sloju pigmenta iza štapića i čunjića i osigurava se konstantno prilagođavanje intenzitetu svjetla. Pri deficitu vitamina A stvara se manje vidnog purpura. Štapići i čunjići, koji su fotoreceptori mrežnice,

postaju preosjetljivi na svjetlosne promjene i dolazi do noćnog sljepila. Ovo se brzo može ispraviti (1/2 sata) injekcijom vitamina A koji se prevede u retinal i tada veže u rodopsin. Osim u vidnom ciklusu, zna se da je deficit vitamina A povezan sa zastojem rasta, ali mehanizam nije točno objašnjen. Zna se samo da vitamin A na vitalan način sudjeluje u rastu tkiva kako mekanoga tako i koštanoga, vjerojatno utječući na sintezu bjelančevina, dijeljenje stanica (mitoza) ili stabilnost stanične membrane.



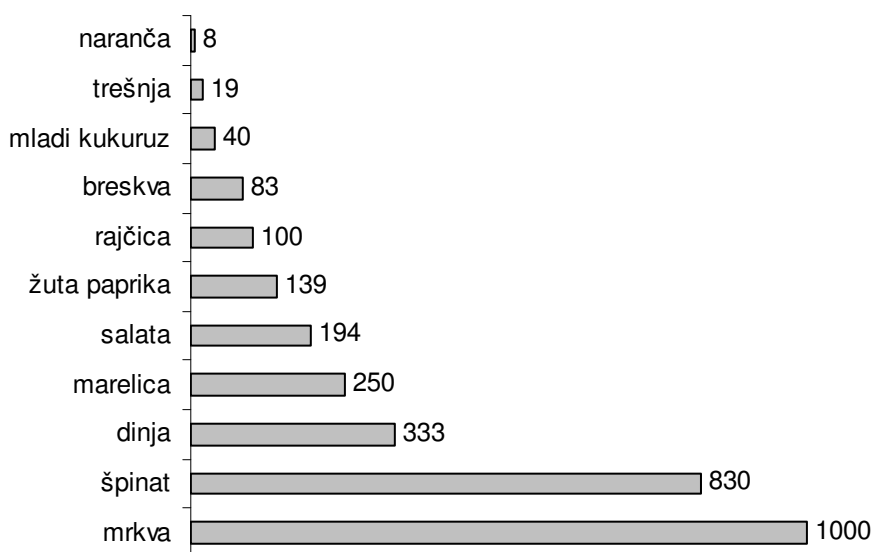
Slika 18 Vidni ciklus: Uloga vitamina A u adaptaciji na svjetlo i tamu (S.R. Williams, 1999)

Kod pomanjkanja vitamina A, poremećen je metabolizam RNK (ribonukleinske kiseline).

Retinol i retinal bitni su i za normalnu funkciju reprodukcijuskoga sustava, kod muških i ženskih osoba. Kod deficita tih vitalnih tvari dolazi do degenerativnih promjena testisa i sterilnosti kod muškaraca, a pobačaja kod žena.

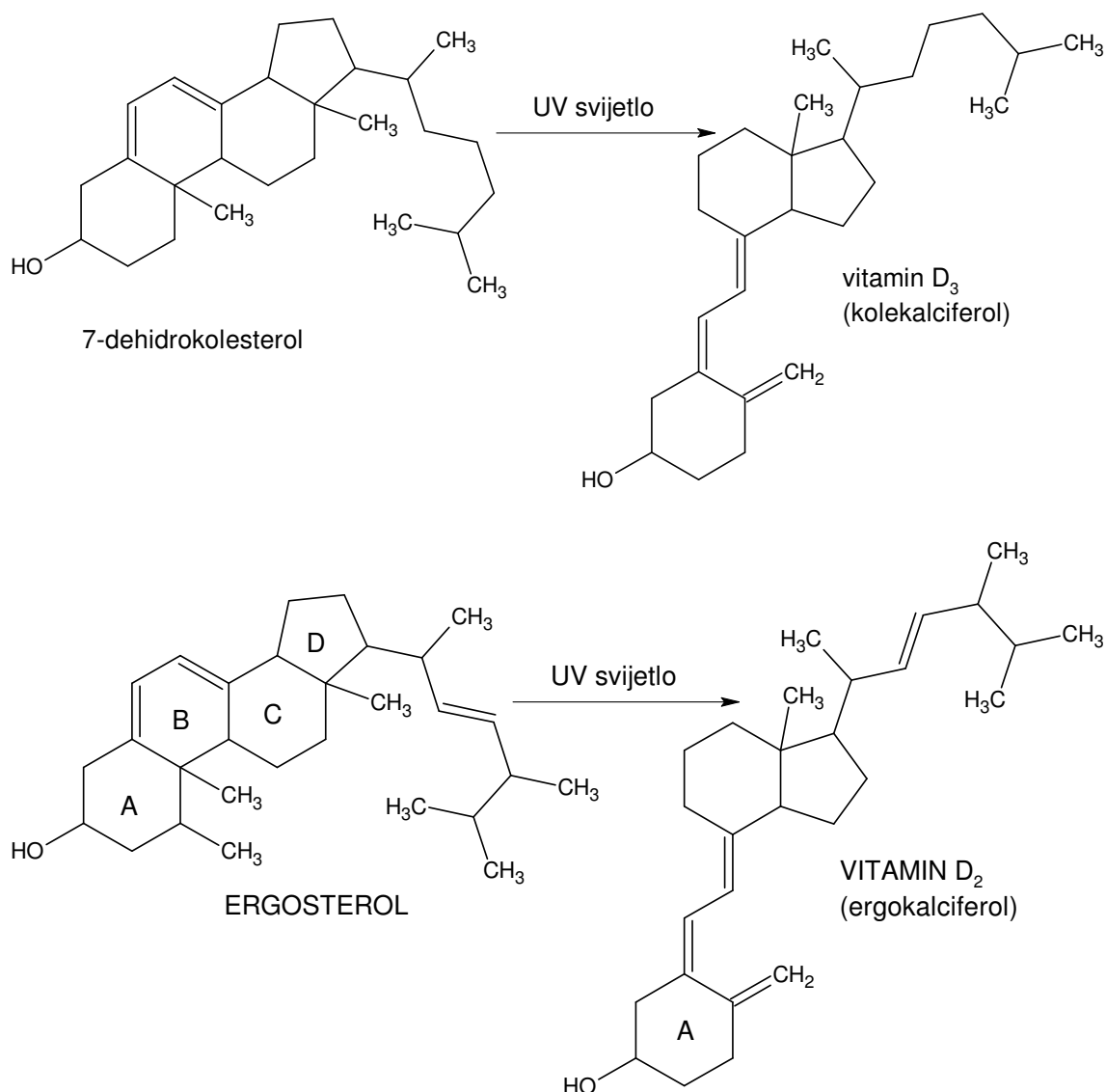
U pravilu, vitamina A u hrani ima dovoljno, a na njegove potrebe utječu: veličina pričuve u jetri, oblik u kojemu se unosi (karoten ili vitamin A), bolest, probavni defekti ili defekti jetre. Deficit može nastati kod kroničnih bolesti jetre, gušterače i bolesti tankog crijeva, kada se ne može karoten prevesti u vitamin A. Uobičajeno se vitamin A mjeri u internacionalnim jedinicama (international units-IU), a jedna IU odgovara biološkoj aktivnosti 0,6  $\mu\text{g}$  čistog  $\beta$ -karotena ili 0,3  $\mu\text{g}$  retinola. RDA (recommended daily allowance -RDA) ne koristi IU već ekvivalente retinola (RE), gdje je 1 RE=3,33 IU ili 1  $\mu\text{g}$  retinola. Odrasla osoba dnevno treba oko 750  $\mu\text{g}$  retinola ili RE, a u laktaciji 1200 RE. Od te količine karoten treba osigurati oko 60-80%. Hipervitaminoza A moguća je jer jetra ima sposobnost pohranjivanja vitamina A, a i neke osobe uzimaju megadoze ovoga vitamina u obliku farmaceutskih preparata. Najbolji su izvori vitamina A riblje ulje, jetra, bubrezi, maslac i jaja. Neke su namirnice obogaćene vitaminom A, kao margarin.

Dobar prilog daje i zeleno povrće (u kojemu je karoten vezan s klorofilom-zato u zelenim, vanjskim listovima salate ima više karotena) i žuto i crveno povrće i voće. Vitamin A termostabilan je i netopljiv u vodi. Pri uobičajenom načinu kuhanja namirnica gubitak je neznatan. Dugim kuhanjem zelenog povrća ipak ga se može uništiti do 25%. S obzirom na građu vitamina A, najveća su opasnost oksidansi, koji se nagomilavaju kao peroksidi u užeglim mastima, stoga se dodavanjem antioksidanata sprečava gubitak vitamina A, i tako sprečava užeglost. Užeglost se sprječava i čuvanjem ulja i masti u tamnim, hermetičkim zatvorenim posudama, pa se kontakt s kisikom i svjetlom svodi na minimum.



Slika 19. Sadržaj A vitamina (RE) u nekim namirnicama (A. Kaić-Rak i K. Antičić, 1990)

## Vitamin D



Slika 20 Pretvorba provitamina D u odgovarajuće aktivne oblike djelovanjem UV-svjetla

Vitamin D je kompleks vitamina D<sub>1-5</sub>, a biološki su aktivni D<sub>2</sub> i D<sub>3</sub>. Otporni su na temperaturu (termostabilni su) i ne oksidiraju se lagano. D<sub>2</sub> (ergokalciferol) nastaje iz ergosterola djelovanjem UV zraka (290-315), a D<sub>3</sub> (kolekalciferol) iz 7-dehidrokolesterola, također djelovanjem UV zraka. S obzirom na to da je topljiv u mastima, D vitamin za svoju resorpciju treba žučne soli, jednako kao i mast, s kojima stvara kompleks.

Količina nastalog kolekalciferola ovisi o valnoj dužini i intenzitetu zračenja, kao i o izlaganju tijela sunčevoj svjetlosti. D<sub>3</sub> kombinira se s proteinskim nosačem, globulinom i putuje tijelom. Tako dolazi do jetre, gdje specijalni enzim tvori 25-hidroksikolekalciferol (međuproizvod). Taj spoj ponovo nosi isti globulinski nosač do bubrega, gdje specijalni enzim stvara 1,25 dihidroksikolekalciferol, fiziološki aktivni oblik vitamina. Kemijski naziv aktivnog oblika vitamina D je kalcitriol.

Fiziološka uloga vitamina D vezana je s metabolizmom kalcija i fosfora, jer uvjetuje njihovu resorpciju i deponiranje u koštanom tkivu. Kada nema D vitamina u hrani, a zatim i u organizmu, javlja se rahitis kod djece, a osteomalacija kod odraslih. Kod rahitisa dolazi do poremećaja metabolizma kalcija i fosfora, nedovoljne kalcifikacije kostiju i do deformiteta kostiju glave, prsnog koša i dugih ekstremiteta. Može doći i do promjena u strukturi zubiju. Ako dođe do sniženja kalcija u serumu, razvija se i tetanija (trzanje). Osteomalaciju kod odraslih karakterizira sniženi sadržaj minerala i pojava nekalcificiranog tkiva kosti, pa kosti postaju mekanije i lakše se lome ili se javljaju deformiteti koji su težeg oblika od deformiteta kod rahitisa.

Osteoporoza je česta kod žena nakon menopauze. Tijekom ovog procesa dolazi do svakodnevnog gubitka kalcija, pa je bez obzira na unos, balans kalcija negativan.

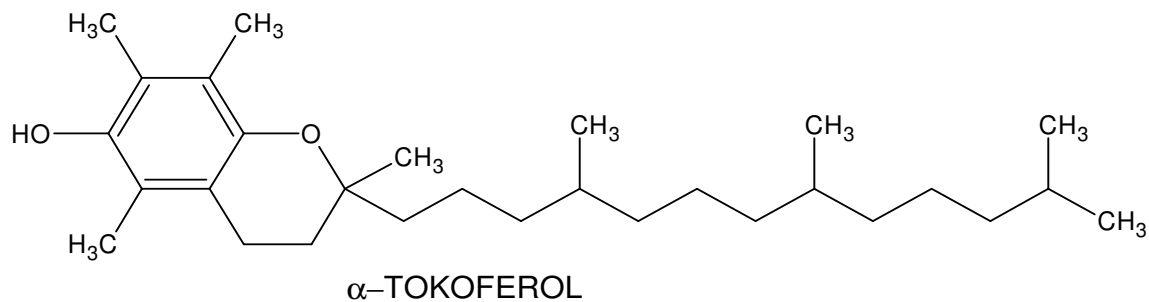
Količina potrebnog D vitamina izražava se ili u  $\mu\text{g}$  ili u IU (international units). Jedna IU ekvivalentna je s 0,025  $\mu\text{g}$  čistog, kristaliničnog kolekalciferola. Potrebe dojenčadi, djece, trudnica i dojilja za D vitaminom iznose oko 10  $\mu\text{g}$ , ili oko 400 IU dnevno. Nakon otprilike 7. godine života dovoljno je 2,5  $\mu\text{g}$  (100 IU). Odrasle osobe dnevno trebaju 5-7,5  $\mu\text{g}$  (200-300 IU) D vitamina. Na potrebe za vitaminom D utječe i način života. Osobe koje žive u gradu i na višim katovima ili u podrumu trebaju više D vitamina nego seljak koji je stalno izložen UV zračenju. UV zračenje je vrlo važno jer pretvara kolesterol u provitamin D<sub>3</sub>. Izloženost UV zračenju varira tijekom godine, a ovisi o vrsti posla koji neko obavlja, ali i o navikama. Studije pokazuju da debele osobe izbjegavaju sunčanje, makar po cijenu deficita D vitamina. Stariji ljudi i invalidi, koji ne izlaze trebaju dodatne količine D vitamina.

U prirodi se vitamin D nalazi u većoj količini u ribljem ulju, jetri, jajima i maslacu. Mlijeko sadrži svega 40 IU/L vitamina D, ali se može obogatiti, obično na 400 IU/L. S obzirom na to da je hrana siromašna D vitaminom, važno je da ga se maksimalno iskoristi, a to se postiže izlaganjem kože UV zračenju.

Uzimanje D vitamina u većim količinama, iznad 50  $\mu\text{g}$  kolekalciferola, ili 2000 IU, što je 5 puta više od preporučene količine, kroz duži period, može dovesti do hiperkalcemije kod dojenčadi. Tada se kalcificira i mekano tkivo, kao pluća i bubrezi.



### Vitamin E (Tokoferol)



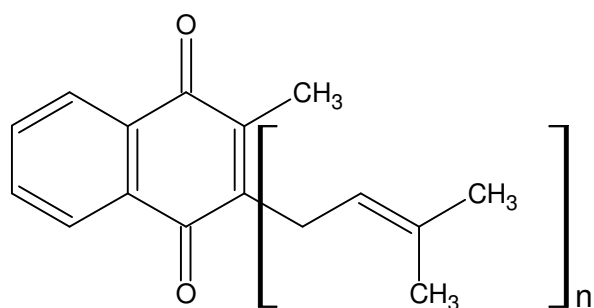
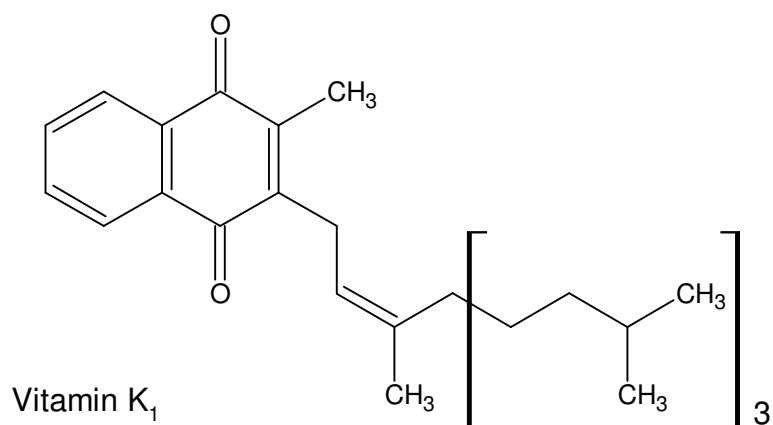
Otkriven je 1922. godine, a čine ga alfa-, beta-, gama- i delta-tokoferol, a najaktivniji je alfa-tokoferol. Ima veliku antioksidativnu moć, pa iako bit djelovanja tokoferola nije poznata, smatra se da ima važnu ulogu u oksido-reduktivnim procesima. Štiti od oksidacije nezasićene masne kiseline, vitamin A, karoten i neke intracelularne enzime potrebne za respiraciju. Utječe i na veličinu biosinteze DNK. Na eksperimentalnim je životinjama utvrđeno da je bitan za normalnu reprodukciju. Neophodan je za razvoj ploda, a nedostatak u hrani dovodi do nepravilnog razvoja embriona i prekida trudnoće. Kod odraslih mužjaka, nedostatak tokoferola dovodi do degenerativnih promjena na testisima. Tokoferol je zbog ovih razloga nazvan antisterilitetnim vitaminom.

Za resorpciju E vitamina, kao i drugih u mastima topljivih vitamina, potrebne su žučne soli.

Potrebe za vitaminom E iznose 5-15 mg, što ovisi o količini unesenih nezasićenih masnih kiselina u hrani. Najbolji izvor E vitamina su klice sjemenki, odnosno iz njih dobiveno ulje. Sadržaj u klici povećava se paralelno s nastankom linolne kiseline. Ostali izvori su mlijeko, jaja, žitarice i lisnato povrće.

### Vitamin K

U prirodi se nalazi kao K<sub>1</sub> i K<sub>2</sub>, a sintetiziran je K<sub>3</sub>. Najvažnija, ako ne i jedina, uloga K vitamina je što u jetri katalizira sintezu faktora koagulacije krvi. Odgovoran je za održavanje normalnog nivoa 4 faktora koagulacije: faktora II, faktora VII, IX i X. Svaki je taj čimbenik bjelančevina sintetizirana u jetri, u obliku neaktivnog prekursora, čija je aktivacija ovisna o vitaminu K. Kada je oštećenje jetre odgovorno za hipoprotrombinemiju, vitamin K kao terapijsko sredstvo nije od pomoći.



Resorpcija vitamina K, kao i ostalih topljivih u mastima, ovisi o izlučivanju žuči i gušterača soka. Resorbira se oko 50% u hrani prisutnog K vitamina. RDA standardi ne navode preporučene količine K vitamina. Potrebe su vrlo male, a smatra se da i bakterije probavnog trakta u čovjeka sintetiziraju određenu količinu vitamina K. U hrani se vitamin K nalazi u lisnatom povrću, kao špinatu, kupusu, kelju, cvjetači, a manje količine se nalaze u rajčicama, siru i jetri. Preporučene vrijednosti za vitamin K su 50 do 80  $\mu\text{g}$ .

## MINERALI

Minerali su anorganski esencijalni nutrienti. Smatra se da je element esencijalan, neophodan za opstanak života, ako njegova odsutnost izazove zastoj neke funkcije, pa i smrt, a dodatak obnavlja tu funkciju. Nekih elemenata ima u ljudskom organizmu više i zbog velike količine dobro je poznata njihova uloga u organizmu. Međutim, neki se u organizmu nalaze u malim količinama, i o njihovoj ulozi znamo malo.

Ovu skupinu možemo podijeliti na elektrolite ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ), makroelemente (P,S) i mikroelemente (Fe, Zn...) ili na makroelemente i mikroelemente (oligoelementi, elementi u tragovima). Makroelemente treba ljudski organizam u količini iznad 100 mg, a mikroelemente u količini ispod 100 mg. Unutar ove skupine može se razlikovati i podskupinu ultramikroelemenata.

Tablica 27 Makroelementi i mikroelementi (S.R.Williams, 1999)

Makroelementi	Mikroelementi Esencijalni	Mikroelementi Vjerojatno esencijalni
Ca	Fe	Si
P	J	V
Mg	Zn	Ni
Na	Cu	Sn
K	Mn	Cd
Cl	Cr	As
S	Co	Al
	Se	B
	Mo	
	F	

### Makroelementi

Najvažniji su makroelementi kalcij, fosfor, natrij, kalij i magnezij.

#### *Kalcij*

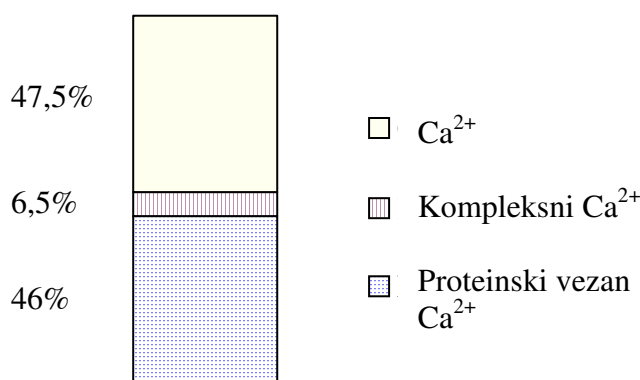
Od svih minerala, kalcija u organizmu ima najviše, i to 1,5-2% ukupne tjelesne mase, ili oko 1,2 kg kod odrasle muške osobe. Od te količine 99% nalazi se u kostima i zubima. Glavnina je kalcija u kosturu u obliku hidroksiapatita  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . Ca se u kostima neprekidno razgrađuje i ugrađuje prema tjelesnim potrebama i stresu, oko 700 mg dnevno. Tijekom rasta i razvoja više kalcija ulazi u kosti nego što se izluči. Kod odraslih se točno ugradi koliko se i

izluči. Kod starijih osoba deponiranje je manje nego što se izluči i nikakvim povećanim unosom to se ne može spriječiti, eventualno se može ublažiti. Ostalih 1% kalcija nalazi se u plazmi i drugim tjelesnim tekućinama. Esencijalni je sastojak svih živih stanica pa osim u izgradnji kostura, kalcij ima ulogu u reguliranju normalne podražljivosti živaca i mišića, sudjeluje u koagulaciji krvi i regulira propusnost staničnih membrana za natrij. Koncentraciju u plazmi regulira 1,25-dihidroksikolekalciferol (aktivni D vitamin) i paratiroidni hormon. Ovaj mali, ali značajan dio kalcija u plazmi i drugim tekućinama nalazi se u tri oblika: nedifuzibilni (ne difundira), difuzibilni i mali dio kao organski kompleks, ali su sva ova tri oblika u ravnoteži:

1. Nedifuzibilni dio čini oko polovine kalcija u plazmi a vezan je za albumine i globuline, bjelančevine plazme.

2. Difuzibilni, ionizirani slobodni kalcij čini drugu polovinu Ca u plazmi. Ovaj dio ima najveći fiziološki učinak i utječe na metabolizam i funkciju kostiju, živčanog sustava i srca. Ovaj dio kalcija se neprekidno odlaže, ugrađuje u kosti, a iz kosti se mobilizira, a na taj proces izmjene u kostima utječe vitamin D i paratiroidni hormon. Acidoza povećava, a alkalozu smanjuje količinu ioniziranog kalcija.

3. Organski kompleks kalcija: Oko 6% Ca plazme difundira, ali kao kompleks, npr. s citratom.



Slika 21 Oblik kalcija u normalnoj ljudskoj plazmi (R.S.Goodhart i M.E.Shils, 1980)

Od hranom unesenog Ca, tek oko 10-30% apsorbira se. U hrani se nalazi u kompleksu s drugim spojevima. Prije apsorpcije se taj kompleks mora raspasti, razgraditi. Resorpcija se odigrava u tankom crijevu, i to u dvanaesniku gdje je sredina kiseliya pa su kalcijeve soli topljivije nego kod većeg pH. Proteinski nosač za kalcij sintetizira se baš u dvanaesniku, kao odgovor na djelovanje vitamina D. U organizmu se održava stalna razina Ca, i to baš reguliranjem veličine apsorpcije, njenim povećanjem ili smanjenjem. Apsorpciju povećava veća potreba organizma, kao rast, trudnoća, dojenje. Apsorpciju povećava i smanjena koncentracija Ca u plazmi, zatim velika

količina bjelančevina u hrani (ali se tada ta povećana količina izlučuje s mokraćom). Laktoza također povećava apsorpciju Ca, jer se stvara mliječna kiselina, snižava se pH, što pogoduje apsorpciji. Radi velikog sadržaja bjelančevina i laktoze u mlijeku, Ca iz mlijeka dobro se apsorbira. Na smanjenje apsorpcije utječe deficit D vitamina, velika količina masti u hrani ili smanjena apsorpcija masti. Velika količina masti u tankom crijevu uvjetuje stvaranje netopljivih sapuna kalcija. Taj se netopljivi sapun izlučuje i time se gubi inkorporirani Ca. Odnos Ca i P bitan je također za apsorpciju. Pogodan odnos je 1:2 za odrasle, a za djecu 1:1 (1g Ca: 1g P). Ako je više fosfora, stvara se netopljivi fosfat, pa se Ca ne može resorbirati. Resorpciju smanjuje i velika količina celuloze, oksalna kiselina (netopljivi Ca-oksalat), i fitinska kiselina. Oksalne kiseline ima u lisnatom povrću, a fitinske kiseline u žitaricama. Starenjem se sposobnost apsorpcije smanjuje.

Tablica 28 Količina unesenog kalcija i fosfora dječaka u dobi 8-15 godina u Osijeku (M.Mandić, 1983)

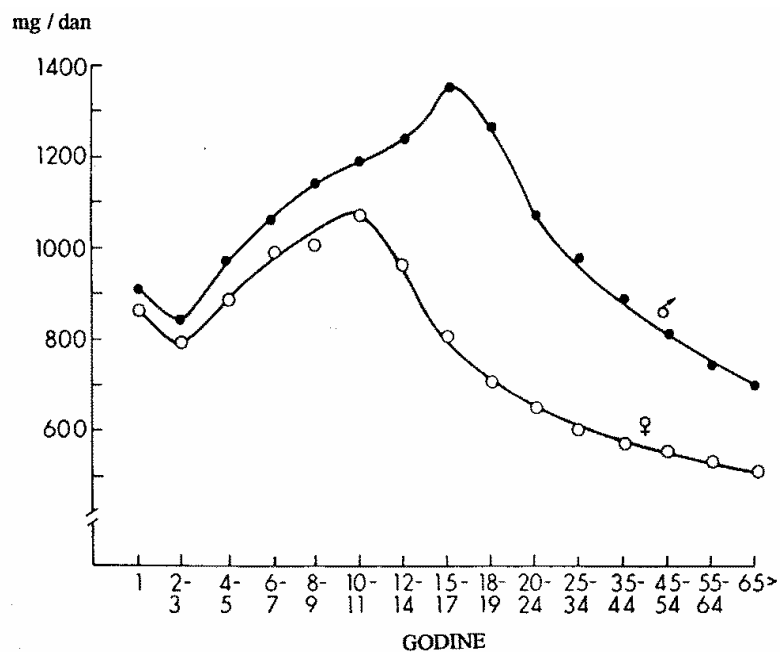
	Ca	P	Ca : P
$\bar{X}$	779	1198	1 : 1,5
SD	248	287	
Raspon	323 - 1202	639 - 1710	

Preporučene dnevne količine (RDA) za odrasle osobe iznose 800 mg, 1200 mg za trudnice i dojilje, a za djecu 800-1200 mg. U posljednje se vrijeme smatra da veći unos povećava čvrstoću kostiju i da treba 1500 mg da bi se u poodmakloj dobi usporio pad. Količina Ca unesena hranom ovisi o prehranbenim navikama pojedinca, pa se razlikuje od osobe do osobe, a razlike su velike i između zemalja. Smatra se da u našoj zemlji narod ne unosi dovoljno kalcija (Tablica 28).

Rahitis je deficitarna bolest djece, vezana uz nedovoljnu opskrbu hranom bogatom kalcijem i fosforom, ili uz neadekvatan odnos Ca i P (4:1 ili 1:4). Javlja se i kada organizam ne sadrži dovoljno D vitamina (kolekalciferola) jer ga nema dovoljno u hrani, ili se ne apsorbira dovoljno ili ako se organizam ne izlaže suncu (tada se iz 7-dehidrokolesterola stvara D<sub>3</sub>). To je bolest siromašnih i neobrazovanih slojeva, pa se javlja kako u kontinentalnim tako i u primorskim krajevima. Javlja se čak i u afričkim krajevima, iako ima dovoljno sunčanih dana, ali djeca zbog predrasuda konstantno borave u mračnim kolibama, od pruća, bez prozora. Ako ih majke i iznose, umotani su u tkanine koje sprječavaju prodor UV-zraka do kože djeteta. Simptomi rahitisa su "ptičje" grudi, krive noge. Kod žena, višerotkinja, javlja se poseban oblik rahitisa,

osteomalacija. Posljedica je života u nehigijenskim, nedovoljno osvijetljenim stanovima i prehrane siromašne na bjelančevinama životinjskog porijekla, kalciju i vitaminu D.

Najbolji izvor kalcija je mlijeko i mliječni proizvodi, lisnato povrće, žitarice i mahunarke.

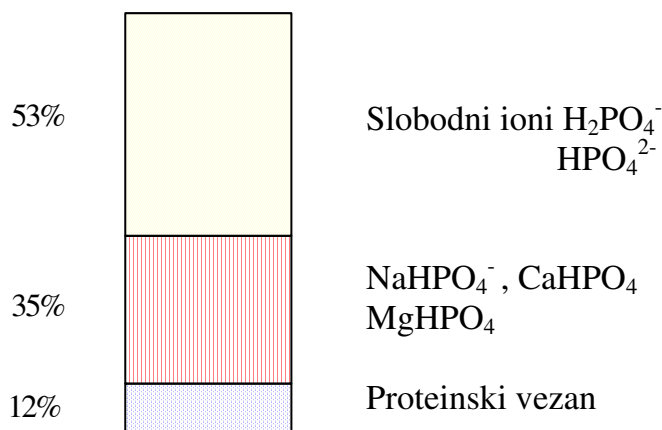


Slika 22 Unos kalcija u različitoj životnoj dobi u jednoj sredini (R.S.Goodhart i M.E.Shils, 1980)

### Fosfor

Fosfor je u najužoj metaboličkoj vezi s kalcijem. Čini oko 22% ukupnog pepela (mineralnog dijela) čovjeka. U tijelu odrasle osobe oko 85% prisutnog fosfora javlja se u obliku anorganskih fosfata i to u kosturu, zubima i tjelesnim tekućinama, a u vidu organskih spojeva ulazi u sastav masti (lecitin), bjelančevina (fosfoprotein) i šećera. Pirofosforna kiselina ulazi u sastav koenzima tiamin-pirofosfata TPP, važnog za metabolizam šećera. Fosfor je i sastavni dio DNK i RNK, genetički bitnih supstancija. Fosfati održavaju acidobaznu ravnotežu plazme. Fosfatni je ion glavni anion unutarstanične tekućine i ima bitnu ulogu u izlučivanju  $H^+$  putem bubrega, odnosno mokraće. Također ima bitnu ulogu u anaboličkim i kataboličkim procesima, jer je inkorporiran u visokoenergetske spojeve ATP (adenozintrifosfat), ADP (adenozindifosfat) i AMP (adenozinmonofosfat).

Fosfor se apsorbira u tankom crijevu, najviše u dvanaesniku. Teško topljive anorganske soli teško se apsorbiraju. U biljnoj hrani uglavnom je vezan na fitinsku kiselinu, koja se teško hidrolizira pa je apsorpcija minimalna. U namirnicama životinjskog podrijetla pretežito je vezan na bjelančevine, masti i ugljikohidrate i apsorbira se lakše, oko 70%. Apsorpcija fosfata vezana je s apsorpcijom kalcija, pa ako je smanjena apsorpcija kalcija (npr. zbog avitaminoze  $D_3$ ) smanjit će se i apsorpcija fosfora, a izlučivanje netopljivog kalcijevog fosfata fecesom će se povećati.



Slika 23 Oblik fosfora u ljudskoj plazmi (R.S.Goodhart i M.E.Shils, 1980)

Oko 88% fosfata plazme je ultrafiltrabilno. Neki su kompleksirani s mono- ili dvovalentnim kationima kao  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Mg}^{2+}$ . Kod normalnog pH krvi, 85% ultrafiltrabilnog fosfora je u obliku  $\text{HPO}_4^{2-}$ , a ostatak uglavnom kao  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ .

Pri normalnoj je prehrani deficit fosfora u ljudi vrlo rijetka pojava, a simptomi su gubitak teka te čovjek gricka zemlju, kredu. Posljedica je deficita omekšavanje kostiju, rebara, teško se diše. Prema tome, hrana siromašna fosforom dovodi do rahitisa, koji se ne razlikuje od rahitisa uzrokovanog kalcijem ili D vitaminom. Preporučuje se unos 800-1200 mg P. Nalazi se u žitaricama, mahunarkama, mesu, jajima i naročito mlijeku (jer je povoljan odnos s kalcijem).

### *Magnezij*

Magnezij sudjeluje u oksidativnoj fosforilaciji pa je bitan za metabolizam ugljikohidrata i održavanje nekih enzimskih procesa (potreban je za aktivnost oko 300 enzima). Važan je u sintezi bjelančevina i za transport kroz membrane stanica. U kosturu se nalazi 60% magnezija. Primarno je intracelularni ion, pa je poslije kalija najzastupljeniji unutarstanični kation; u izvanstaničnim tekućinama ima ga samo 1%. U tijelu odrasle osobe ima 24 g magnezija.

Apsorbira se, kao i Ca u dvanaesniku, to bolje što je sredina kiselija, ali ipak ne više od 50%. Nedostatak je magnezija u osoba koje se pravilno hrane rijedak (najčešće kao posljedica poremećaja u probavnom sustavu), a najčešće je praćen manjkom kalcija. Deficit magnezija može izazvati pojačano zgrušavanje krvi i pojačanu emocionalnu labilnost.

U odrasle osobu su preporuke za dnevni unos magnezija 200-300 mg. Magnezija najviše ima u vodi, mahunarkama, zelenom povrću (jer je vezan na klorofil) i nekim žitaricama.

### *Natrij*

Soli natrija nalaze se u ekstracelularnoj tekućini (najvažniji je ekstracelularni element) i plazmi. Ulaze u sastav pljuvačke, gušteračnog i crijevnog soka i stvaraju uvjete neophodne za rad mnogih enzima. Natrij ima ulogu u razdražljivosti mišića, naročito srca. Ion natrija ima ulogu u održavanju acidobazne ravnoteže i osmotskog tlaka.

Nedovoljno unošenje natrija hranom ili njegov gubitak preko ekskretornih organa praćen je gubitkom vode. Nedostatak natrija praćen je padom krvnog tlaka, što u težim slučajevima vodi u komu.

Dnevne potrebe, ako čovjek obavlja umjereno teške poslove, iznose 3 g, a kod jačeg znojenja više. Hrana je biljnog podrijetla siromašna natrijem. Više ga ima u hrani životinjskog podrijetla,



ali ga treba dodavati u hranu kao kuhinjsku sol. Najčešće se jela sole previše pa je unos hranom previsok, dvostruko veći od potrebne količine (Jedna od "bijelih opasnosti" je sol, a ostale su mast i šećer).

### *Kalij*

Suprotno natriju, 95% kalija nalazi se unutar stanica. Kalij ima ulogu u prenošenju neuromuskularnih podražaja pri kontrakciji mišića. Kalij koči kontrakciju mišića, a natrij ju održava. Za normalnu kontraktibilnost mišića potreban je harmoničan odnos Na i K, pa u namirnicama životinjskog podrijetla postoji dinamička ravnoteža između ekstracelularnog Na i intracelularnog K. Ta ravnoteža održava i osmotski tlak u stanicama i izvan njih. Kalij ima ulogu u stvaranju glukoze i glikogena (glikogenske rezerve) u stanicama.

Deficit kalija zbog nedovoljnog unosa hranom gotovo ne postoji. Unosi se u obliku KCl, a resorbira se u tankom crijevu. Dnevno je potrebno 1-2 g kalija.

## **Mikroelementi**

### *Željezo*

Iako je željezo u prirodi vrlo rasprostranjeno, u ljudskom organizmu ga ima oko 45 mg/kg tjelesne mase, ili 3-4 g. Prema metaboličkoj ulozi u organizmu, željezo je podijeljeno u 4 oblika:

1. Najveći dio željeza u tijelu, 70%, nalazi se u crvenim krvnim tjelešcima, eritrocitima, kao vitalan sastojak hemoglobina, a 5% javlja se kao sastojak mišićnog hemoglobina, mioglobina.
2. U plazmi željeza ima vrlo malo, a vezano je na bjelančevinu nosač,  $\beta$ -globulin, koji se zbog transportne uloge naziva transferin.
3. Oko 20% željeza vezano je na bjelančevinu feritin i pohranjuje se u jetri, slezeni, sluznici crijeva i koštanoj srži.
4. Preostalih 5% ukupnog željeza u tijelu rašireno je u svim stanicama u enzimnom sustavu, bitnom za proizvodnju energije.

U organizmu Fe slijedi jedinstven krug apsorpcije, transporta, skladištenja i pohranjivanja. Jedinstven je jer se stalna razina Fe ne održava izlučivanjem viška putem mokraće, već ravnotežom apsorpcije, transporta i pohranjivanja.

Da bi Fe bilo dostupno organizmu, mora ga se apsorbirati, a apsorbirati se može kao nehemsko i hemsko. Sve je Fe u biljnim namirnicama i 3/5 u animalnim nehemsko, pa najveći dio koji se apsorbira je baš nehemsko Fe. Apsorbira se vezanjem za organske molekule. Najčešće su to u hrani prisutne aminokiseline, fruktoza, askorbinska kiselina, limunska kiselina, ali je apsorpcija

još uvijek relativno slaba. Hemska se željezo apsorbira kao takvo u tankom crijevu. Ukupno se resorbira oko 10-30% hranom unesenog željeza. Ostalo se izluči fecesom (tamna stolica tijekom terapije željezom).

Apsorbirano željezo, najčešće u kompleksu s aminokiselinama, u mukoznim stanicama spaja se s bjelančevinom-nosačem u feritin. Količina prisutnog feritina određuje koliko se hranom unesenog željeza apsorbira ili izluči. Naime, na apsorpciju utječe količina feritinske pričuve ali i potreba za željezom. Apsorpcija se povećava u slučaju povećane potrebe kao u trudnoći i tijekom rasta.

Vitamin C (askorbinska kiselina) svojim redukcijskim osobinama i smanjenjem pH povećava apsorpciju. Slično djeluje i HCl iz probavnog soka. Dovoljna količina Ca u hrani također pomaže apsorpciju, vežući i uklanjajući fosfate i fitate koji bi da se ne uklone kalcijem vezali Fe i inhibirali apsorpciju.

Apsorbirano Fe se oksidira u  $Fe^{3+}$  i veže s  $\beta$ -globulinom plazme u transferin, kojim se Fe transportira do tjelesnih stanica, koštane srži i jetre. Iz rezerve se Fe mobilizira za sintezu hemoglobina (hemoglobin je spoj bjelančevine globina s hemom kao prostetskom skupinom). Kod odrasle osobe dnevno u sintezi hemoglobina treba 20-25 mg Fe, ali se najveći dio nadoknadi iz raspadnutih eritrocita (žive oko 120 dana). Na Fe se u hemoglobinu koordinativno veže  $O_2$ . Kisik se lagano otpušta, a cijelo vrijeme transporta kisika Fe ostaje dvovalentno. Ako se željezo oksidira u trovalentno, postaje "mrtvo" za kisik, osoba poplavi, guši se (methemoglobinemija).

Željezo je bitno i u enzimnom sustavu pri oksidaciji glukozi i proizvodnji energije, npr. sastavni je dio respiratornog enzima citokroma. Novorođenče se rađa sa zalihama Fe za 4-6 mjeseci, pa se i pored niskog sadržaja Fe u majčinu i kravljemu mlijeku (0,1 mg/100g) ne javlja deficit u prvih nekoliko mjeseci života. Dječju se hranu, koja se koristi nakon 4. mjeseca djetetova života, obogaćuje željezom. Dnevne su potrebe Fe odrasloga muškarca 1 mg, a žene 2 mg, ali kako se resorbira oko 10-30%, preporuke su 10 odnosno 18 mg. Dobri su izvori Fe iznutrice (jetra), meso, jaja, žitarice i leguminoze.

### *Jod*

Uz željezo, najduže se od svih elemenata u tragovima proučava jod, pa se dobro zna njegova funkcija. Sudjeluje u sintezi hormona tiroksina i trijodtironina u štitnjači, pa se javlja gušavost (Slika 24) pri nedovoljnom unosu s hranom ili neadekvatnim iskorištenjem. Naime, u nastojanju da osigura dovoljnu količinu joda za stvaranje svojih hormona, štitnjača se povećava. Jod je

neophodan za pravilan fizički i duševni razvoj organizama, pa se u težim slučajevima deficita u ranom djetinjstvu javlja i kretenizam. U tijelu ga ima oko 20-50 mg, od čega je oko 50 % u mišićima, 20% u štitnjači, 10% u koži i 6% u kosturu. Ostalih 14% nalazi se u ostalom endokrinom tkivu, centralnom živčanom sustavu i plazmi.

Jod se apsorbira u tankom crijevu. Veže se s bjelanjčevinama i krvlju putuje do štitnjače. Otprilike 1/3 apsorbiraju tiroidne stanice. Preostale 2/3 obično se izluče mokraćom za 2-3 dana. Sadržaj joda u namirnicama ovisi o sadržaju u tlu i vodi. Neke biljke, a kod nas kupus, sadrže spojeve koji koče metabolizam joda i potiču nastanak gušavosti. Često sadržaj joda u hrani nije odgovarajući, naročito u planiskim krajevima, pa je 1956. godine uvedena obveza jodiranja kuhinjske soli (10 mg KI/kg soli). No kako još i danas ima dosta gušavosti (u Hrvatskoj ima 8-35% blagog poremećaja), od 1996. godine dodaje se 25 mgKI/kg soli. Dnevne potrebe odrasle osobe su 100-150 $\mu$ g, a dobar su izvor joda morske životinje.



Slika 24 Gušavost (S.R.Williams, 1999)

### *Selenij*

Selenij je sastavni dio više proteina (tzv. selenoproteini) sisavaca, od kojih su najbolje proučeni glutation peroksidaza (GPx), 5'-jodtironin dejodinaza (5'-IDI), selenoprotein P, i tioredoksin reduktaza (TrxR). Postoji više GPx prema građi i lokalizaciji u organizmu, a zajedničko im je antioksidantno djelovanje redukcijom hidroperoksida i vodikovog peroksida. Se preko 5'-IDI ima ulogu u održavanju homeostaze hormona štitnjače. 5'-IDI uklanja atom joda i prevodi tiroksin ( $T_4$ ) u djelatni oblik hormona,  $T_3$ . TrxR je selenoenzim koji reducira tioredoksin i druge oksidirane molekule, te se smatra da TrxR i reducirani tioredoksin štite stanicu od oksidativnog

oštećenja. Uloga selenoproteina P još nije razjašnjena, mada neki autori sugeriraju antioksidantno djelovanje. Identificirano je još desetak selenoproteina, među kojima je selenoprotein iz mitohondrijske kapsule spermija koji je važan u razvoju spermija i za održanje muške plodnosti. Brojnim je ispitivanjima utvrđen pozitivan utjecaj Se na imunost, reprodukciju, raspoloženje, zaštitu od teških metala, te zaštitu od virusa. Se je, u najmanju ruku, važan u sprječavanju nekih bolesti poput Kešanske i Kashin-Beck-ove bolesti, ali i kardiovaskularnih bolesti i raka, te drugih poremećaja koji uključuju oksidativni stres i upalu (reumatoidni artritis, pankreatitis, astma, i dr.). Svi ovi učinci Se se tek djelomično mogu objasniti djelovanjem gore spomenutih selenoproteina (osim možda TrxR), te se kemopreventivno djelovanje ovog elementa pripisuje njegovim niskomolekularnim monometiliranim metabolitima. Koncentracija Se u hrani je odraz koncentracije u tlu i čimbenika koji utječu na njegovu raspoloživost poput pH, sastava tla, i dr. (moguće su i toksične razine Se u nekim biljkama poput brazilskog oraha koje nakupljaju Se, a rastu na tlu bogatom selenijem). Poredak skupina namirnica po razini Se je sljedeći: iznutrice; ribe, morski plodovi; jaja; meso; žitarice i proizvodi; mahunarke; mliječni proizvodi, te voće i povrće. Najnovije preporuke dnevnog unosa (SAD i EU) su jednake za muškarce i žene i iznose 55  $\mu\text{g}$ .

### *Fluor*

Fluor se u minimalnim količinama nalazi u svim stanicama, a u većim količinama u kostima i zubima. Veća količina fluora u zubnoj gleđi povećava otpornost prema razornom djelovanju kiselina, pa štiti zube od karijesa. Fluor ima i neposredno baktericidno djelovanje (reagira s metalima pa onemogućuje nastanak bakterijskih enzima koji su odgovorni za kvarenje zubi).

Fluor se nalazi u malim količinama i u namirnicama biljnog i životinjskog podrijetla (u namirnicama iz mora ima ga puno), ali nedovoljno, pa je glavni njegov izvor voda. Zbog prevencije karijesa, posebno u djece, u mnogim se zemljama pitka voda fluorira pa su primijećeni i rezultati (karijes je prepolovljen). Optimalna je količina F u vodi 1 ppm (parts per milion) (=mg/l= $\mu\text{g}/\text{ml}$ ).

Akutna trovanja fluorom nisu rijetka, a najčešće su posljedica akcidentnog unosa insekticida i rodenticida.

Dnevni obrok pri mješovitoj prehrani osigurava manje od 0,05 mg F, a kako su dnevne potrebe 1-1,5 mg (po nekim autorima 1,5-4 mg), ostala količina mora se unijeti vodom. Uzimanje

suplemenata opravdano je samo u djece do 12 godina, i to samo ako voda za piće sadrži manje od 0,7 mg/l.

### *Cink*

Tijelo odrasle osobe sadrži 1,5-2,5 g cinka. Sastavni je dio svih organa, tkiva i tjelesnih tekućina. Prvenstveno je unutarstanični ion (95%) (kao K i Mg). Kofaktor je u više od 200 enzima, od kojih su neki metaloenzimi, a drugi kompleksi enzima sa Zn. U metaloenzimima cink je čvrsto vezan s bjelančevinastim matriksom, a ako se Zn ukloni, enzim gubi svoju aktivnost. U metalnim kompleksima cink mogu zamijeniti drugi metali (Fe,Co i dr.). Cink je značajan u metabolizmu šećera i bjelančevina, pa i u procesu rasta. Ima važnu ulogu u metabolizmu nukleinske kiseline, kao i u produkciji i sekreciji nekih hormona, npr.inzulina. Važan je za održavanje vlažnosti kože (medicina ga je čisto empirijski, bez znanstvenih spoznaja koristila u mastima za liječenje kožnih bolesti). Prema novijim saznanjima cink sudjeluje u metabolizmu alkohola. Nedostatak cinka izaziva gubljenje osjeta okusa, apetita i mirisa.

Iako je cink ubikvitaran element, glavni su izvori morski plodovi, govedina, perad, jaja, mlijeko i mahunarke. Odrasla osoba dnevno treba oko 2,2 mg Zn. Kako mu je bioiskorištenje malo, preporučena je dnevna količina 12-15 mg.

### *Bakar*

U odrasle osobe ima oko 100-150 mg bakra. Bakar ulazi u sastav niza, prvenstveno oksidoreduktivnih enzima. Bakar ima ulogu katalizatora pri ugradnji željeza u hemoglobin, iako sam ne ulazi u sastav molekule hemoglobina. Također ima značajnu ulogu u stvaranju eritrocita. Bakar se apsorbira iz namirnica u tankom crijevu. Apsorpciju koče ostali metali kompeticijom za odgovarajuće receptore. Izvori su bakra iznutrice, meso, mahunarke i crno brašno. Mlijeko ga sadrži malo. Dnevne potrebe bakra su za djecu 1-2 mg, a za odrasle 2-3 mg. Pri mješovitoj se prehrani deficit bakra, hipokupremija, ne javlja.

## VODA

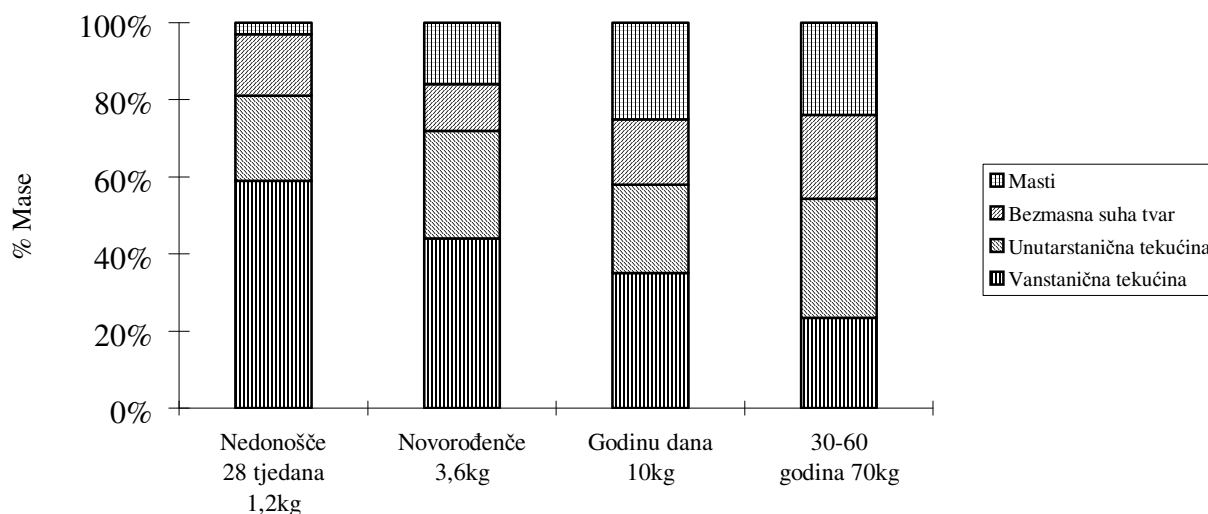
Voda je jednako kao i hranjive tvari, bitna za održavanje života jer se svi biokemijski procesi odvijaju u vodenoj otopini. Tjelesne tekućine su otopine elektrolita ili neelektrolita u vodi. U tjelesnim tekućinama koncentracija aniona jednaka je koncentraciji kationa (elektroneutralnost). Osim toga voda je bitna u procesima probave, apsorpcije, transportni je medij za nutritivne sastojke, regulator je tjelesne topline i bitna je za biokemijske metaboličke procese.

Prirodni izvori vode su pitka voda, ali i voda iz namirnica (sve namirnice sadrže više ili manje vode).

Voda unesena hranom resorbira se u portalni krvotok. Iz organizma voda se luči preko bubrega (mokraća) (1400-1500 ml), fecesa (100 ml), kožom (500-600ml) i disanjem-preko pluća (500 ml).

U stanicama se nalazi oko 55% cjelokupne tjelesne tekućine, a ostala se nalazi u plazmi i izvanstaničnom prostoru. Voda je u stanici, izvanstaničnom prostoru i plazmi povezana, u ravnoteži, npr. voda iz stanice odlazi u međustanični prostor.

Odrasla muška osoba ima oko 60% vode, ženska 50%; mršave osobe oba spola imaju više vode.



Slika 25 Sastav tijela u ovisnosti o životnoj dobi (R.S.Goodhart i M.E.Shils, 1980)

Čovjek koji jede umjereno slanu hranu i obavlja umjereno lak posao, treba 1 ml vode na svaku kcal, što čini 2000-2500 ml vode. Čovjek dio te vode podmiruje putem tekućine, 1200-1500 ml. Iz čvrste hrane podmiruje 800-1000 ml, a oko 300 ml oksidacijom energetskih tvari. Naime, "sagorijevanjem" 100 g masti oslobađa se 107 g vode, sagorijevanjem 100 g ugljikohidrata

nastaje 55 g vode, a oksidacijom 100 g bjelančevina 41 g vode. Ovako nastala voda zove se endogena voda.

Za regulaciju uzimanja vode bitna je žeđ, te hormon hipofize koji utječe na lučenje vode putem bubrega.

Konstantnost tjelesne tekućine reguliraju elektroliti, prvenstveno natrij (NaCl).





*Poglavlje 5*

**NAMIRNICE-PRIRODNI IZVOR HRANJIVIH  
TVARI**



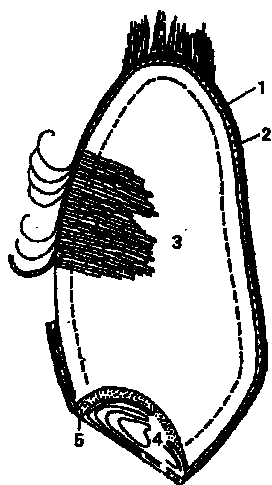
Normalnom prehranom ljudski organizam svakodnevno dobiva prehrambene tvari (masti, ugljikohidrate, bjelančevine, minerale i vitamine) u skladnom omjeru. Ne postoji "idealna" namirnica, koja bi sama mogla podmiriti potrebe ljudskog organizma; čovjek mora unositi, jesti različite namirnice, te njihovom kombinacijom osigurati sastojke neophodne za normalnu funkciju organizma. Najveći dio pučanstva odabire namirnice najčešće prema njihovim organoleptičkim svojstvima, navikama i zasićujućoj moći, a manje, na osnovi svoga znanja o biološkoj vrijednosti namirnice.

Namirnice mogu biti biljnog (vegetabilnog), životinjskog (animalnog) i sintetskog podrijetla. Prema ulozi u organizmu namirnice se mogu podijeliti u energetske, gradivne i zaštitne. Obroke je lakše sastavljati ako su namirnice podijeljene na osnovi njihove biološke vrijednosti, jer se tada namirnice iz iste skupine mogu međusobno zamijeniti. Na osnovu te podjele, najčešće se govori o nekoliko skupina namirnica: žito; povrće; voće; mlijeko i mliječni proizvodi; meso, riba, jaja; masti i slatkiši.

## **ŽITO**

Žitarice (cerealije) su najrasprostranjenije i najvažnije kultivirane biljke na svijetu. Naziv žitarice odnosi se na biljke, a naziv žito na njezine zrnate plodove. U umjerenom klimatskom području uspijeveju pšenica, kukuruz, raž, ječam i zob, a u toplijoj klimatskoj zoni riža, proso, sirak i heljda. U svijetu je oko 70% oranica zasijano žitaricama, a od toga oko 30% zauzima pšenica, najrasprostranjenija žitarica.

Žita su u prehrani siromašnih slojeve i siromašnih zemalja glavni izvor energije, hrane, pa se prema udjelu energije iz žita procjenjuje i prehrana neke zemlje, ili pojedinih slojeva. U siromašnim sredinama žita mogu sudjelovati i preko 80% u podmirenju energetske potrebe.



*Legenda:*

- 1 perikarp
- 2 aleuronski sloj
- 3 endosperm
- 4 klica
- 5 skutelum

Slika 26 Građa pšeničnog zrna (B.Simić, 1977)

Žita se mogu koristiti u prehrani u neprerađenom stanju (cijelo zrno), kao oljušteno zrno (riža), ili najčešće kao mlinske prerađevine (brašno, griz) od kojih se prave razni proizvodi kao kruh, pecivo i tijesto.

Zrno se sastoji iz perikarpa, aleuronskog sloja, endosperma, klice i skuteluma.

Perikarp se tijekom mljevenja uklanja; nije bitan u prehrani ljudi jer, uz celulozu, sadrži fitinsku kiselinu koja je poznata kao antinutritivni čimbenik hrane.

Aleuronski je sloj tanak, ali je važan jer sadrži biološki vrijedne bjelančevine te vitamine B kompleksa (nikotinsku kiselinu i tiamin).

Endosperm je najvažniji u prehrani, jer čini 85% zrna; sadrži škrob i bjelančevine te željezo i vitamine (nikotinsku kiselinu). Kod složene meljave endosperm se izdvaja od perikarpa, aleuronskog sloja i klice, pa je tako dobiveno brašno bijelo, a sadržaj masti nizak (jer ne sadrži klicu), pa se ne kviri. Što je stupanj ekstrakcije manji, to je brašno finije i svjetlije boje, a stupanj iskoristljivosti veći.

Ugljikohidrati su najvažniji sastojak žita. Čine preko 70% jestivog dijela žita. Najviše ima škroba i celuloze. Baš zbog visokog sadržaja škroba, žita su zasitna i jeftina namirnica.

Oko 80% bjelančevina brašna čine gliadin i glutenin, tj. biljni lijepak, a o njegovom bubrenju ovisi mogućnost vezanja s vodom u tijesto.

Bijelo brašno također ima manje pepela, a to je brašno s mlinskog i trgovačkog gledišta vrijednije od brašna koje sadrži više pepela, dakle ljuske. Pravilnik klasificira brašno na osnovi sadržaja pepela u suhoj tvari (jer sadržaj vlage varira), označavajući tipove brašna brojem koji je dobiven množenjem % pepela sa 1000. Tip 600 npr., sadrži 0,65% pepela, a tip 1000 1,05%. No biološka vrijednost brašna općenito ovisi o stupnju ekstrakcije, pa je veća biološka vrijednost

crnog brašna nego bijelog koji sadrži manje bjelančevina, vitamina i minerala, jer je to samo endosperm. Kako crno brašno sadrži više pepela (minerala) od bijelog, biološka bi mu vrijednost teoretski gledano trebala biti veća. No, istovremeno sadrži i više celuloze i fitinske kiseline koja ometa resorpciju kalcija, pa se kao najpovoljnija inačica preporuča polubijelo brašno i kruh. Općenito, od svih mineralnih sastojaka najviše ima fosfora. Ako je vezan u fitinskoj kiselini, ne resorbira se ako prethodno ne dođe do njihove razgradnje.

Sadržaj masti u brašnu ovisi o stupnju izmeljivanja, jer masti ima najviše u klici. Što je više masti, brašno se lakše kvari, tj. brže dolazi do lipolitičkih procesa pa su brašna užegnuta i neupotrebljiva. Brašna imaju znatnu količinu vitamina E (najviše u klici) te B skupinu (tiamin, riboflavin i niacin). S vitaminima B skupine brašno nas vrlo redovito i jeftino opskrbljuje, dok zbog rasprostranjenosti E vitamina u drugim namirnicama, brašno nije bitan izvor E vitamina. Sadržaj vitamina u brašnu ovisi o tipu brašna i raste sa stupnjem izmeljivanja.

Zbog male količine vitamina u bijelom brašnu, u mnogim zemljama bijelo se brašno vitaminizira vitaminima skupine B, što je svakako zadatak prehrambenog tehnologa.

Tablica 29 Kemijski sastav važnijih žitarica (%) (A.Kaić-Rak i K.Antonić, 1990)

Namirnica	Škrob	Ostali ugljikohid.	Masti	Bjelančevine	Voda	Pepeo
Pšenica	64.08	6.36	1.75	12.35	13.65	1.70
Raž	62.00	7.82	1.79	11.52	15.06	1.81
Kukuruz	62.57	8.33	4.62	9.85	13.12	1.51
Riža,oljušt.	75.00	2.15	0.88	7.55	13.11	1.01

## Kruh

Kruh napravljen od brašna različitog stupnja ekstrakcije ne razlikuje se u energetske smislu, ali se razlikuje u sadržaju minerala i vitamina, tj. bijeli kruh sadrži manje minerala i vitamina. S porastom potrošnje bijelog kruha, javlja se potreba obogaćivanja tog kruha određenom količinom kalcija, željeza, tiamina, riboflavina i niacina. Takav je kruh u odnosu na crni boljih organoleptičkih i bioloških osobina. Uz dodatak soje povećava se sadržaj aminokiseline lizina, kojom je žito siromašno, a organoleptička i reološka svojstva kruha se ne mijenjaju.

### *Epidemiološko značenje kruha*

Kruh se peče na vrlo visokoj temperaturi (250-270°C), a u sredini kruha postiže se temperatura od 90°C pa je kruh neposredno nakon pečenja sterilan. Sadržaj je vlage u korici kruha nizak (oko

15%), pa je mala vjerojatnost razmnožavanja bakterija koje naknadno dospiju na površinu kruha. Ipak, pod određenim uvjetima mogu se naći skupine *Salmonella*, *Shigella* i *Streptococcus faecalis*. Da se ta mogućnost izbjegne, treba osigurati higijenske uvjete za pečenje i čuvanje kruha, osigurati higijenske uvjete transporta (prevozna sredstva), a osoblje koje dolazi u kontakt s kruhom mora biti zdravo (da nisu kliconoše).

Tablica 30 Hranjiva vrijednost 100 g brašna i kruha (A.Kaić-Rak i K.Antonić, 1990)

	brašno, tip 500	kruh, crni	kruh, bijeli
kcal	350	222	234
Bjelančevine, g	9,8	8,0	8,0
Masti, g	1,2	2,0	2,0
Šećeri, g	80,1	43	46
P, mg	110	175	100
Ca, mg	15	20	10
Fe, mg	1,5	1,5	1,0
Askorbinska kis., mg	0	0	0
Tiamin, mg	0,10	0,12	0,05
Riboflavin, mg	0,02	0,08	0,04
Niacin, mg	0,7	1,8	0,7

## POVRĆE

Povrće je dio povrtlarskog bilja koje se upotrebljava za ljudsku prehranu. U promet može doći u neprerađenom i prerađenom stanju; ili svježe, sušeno, konzervirano i smrznuto. Prema načinu pripremanja, razlikujemo sirovo povrće (najčešće se koristi za pripremanje salate); kuhano (za variva: kelj, kupus, mahune); pečeno, prženo i pirjano (krumpir, paprika) te nadjeveno (paprike). Prema biološkoj vrijednosti, sličnosti i upotrijebljenim dijelovima povrća dijelimo na lisnato i zeljasto, plodovito i korjenasto, gomoljasto i mahunarke.

### Lisnato i zeljasto povrće

Glavni predstavnici ove skupine su salata, špinat, kupus, kelj, karfiol i dr. Energetska je vrijednost ove skupine povrća mala, 25-54 kcal/100 g jestivog dijela, jer je sadržaj vode velik, iznad 90%. Ta skupina povrća sadrži 3-8% škroba, malo saharoze i pektinskih tvari, a sadržaj celuloze je oko 1%. Sadržaj masti je nizak, 0,4-0,7%, što se odražava i na nisku energetska vrijednost lisnatog i zeljastog povrća. Bjelančevina ima 0-4%, a biološka vrijednost aminokiselina nije povoljna.

Sadržaj kalcija i fosfora je podjednak, 30-60 mg%, a taj odnos pogoduje dobrom iskorištenju tih makroelemenata. Na klorofil je vezan magnezij pa ga ima dosta u toj skupini. Kalija, za razliku od natrija, također ima dosta. Sadržaj oligoelemenata, pogotovo Cu i Fe, dobar je, ali su to anorganski oblici koji se ne iskorištavaju najbolje.

U toj skupini povrća se nalazi karoten i askorbinska kiselina.

Lisnato i zeljasto povrće sadrži i znatne količine aromatičnih i lako hlapljivih tvari, koje mu daju karakterističan okus i miris. Specifičan okus daju i organske kiseline, jabučna, limunska i vinska.

### **Plodovito i korjenasto povrće**

Predstavnici su skupine rajčica, patlidžan, paprika, mrkva, keleraba i dr. Za razliku od skupine lisnatog i zeljastog povrća, ta skupina ima prednost jer se lakše i duže čuva. Energetska je vrijednost skupine 20-40 kcal/100g jestivog dijela, stoga što je sadržaj vode visok, oko 90%. Sadrži 4-9% ugljikohidrata, masti do 0,3%, a bjelančevina 0,9-1,3%. Značajan je i sadržaj makro- i mikroelemenata. Količina provitamina A izrazito je velika, pa se npr. mrkva koristi kao prirodni koncentrat vitamina A. Količina vitamina C također je značajana, naročito u paprici.

### **Gomoljasto povrće**

Glavni je predstavnik skupine krumpir. On sadrži oko 10-12% vode manje nego predhodne skupine povrća (oko 78%), stoga sadrži i više osnovnih sastojaka, pa je i njegova energetska vrijednost veća (90 kcal/100 g jestivog dijela). U odnosu na ostalo povrće ima manje celuloze, 0,4%, ali sadrži puno škroba, 20%. Sadržaj masti nema utjecaj na energetska vrijednost. U krumpiru ima malo bjelančevina (2%), ali im je biološka vrijednost, zbog sastava esencijalnih aminokiselina, velika.

Odnos kalcija i fosfora nije povoljan, a i sadržaj im je nizak. Magnezija i natrija također ima malo, jedino kalija ima puno (410 mg%); pepeo (anorganski dio) krumpira, kao i ostalog povrća, ima alkalnu reakciju. Krumpir, u odnosu na ostale namirnice biljnog podrijetla ima znatnu količinu fluora. Sadržaj vitamina je mal; C vitamina 6-20 mg% (što duže stoji, sadržaj je manji=više u periodu nakon vađenja, a najmanje stari krumpir u zimskim i ranim proljetnim mjesecima).

Negativna je strana krumpira što u ljusci nezrela, zelena i naklijala krumpira sadrži otrovni glikozid solanin (0,01%). Količina solanina u zreloom, oguljenom krumpiru sigurno nije opasna za zdravlje.

### **Mahunasto povrće (leguminoze)**

U tu skupinu ubrajamo grah, grašak i naročito razvikanu soju. Zbog male količine vode, odnosno visokog sadržaja škroba i bjelančevina (a kod soje i masti), ova skupina povrća ima vrlo veliku energetska vrijednost i zasićujuću moć. Mahunarke imaju bjelančevina kao i mršavo meso, a biološka je vrijednost aminokiselina nešto manja nego kod mesa. Naročito treba istaknuti visok stupanj aminokiseline lizina. Pšenica je siromašna lizinom, pa se soja može dobro kombinirati s pšeničnim brašnom, npr. kod pečenja kruha.

Sadržaj Ca i P je velik, ali zbog nepovoljnog odnosa nije dobro iskorištenje.

U svježim leguminozama ima malo C vitamina, a u osušenim ga uopće nema. U pogledu tiamina i niacina, mahunarke su bolji izvor od većine namirnica biljnog podrijetla.

Soji se u ovoj skupini poklanja velika i posebna pozornost, naročito zbog visoke razine bjelančevina i masti, te visoke energetske vrijednosti. Njezine se bjelančevine često dodaju mesnim prerađevinama kao uspješna i jeftina zamjena za životinjske bjelančevine.

Povrće najčešće ima sezonski karakter, pa se radi sprječavanja kvarenja, razgradnje hranjivih tvari, djelovanja enzima u stanicama i mikroorganizama, konzervira.

Ispravnim smrzavanjem, povrće će sačuvati hranjivu vrijednost svježeg povrća, dok sterilizacija ne sačuva, naročito u pogledu vitamina. Kemijski konzervirano povrće ne zadržava kakvoću svježega.

### *Dijetetska vrijednost povrća*

Energetska je vrijednost povrća mala, osim mahunarki jer ono sadrži neznatnu količinu hranjivih tvari-bjelančevina, masti i ugljikohidrata, a sadržaj je vode visok. Zbog male energetske vrijednosti, povrće se upotrebljava u redukcijskim dijetama i idealan je prilog ostalim sastavnicama svakodnevnih obroka, čak i s masnijim komadićem mesa energetske unos još nije alarmantan.

U dijetoterapiji je važan veliki udjel celuloze u povrću. Naime, celuloza je bitna u reguliranju stolice. Vezanjem vode celuloza povećava voluminoznost sadržaja crijeva. Djelovanjem crijevnih mikroorganizama celuloza se i djelomično razgrađuje, te nastaju plinovi koji pojačavaju gibanje (peristaltiku) crijeva, što ubrzava prolaz hrane kroz crijeva i smanjuje mogućnost nastanka raka crijeva. Smatra se da je rak crijeva rjeđi kod naroda koji u svojoj prehrani imaju više celuloze. Istodobno, zbog kraćeg zadržavanja hrane u crijevu, smanjuje se apsorpcija masti, kolesterola i šećera, pa celuloza ima zaštitnu ulogu u nastanku debljine, šećerne

bolesti i drugih bolesti. Povrće treba kuhati zbog velike količine celuloze, kako bi se olakšala njegova probavljivost i povećala iskoristljivost. Istovremeno, u vodu u kojoj se kuha povrće ekstrahira se dio u vodi topljivih minerala i vitamina, pa se ti važni sastojci povrća gube, ako se voda ne upotrijebi u prehrani, u varivu ili juhi. Odbacivanjem vode u kojoj je kuhano povrće gubi se oko 40-50% minerala i u vodi topljivih vitamina. Da bi povrće zadržalo prirodnu boju, dobro izgledalo i sačuvalo što više hranjivih tvari, treba ga kuhati u zatvorenoj posudi (što manji kontakt sa zrakom, manja mogućnost djelovanja enzima), što kraće, bez dodatka masnoće i u što manje vode.

Tablica 31 Hranjiva vrijednost 100 g nekog povrća (A.Kaić-Rak i K.Antonić, 1990)

	Salata, zelena	Krumpir	Mrkva	Grah, bijeli
kcal	14	87	36	271
Bjelančevine, g	1.1	2.1	1.0	21.4
Masti, g	0.1	0.1	0.0	1.6
Šećeri, g	2.2	20.8	8.0	45.5
P, mg	22	40	30	310
Ca, mg	46	8	40	180
Fe, mg	0.9	0.5	0.6	6.7
Askorbinska kis., mg	59	14	5	0
Tiamin, mg	0.04	0.11	0.03	0.45
Riboflavin, mg	0.09	0.04	0.04	0.13
Niacin, mg	0.4	1.2	0.6	2.5

Povrće, a posebno krumpir, zbog alkalnog karaktera pepela, važno je u dijetoterapiji za stanja smanjene alkalne rezerve, tj. u liječenju acidoza. Sve povrće ima alkalni pepeo, jer se tijekom metabolizma organske kiseline razgrađuju do vode i CO<sub>2</sub>, a kationi koji ulaze u sastav njihovih soli djeluju alkalno.

Okus je povrća određen alium i brasika spojevima. Prema američkom društvu za zaštitu od raka, alil sulfid je važan za izlučivanje kancerogenih spojeva. Povrće roda *Allium* (češnjak, luk i poriluk) sadrži sumporne spojeve. Kada se takvo povrće reže, enzimatske reakcije izazivaju suženje očiju. Spojevi koji daju okus topljivi su u vodi, pa tijekom kuhanja isparavaju s vodenom parom. Ako se taj okus želi umanjiti, povrće se treba kuhati dugo, u otvorenim posudama, u puno vode, tijekom čega se spojevi ili razore ili ispare. Kraćim vremenom kuhanja, u manje vode, zadržava se intenzivniji okus, a najintenzivniji ako se hrana priprema na masnoći.

U povrće roda *Brassica* ubraja se brokula, cvjetača, kupus i kelj. Relativno blagi okus sirovoga povrća postaje vrlo intenzivan tijekom kulinarske obrade. Preporuča se kuhanje u malo vrele



vode, kratak period. Ovakav način pripreme ne dopušta nehlapljivom prekursoru S-metil-L-cistein-sulfid da stvori dimetil-disulfid, hlapljivi sumporni spoj. Kratka termička obrada nadzire nastajanje nepoželjnog sumporovodika. Ako se želi da hlapljive organske kiseline ishlape, povrće u početku treba kuhati otklopljeno, a zatim zaklopljeno da se skрати vrijeme pripreme.

Osim na okus, termička obrada povrća utječe i na boju i teksturu povrća. Kuhanje u aluminijskim posudama može obezbojiti kuhano povrće, stoga se preporučuje kvalitetno suđe, od nehrđajućeg čelika.

Termička obrada utječe i na teksturu povrća. Ovaj utjecaj ovisi o dužini obrade, sastavu vode, temperaturi i pH. Dugo kuhanje u alkalnoj vodi omekšava proizvod, jer se razara hemiceluloza, celuloza omekšava, a pektini se otapaju. Dodatak kiseloga povrća, kao rajčice u drugo povrće, rezultira zadržavanjem čvrstoće ovoga drugoga povrća. Kalcijevi ioni, bilo prirodno prisutni u vodi, bilo dodani tijekom konzerviranja povrća, zadržavaju teksturu povrća.

Za razliku od osmoze koja se odvija u svježem povrću (i voću), membrane kuhanog povrća razaraju se i gube selektivnu permeabilnost, pa voda ulazi u stanice biljke jednostavnim procesom difuzije.

#### *Epidemiološko značenje povrća*

S epidemiološkog stanovišta, opasnost predstavlja povrće koje se upotrebljava u sirovu stanju, naročito ako uvjeti pod kojima se to povrće proizvodi, transportira i prodaje nisu odgovarajući, tj. ako oni ne odgovaraju higijenskim načelima. Veliku opasnost predstavlja povrće koje je zalijevano nehigijenskom vodom, tj. vodom zagađenom organskim tvarima, koje stoga sadrže puno patogenih mikroorganizama, a i jaja crijevnih parazita. Na povrću se stoga mogu naći skupine salmonela i šigela, te jaja parazita, npr. svinjske i goveđe trakavice.

Ako se ne poštuje vrijeme karencije, na povrću se može naći povišena koncentracija pesticida, na bazi soli arsena, olova, bakra, paration i dr.

Zbog svih ovih momenata, povrće nije dovoljno procjenjivati samo na osnovi biološke vrijednosti, već i na osnovi uvjeta proizvodnje, transporta, prodaje i skladištenja.

## **VOĆE**

Voće je plod kultiviranih ili samoniklih voćaka, koji se može upotrijebiti u ljudskoj prehrani. Ne predstavlja neki izvor energije, ali se visoko cijeni zbog sadržaja vitamina, minerala, te posebno "voćnih" kiselina (limunska, vinska, jabučne) kojih ima oko 3% a daju mu osvježavajući okus. U

pogledu minerala i vitamina, dobro dopunjava druge namirnice. Prema kemijskom sastavu, voće dijelimo u voće bogato vodom i voće bogato mastima.

### **Voće bogato vodom**

U toj vrsti voća količina vode kreće se 80-95%, pa je i kalorijska vrijednost vrlo mala, 40-80 kcal. Voda djeluje u želucu povoljno na sekreciju solne kiseline i pepsina, te na sekreciju crijevnih sokova. Zbog velike količine organskih kiselina, ima jako osvježavajuće djelovanje. Sadržaj eteričnih ulja, koja voću daju karakterističan miris i aromu, povećava se što je voće zrelije. Voće može biti i oporo, što ovisi o sadržaju tanina.

Sadržaj bjelancevina i masti nizak (do 1,3%, odnosno do 1%) što utječe na nisku energetska vrijednost te vrste voća. Sadržaj ugljikohidrata koje organizam može iskoristiti je 8-17% i utoliko je veći što je plod zreliji. Količina celuloze kreće se do 1%, ali dunja ima oko 2,5% vlakana. U voću se nalazi i pektin koji nema okus i miris, ali stvara želatinoznu masu, što je važno kod proizvodnje marmelada. Meko voće, kao jagode, sadrži oko 0,6% pektina, dok ga dunje imaju značajno više, 5%, pa je tijekom pravljenja marmelada preporučljivo miješati razne vrste voća.

U pogledu mineralnih tvari i vitamina voće je slično povrću. Odnos je kalcija i fosfora povoljniji. Sadržaj kalija je velik, pa zajedno s kalcijem, magnezijem i fosforom daje pepeo alkalne reakcije (vinska, jabučna i limunska kiselina prisutne su u vidu svojih nepostojanih soli, koje se tijekom metabolizma razgrađuju na vodu i CO<sub>2</sub>, pa ne utječu na alkalitet pepela). Voće sadrži elemente u tragovima, Fe i Cu.

Po sadržaju vitamina C, voće je siromašnija namirnica od povrća, ali je u prednosti jer se uglavnom koristi u sirovu stanju, pa ne dolazi do termičke razgradnje te vitalne supstancije. Obojeno voće (kajsije, breskve, naranče), sadrži provitamin A, karoten, a tamno voće (šljive, borovnica) sadrži antocijanske boje koje imaju antianemijsko djelovanje.

Prema podrijetlu razlikujemo kontinentalno i južno voće ili agrume ili citrusne (naranče, limuni, mandarinke, grejpfrut). Južno voće je posebno bogato askorbinskom kiselinom (C vitamin).

Prerađevine od voća (pekmez, marmelada, džem, kompot i dr.) imaju veću energetska vrijednost od svježeg voća, ali im je tijekom tehnološke prerade uništen dio vitamina.

## **Voće bogato mastima**

Ovdje ubrajamo sjemenke oraha, lješnjaka, badema.

Suprotno prvoj skupini, ova skupina sadrži vrlo malo vode, 5-10%, masti oko 50%, ali puno i bjelančevina (14-21%), a podjednako i ugljikohidrata (15-19%). Zbog takvog sastava ono ima oko 10 puta veću energetska vrijednost od prethodne skupine, preko 600 kcal/100 g.

### *Dijetetska vrijednost voća*

Sirovo voće bogato vodom, zbog visokog sadržaja vitamina i mineralnih tvari, dobra je nadopuna obrocima kod kojih treba povećati sadržaj ovih vitalnih, zaštitnih i gradivnih tvari. Također se preporučuje kada treba povećati alkalnu rezervu organizma (pepeo alkalne reakcije). Zbog male energetske vrijednosti, voće se koristi tamo gdje treba povećati voluminoznost obroka, a smanjiti energetska vrijednost.

Ako se voće kuha, voda difuzijom ulazi u stanice, otapa se pektin koji difundira u vodu, stanice postaju manje gustoće, a proizvod je mekan. Ako se u vodu dodaje veća količina šećera, omekšavanje se smanjuje a voće će zadržati oblik. To je stoga što šećer utječe na topljivost pektina. Na taj način, ako se šećer dodaje voću prije početka kuhanja, sačuvat će se maksimalno oblik voća.

Tvari koje daju okus voću, posebno manje molekule, tijekom kuhanja prelaze u vodu pa kuhano voće gubi na okusu.

### *Epidemiološko značenje voća*

Voće kontaminirano mikroorganizmima predstavlja opasnost za zdravlje, jer se uglavnom koristi u sirovu stanju, stoga je pranje higijenskom vodom od posebne važnosti. Ipak, u odnosu na namirnice životinjskog podrijetla, voće ne predstavlja veći problem u epidemiološkom smislu. Za kontaminaciju je značajna skupina *Salmonella* (dinja i lubenica). Uvezeno voće iz trećeg svijeta, predstavlja veću opasnost u trovanju (engl. foodborne illness), pa se naročito ovdje preporučuje temeljito pranje ako se voće koristi u svježem stanju. Preostalu količinu voća potrebno je držati na hladnom da se smanji razmnožavanje mikroorganizama. Također, bilo iz epidemioloških razloga ili nutritivnih, treba nabavljati samo onu količinu voća koja će se u kraćem periodu koristiti u prehrani-duže čuvanje omogućuje povećanje bilo kojega prisutnog mikroorganizma ili smanjenje pojedinih hranjivih tvari, npr. vitamina C.

Za uništavanje parazita koriste se pesticidi na bazi organoklornih i organofosforinih spojeva, zatim insekticidi na bazi metala otrovnih za čovjeka (Hg, As), pa se ovi preparati trebaju s površine voća ukloniti također pranjem, a mora se voditi briga i o vremenu karence.

Tablica 32 Hranjiva vrijednost 100 g voća (A.Kaić-Rak i K.Antonić)

	Jabuka	Jagoda	Naranča	Orah
Kcal	40	26	35	649
Bjelančevine, g	0.0	0.6	0.8	15.8
Masti, g	0.0	0.0	0.0	61.4
Šećeri, g	10.0	6.2	8.5	8.8
P, mg	10	23	24	380
Ca, mg	10	22	41	-
Fe, mg	0.2	0.7	0.3	3.1
Askorbinska kis., mg	10	60	50	Tr
Tiamin, mg	0.02	0.02	0.10	0.45
Riboflavin, mg	0.03	0.02	0.03	0.10
Niacin, mg	0.2	0.4	0.2	0.9

## MESO

Hranjiva vrijednost mesa ovisi o prehrani životinje, o vrsti, starosti i spolu životinje. Zasićujuća moć i iskoristljivost mesa ovise o sadržaju masti i bjelančevina te o načinu pripreme. Meso koje sadrži više bjelančevina, a manje masti, bolje se probavlja i iskorištava. Meso koje sadrži više masti duže se zadržava u želucu. Kuhano meso mladih, nemasnih životinja zadržava se u želucu oko 3 sata, dok pečeno, soljeno, dimljeno i masno ostaje u želucu oko 5 sati i zato tako dugo izaziva osjećaj sitosti. Ipak, i meso koje se kratko i dugo zadržava u želucu, razgradi se pod djelovanjem probavnih sokova na jednostavnije spojeve, koji se u tankom crijevu apsorbiraju i postaju izvor energije, gradivnih i zaštitnih tvari.

U mesu ima od 50 do preko 70% vode, stoga i energetska vrijednost može biti vrlo različita.

Sadržaj masti podjednako je promjenjiv kao i sadržaj vode. Kreće se od 2 do 33%, a ovisi o vrsti životinja, dijelu tijela i prehrani. Uglavnom su to triacilgliceroli (zasićene palmitinske, C<sub>16</sub> i stearinske, C<sub>18</sub>, te nezasićene oleinske, C<sub>16:1</sub>). Mast se uglavnom nalazi na vanjskoj površini mišića i u međumišićnom vezivnom tkivu.

Količina bjelančevina, u odnosu na količinu vode i masti je konstantnija 15-22%. Što je manje masti, sadržaj bjelančevina je veći. Meso je najvažniji izvor bjelančevina životinjskog podrijetla. Najveći dio čine bjelančevine netopljive u vodi: miozin (70% netopljivih bjelančevina), globulin, mioglobin i citokrtom.

Crvenu boju mišićnom tkivu mesu daje mioglobin i hemoglobin, a mioglobin se od hemoglobina razlikuje samo po proteinskom dijelu molekule, dok im je hem-skupina, skupina koja nosi boju, identična. Hemoglobin u krvotoku životinje transportira kisik i CO<sub>2</sub>, a mioglobin sadrži kisik u mišićnim stanicama. Što je sadržaj mioglobina veći (sa starenjem životinje), to je boja mesa intenzivnija (teletina svjetlija nego govedina). Nijanse boje mesa uvjetovane su kemijskim promjenama mioglobina. Mioglobin je crven (purpuran), a primajući jednu molekulu kisika iz zraka prelazi u oksimioglobin koji je svijetlocrven. Ako se u mioglobinu i oksimioglobinu Fe<sup>2+</sup> oksidira u Fe<sup>3+</sup>, stvara se neželjeni metmioglobin, koji je sivkasto-smeđe boje. Do nastanka metmioglobina dolazi kod mljevenog mesa, mesa koje nije svježije i tijekom pečenja mesa. Ove promjene su prikazane na slici 27, a iako su pigmenti u dinamičkoj ravnoteži, redukcija metmioglobina u mioglobin se u stvarnosti ne odvija.

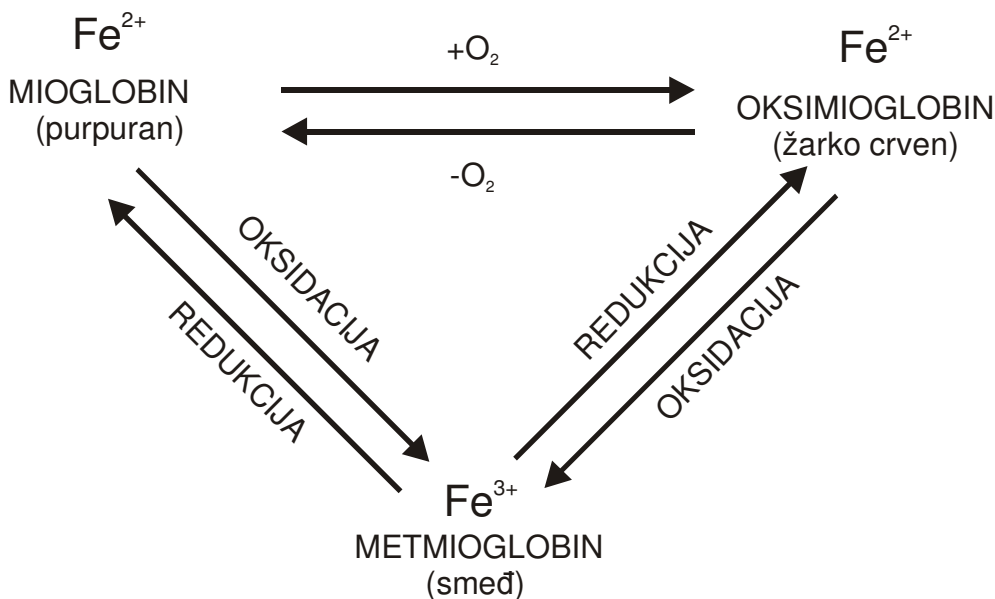
Najmanji dio bjelančevina čini biološki najvrjednija, mioalbumin. Pri kuhanju mioalbumin se u vodi otapa, pod djelovanjem topline se koagulira i u vidu pjene skuplja na površini vode u kojoj se meso kuha. Ako se prilikom kuhanja juhe skida pjena, ili ako se ona cijedi prije serviranja u želji da se dobije bistra juha, bacaju se najvrjednije bjelančevine, odnosno esencijalne aminokiseline. Limitirajuća aminokiselina mesa je metionin, pa se kemijski skor mesa računa:

$$\text{kemijski skor} = \frac{\text{mg metionina u 1 g mesa}}{\text{mg metionina u 1 g referentne namirnice}} \times 100$$

Kolagen se nalazi u vezivnom i gradivnom tkivu; neprobavljiva je bjelančevina, kuhanjem prelazi u tutkalo, pa se na toj pojavi temelji priprema hladetina (sulca). Ljepljivost nožica, naročito telećih ovisi o sadržaju kolagena.

Sadržaj glikogena u mesu je mal, 0,2-1%, pa on nema energetska značenje. No glikogen utječe na kakvoću mesa. Naime, glikolizom glikogen prelazi u glukozu, iz koje tijekom faze zrenja nastaje mliječna kiselina. Djelovanjem mliječne kiseline mišićna vlakna postaju propusna, pa privlače vodu iz okolnog soka. Tijekom tog procesa mišićno tkivo bubri, pa se skрати i koči (faza mrtvačke ukočenosti). Tijekom ove faze meso je žilavo, tvrdo i neukusno. No tada nastupa proces zrenja, tj. razni autolitički procesi, smanjuje se sposobnost bubrenja, tkivo omekša, otpušta vodu, dolazi do djelomične razgradnje bjelančevina i dio kolagena prijeđe u želatinu.

Zbog tih promjena meso postaje ukusnije, lakše se kuha i žvaće, postaje pristupačnije probavnim sokovima, pa ga organizam lakše iskorištava.



Slika 27 Promjene pigmenta (V.A.Vaclavik, 1998)

Meso ima puno kalcija i fosfora, ali je odnos nepovoljan, kalija je puno više nego natrija i pepeo je zbog toga odnosa, a i zbog velikog sadržaja bjelančevina i u njima S i P (pa metaboliziranjem nastaju sulfati i fosfati) kiseo. U mesu ima puno željeza, a u iznutricama i bakra i cinka.

Količina vitamina u mesu nije bitna, ali iznutrice imaju B vitamine (jetra ima 10 puta više tiamina nego mišić), retinol (nastaje iz karotena, pa sadržaj ovisi o prehrani) i kolekalciferol.

Radi onemogućavanja razmnožavanja mikroorganizama i zaustavljanja rada enzima, meso se konzervira hlađenjem, smrzavanjem, sušenjem, dimljenjem i sterilizacijom. Ako je smrzavanje pravilno izvedeno, naglo, uz nastajanje sitnih kristalića leda, a odmrzavanje izvršeno postupno, smrznuto meso ima istu vrijednost kao i svježe meso. Naime, u tom slučaju sitni kristali leda tijekom odmrzavanja ne oštećuju stanične membrane, pa sok ne istječe, tako nema gubitka hranjivih tvari.

Tijekom komercijalne sterilizacije mesa, uništavaju se patogeni i nepatogeni mikroorganizmi, i spore patogenih bakterija, a zaostaju spore termofilnih bakterija. Organoleptička se svojstva komercijalno steriliziranog mesa ne mijenjaju (a tijekom se apsolutne sterilizacije mijenjaju).

### *Epidemiološko značenje mesa*

Zbog kemijskog sastava meso predstavlja povoljnu sredinu za razvoj saprofitnih i patogenih mikroorganizama, plijesni, larvi insekata i raznih parazita. Da bi se postigla sigurnost hrane, odnosno spriječilo trovanje hranom (engl. foodborne disease), nije dovoljno da se proizvođači drže zakonodavstva, već se moraju i potrošači educirati i držati nekih pravila u rukovanju hranom (Tablica 33 ). Zahtjev za određenom temperaturom je neophodan za sprječavanje razmnožavanja i razarajućeg djelovanja mikroorganizama. Odgovarajuće hlađenje, kuhanje, čuvanje i podgrijavanje su vrlo važni u nadzoru bakterija. Osobna higijena i sanitacija jednako su važni u sprječavanju širenja bakterija.

Tablica 33 Naputak za sigurni postupak s mesom (V.A.Vaclavik, 1998)

<p><b>NAPUTAK ZA UPORABU</b></p> <p>Ovaj proizvod je pregledan zbog vaše sigurnosti. Neki proizvodi životinjskog podrijetla mogu sadržavati u sebi bakterije koje mogu uzrokovati bolesti pri nepravilnom postupanju ili nedovoljnoj toplinskoj obradi proizvoda. Zbog svoje sigurnosti, slijedite navedene upute:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♣ Čuvati ohlađeno ili zamrznuto.</li> <li>♣ Otapati u hladnjaku ili mikrovalnoj pećnici.</li> <li>♣ Čuvati sirovo meso odvojeno od ostalih namirnica. Oprati radne površine (uključujući i dasku za sječenje) i ruke nakon rada sa sirovim mesom.</li> <li>♣ Adekvatno toplinski obraditi.</li> <li>♣ Ostatke jela nakon hlađenja čuvati u hladnjaku.</li> </ul>
--

Prisutnost plijesni posljedica je nehijenskih uvjeta tijekom proizvodnje i prometa mesa i prerađevina. Ako se plijesan nalazi samo na površini, pa se može odstraniti, ne predstavlja opasnost za zdravlje potrošača (osim ako se radi o aflatoksinima).

Larve insekata razvijaju se iz jajašaca koje odlažu muhe. Istovremeno, muha prenosi i mikroorganizme, pa se ovakvo meso ne može koristiti za prehranu ljudi. Mikroorganizmi, osim od muha, mogu potjecati i od životinje ili od čovjeka koji dolazi u dodir s mesom.

Od parazita, u mesu su opasnost i trakavice, svinjska (*Taenia solium*) i goveđa (*Taenia saginata*) te trihinela (*Trichinella spiralis*).

Svinjska trakavica kao odrastao parazit živi u crijevima čovjeka, a čovjek se zarazi ako pojede svinjsko meso (svinja je prelazni domaćin) koje nije termički dovoljno obrađeno (obje trakavice ugibaju iznad 55°C). I kod goveđe trakavice se odrastao parazit pričvrsti za sluznicu tankog crijeva, pa izaziva crijevne poremećaje. Trakavice mogu u crijevima parazitirati 30 i više godina, a bolest se zove tenijaza.

Trihinela je parazit koji se nalazi kod glodara (štakora, miševa), a svinja se zarazi kad pojede zaraženog štakora. Čovjek se zarazi nakon što pojede sušeno zaraženo meso (kobasice, šunka), ili nedovoljno kuhano ili pečeno meso. Simptomi bolesti se kod čovjeka javljaju nakon 2-7 dana, ovisno o broju parazita koji su ušli u organizam, ali i o imunološkom statusu. Odrastao parazit živi u tankom crijevu, a larve u međustaničnom vezivnom tkivu. Simptomi su nepravilna temperatura, otok oko očiju, bol u mišićima. Zaštita je u dobroj termičkoj obradi, ili još bolje veterinarskoj kontroli. Svake godine sve je više oboljelih od trihineloze, pa veterinarska kontrola svinja, posebno tijekom kolinja, postaje obveza. Od svih pozitivnih uzoraka svinjskog mesa na *Trichinellu spiralis*, oko 98% potječe iz 4 slavonske županije.

U posljednje vrijeme sve veće značenje daje se i bolesti koja je vrlo slična Kreuzfeld-Jakobovoj bolesti, a nastaje nakon konzumiranja govedine oboljele od tzv. kravljeg ludila. Bolest uzrokuju proteinske čestice, prioni manje i od virusa. Kod prijenosa prionskih bolesti važnu ulogu ima barijera vrste i zbog te barijere se smatralo da se bolest teško može prenijeti na jedinku druge vrste, pa se smatralo da se s krave ne može prenijeti na čovjeka. Bolest je prvo primijećena kod ovaca, zatim krava, a na kraju je dokazana 1996. godine i kod ljudi. Zbog sličnosti s Kreuzfeld-Jakobovoj bolesti, bolest izazvana prionima zove se nova Kreuzfeld-Jakobova bolest. Do danas je zabilježeno oko 80 slučajeva nove Kreuzfeld-Jakobovoj bolesti. Inkubacija je vrlo duga, i do 20 godina, a zahvaća jednu osobu na milijun. Tijekom bolesti dolazi do oštećenja intelektualnih funkcija mozga, jer u mozgu zloćudni prioni vjerojatno razgrađuju neke stanične sastojke. Danas se zna da postoje dvije forme priona, normalan stanični prion koji ima pozitivnu funkciju i zloćudni prion koji se od prvog razlikuje po svojoj konformaciji. Kada zloćudni prion kod infekcije dospije u stanicu veže se s normalnim prionom, koji postaje zloćudan. Na taj se način zloćudni prioni u zaraženoj stanici umnožavaju (Slika 28).

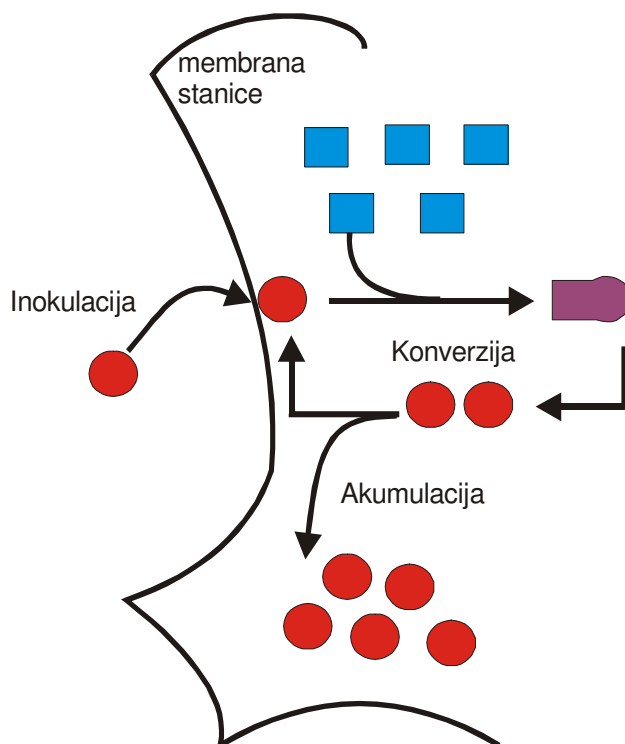
Ne postoji pouzdana metoda za dijagnosticiranje prionske bolesti u živom govedu, već samo u mrtvim organizmima, i to na osnovi analize promjena u moždanom tkivu. Danas je glavni



zadatak pronaći dijagnostički postupak kojim bi se prioni mogli brzo i sigurno identificirati u živom organizmu.

Tablica 34 Epidemija trihineloze u dijelu RH tijekom 1996. godine (D.Bodakoš i I.Bogut, 1999.)

Epidemijsko područje	Broj oboljelih	Podrijetlo mesa
Đakovo	106	Đakovo
Virovitica	25	Virovitica
Rovinj	22	Đakovo
Slavonski Brod	11	Slavonski Brod
Ivanić Grad	8	Nepoznato
Slatina	2	Županja
Županja	2	Županja



Slika 28 Vjerojatni način umnožavanja priona (N.Juretić, 2001)

Kad molekula zloćudnog priona (kružić) dospije infekcijom u zdravu stanicu, veže se s molekulom normalnog staničnog, zdravog priona (kvadratić) koji se tom vezom pretvara u zloćudni. Sada se dvije molekule zloćudnog vežu s dvije molekule dobroćudnog priona, osiguravajući tako eksponencijalno umnažanje zloćudnog priona

Tablica 35 Broj pregledanih i pozitivnih uzoraka svinjskog mesa na trihinelu za potrebe vlastitog kućanstva u nekim županijama tijekom 1998. i 1999. godine (D.Bodakoš i I.Bogut, 1999.)

Županija	1997. godina		1998. godina	
	Pregledano	Pozitivno	Pregledano	Pozitivno
Vukovarsko-srijemska	83 946	976	117 768	1 385
Brodsko-posavska	13 248	37	37 878	62
Osječko-baranjska	35 764	94	90 754	274
Virovitičko-podravska	12 700	60	35 193	201
Ukupno	145 658	1 170	281 593	1 922

## RIBA

Prema podrijetlu ribu dijelimo na slatkovodnu i slanovodnu. Prema sadržaju masti ribu dijelimo na :

-posnu: manje od 0,5% masti

-polumasnu: manje od 10% masti i

-masnu: više od 10% masti.

Hranjiva vrijednost ribe zavisi od vrste, starosi i prehrane. Energetska vrijednost (80-250kcal/100 g) ovisi o sadržaju vode, odnosno masti. Sadržaj vode veći je nego kod toplokrvnih životinja, iznosi 75-80%. Količina masti može biti ispod 0,5% ali i oko 20%, što ovisi o podrijetlu (ribnjak ili rijeka, jezero). Grabljivice (štuka) imaju manje masti od ostalih. Riblja jetra i ikra sadrže puno masti. Za riblju mast karakterističan je velik postotak viših, nezasićenih masnih kiselina, pa imaju relativno nisku točku topljenja (otuda i naziv riblje ulje). No, zbog visokog sadržaja nezasićenih masnih kiselina, podložne su i kvarenju. Razgradnja masti riba u probavnom sustavu lakša je i brža od razgradnje masti toplokrvnih životinja, koje sadrže više zasićenih masnih kiselina. Sadržaj fosfatida iznosi 0,5-1% i podjednak je sadržaju u mesu toplokrvnih životinja.

Što je sadržaj masti manji, riba sadrži više bjelančevina. Općenito sadržaj bjelančevina je visok, kao kod toplokrvnih životinja. U pogledu sadržaja esencijalnih aminokiselina, ne postoji neka bitna razlika. Najbitnija razlika je što ribe nemaju miglobina, pa stoga nemaju crvenu boju, kao meso toplokrvnih životinja. Sadržaj kolagena također je niži nego kod toplokrvnih životinja. Mišići ribe sadrže i nebjelančevinasti dušik, i to trimetilamin i trimetilaminoksid. Redukcijskim djelovanjem enzima mikroorganizama trimetilaminoksid prelazi u trimetilamin,  $N(CH_3)_3$ , koji daje morskoj ribi karakterističan miris na ribu.

Mineralnih tvari riba sadrži nešto više nego meso toplokrvnih životinja, 1,0-1,5%. Naročito je bogata kalcijem, fosforom, magnezijem, a morska riba ima puno kuhinjske soli. Najveća se biološka vrijednost ipak odnosi na sadržaj fluora i joda (10 puta više nego u mesu).

Riblje je ulje nositelj vitamina topljivih u mastima, A,D i E a posebno zbog A (6.000.000 IU/100 g) i D (8.500 IU/100g) vitamina, riblje ulje ima izuzetno značenje u dijetetici. Najveća se količina nalazi u jetri. U mišićnom je tkivu sadržaj tih vitamina manji, ali je s prehranbenog stanovišta vrlo važan. Vitaminima su bogatije morske ribe. Od vitamina topljivih u vodi, ima tiamina i riboflavina, naročito u ikri i mliječi.

Zbog svoje energetske i biološke vrijednosti riba u mnogim zemljama predstavlja popularnu namirnicu, pa potrošnja po jednom stanovniku, prema podacima FAO, može biti i do 40 kg/godinu (Norveška, Portugal). U Hrvatskoj je bitno manja, oko 3kg godišnje po stanovniku.

#### *Epidemiološko značenje ribe*

Svježa je riba sterilna, ali se u škragama mogu naći saprofitni i patogeni mikroorganizmi (salmonele, šigele). Zbog strukture mišića, dosta vode i malo masti, riblje je meso hranjiva podloga za razvoj aerobnih i anaerobnih mikroorganizama. Mikroorganizmi, svojim enzimima razgrađuju masti i bjelančevine, tj. dovode do autolize. Razgradnja bjelančevina ide do aminokiselina, nastaju i amini, npr.histamin koji dovodi do trovanja (otporan je na povišenu temperaturu, pa se ne razara tijekom kulinarske obrade ribe). Autoliza dovodi do mrtvačke ukočenosti koja može trajati i nekoliko dana. Tijekom mrtvačke ukočenosti ne razmnožavaju se mikroorganizmi. U konzervama se mogu naći *Cl.botulinum*.

Da bi se izbjeglo otovanje ribljim mesom, tijekom rada s ribom treba se držati strogo higijenskih načela. Nekoliko organoleptičkih karakteristika ribe može pomoći u odabiru kvalitetne, svježe ribe:

- škrge moraju biti jasno crvene boje (ako je riba dugo mrtva, škrge su blijede),
- oči moraju biti jasne i bistre (pokvarene ribe imaju mutne i upale oči),
- svježa riba tone u vodi (pokvarena pliva, jer sadrži plin),
- svježa riba se lakše ljušti i
- površina mora biti glatka i sjajna, udubine od pritiska kod svježe ribe brzo nestaju (kod pokvarenih riba udubljenje ostaje dugo).

Tablica 36 Hranjiva vrijednost 100 g mesa i ribe (A.Kaić-Rak i K.Antonić, 1990)

	Govedina, mršava	Svinjetina, mršava	Šaran
kcal	129	161	127
Bjelančevine, g	20.7	20.0	15.8
Masti, g	5.1	9.0	6.8
Šećeri, g	0.0	0.0	0.7
P, mg	200	200	220
Ca, mg	11	10	34
Fe, mg	2.3	3.0	1.0
Askorbinska kis., mg	0.0	0.0	1.0
Tiamin, mg	0.09	0.50	0.07
Riboflavin, mg	0.19	0.16	0.04
Niacin, mg	4.7	3.7	1.5

## JAJA

Ako ne sadrži posebnu oznaku, pod nazivom jaja podrazumijevaju se samo jaja kokoši. Klasificiraju se prema masi na S (iznad 65 g), A,B,C,D i E (ispod 45 g). Prosječno jaje teži 50 g, oko 11% čini ljuska, 58% bjelanjak, a 31% žumanjak.

Voda čini 75% jestivog dijela jajeta. Naravno, u bjelanjku je više vode, oko 87%, a u žumanjku 50%. Energetska vrijednost jajeta je velika, kao i umjereno masna govedina, 160 kcal/100 g.

Bjelančevine jajeta imaju veću biološku vrijednost od bjelančevina svih namirnica, najpribližnije su po sastavu aminokiselina bjelančevinama ljudskog tijela, pa se bjelančevine jajeta uzimaju kao referentna bjelančevina. Biološka vrijednost bjelančevina jajeta je 100, jer se sve resorbirane bjelančevine zadržavaju i iskorištavaju u tijelu. Prema bjelančevinama jajeta određuje se biološka vrijednost bjelančevina ostalih namirnica, npr. kod izračunavanja kemijskog skora. Bjelančevine se većim dijelom nalaze u bjelanjku kao ovoalbumin (70%), ovoglobulin, ovomucin, a manje u žumanjku i to kao ovovitelin i levitin. Najbitnije su aminokiseline jajeta cistin, triptofan i lizin, bitni za razvoj embrija. Jaje sadrži manje bjelančevina nego meso (13% : 15-22%), ali ima prednost baš zbog veće biološke vrijednosti.

Žumanjak sadrži 32% masti, dok se u bjelanjku gotovo uopće ne nalazi mast, u prosjeku jaje sadrži 12-14% masti. Uglavnom su to esteri viših masnih kiselina oleinska, C<sub>16:1</sub>, 50%), palmitinska (C<sub>16:0</sub>), stearinska (C<sub>18:0</sub>) i linolna (C<sub>18:2</sub>) i glicerola. Od prisutnih je masti 10% lecitin. Iskoristljivost je masti jaja velika, što povećava njihovu biološku vrijednost. U jajima se također nalazi dosta kolesterola (520 mg/100g), a koji se u prehrani nekih osoba mora reducirati. Neke su američke udruge jedno vrijeme, zbog kolesterola, preporučivale da se ne jede više od 3

jaja/tjedan, ali su sada povećale te preporuke na 4 jaja/tjedan. Načinom se prehrane peradi danas mogu proizvesti jaja koja sadrže bitno manje kolesterola (215 mg/100g jajeta).

Ugljikohidrata u jajima ima ispod 1%, pa su bez značenja za energetska vrijednost jaja.

Bjelanjak se i žumanjak po sadržaju mineralnih tvari, kao i bjelančevina i masti, bitno razlikuju. Bjelanjak sadrži više kalija, natrija, klora i sumpora, a žumanjak sadrži sve minerale neophodne za stvaranje i rast kosti i mekih tkiva. Sadržaj je kalcija u žumanjku 10 puta veći nego u bjelanjku (140 mg/100g). Fosfora ima puno, u organskom se obliku javlja kao lecitin. Željeza također u žumanjku ima značajno više (8 mg/100g) nego u bjelanjku.

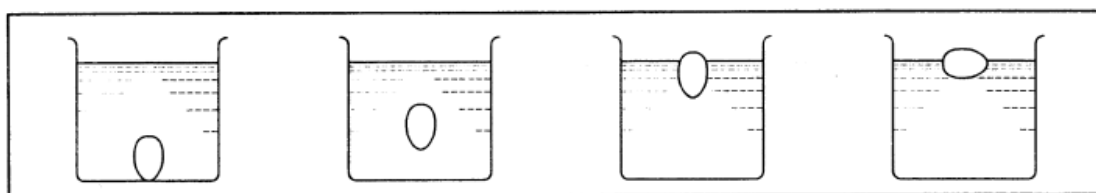
Jaja ne sadrže vitamin C, a od B kompleksa ima dosta riboflavina. Žumanjak sadrži vitamine topljive u mastima, D i A. Žutu boju žumanjku daje boja ksantofil, a ne provitamin A, karoten, pa ne postoji povezanost boje žumanjka i vitamina A.

U sirovu bjelanjku nalazi se antivitamin avidin, koji s biotinom u crijevima pokusnih životinja daje netopljivi i neiskoristivi spoj, pa može doći do deficita biotina. Kod čovjeka nije dokazana ova pojava. Kuhanjem se avidin razara.

Nakon obrade jaja kuhanjem, zbog zaštićenosti ljuskom, jaje ne gubi ništa od svoje hranjive vrijednosti, a dobro se probavlja. Pečenjem, jaje uvijek izgubi dio bjelančevina (9%) ako je temperatura veća od 235°C (poželjno ga je peći na nižoj temperaturi, oko 130°C).

Tijekom stajanja dolazi i do kemijskih promjena u jajima, naročito kod visoke temperature. Djelovanjem enzima razgrađuju se bjelančevine, pa se bjelanjak razvodnjava.

Stajanjem se gubi CO<sub>2</sub>, a i mijenja pH, od 7,6 do 9,4. Promjena pH pogoduje i razmnožavanju mikroorganizama. Stajanjem dolazi i do gubitka vode u jajetu pa se smanjuje masa jajeta, a povećava zračna komora koja se nalazi na širem, tupom dijelu jajeta.



Slika 29. Ocjena svježine jajeta (potapanje u 12% otopinu NaCl: A 1 dan; B 2-3 dana; C 4 dana; D 15 dana) (B.Simić, 1977)

Veličina zračne komore ukazuje na svježinu jajeta. Kod potpuno je svježeg jajeta zračna komora manja od 1 cm. Starenjem se jajeta zračna komora povećava, a smanjuje specifična masa jajeta. Potapanjem jaja u 12% otopinu NaCl može se odrediti svježina jaja.

#### *Epidemiološko značenje jaja*

Jaja su zbog svog dobrog kemijskog sastava idealna podloga za razmnožavanje mikroorganizama, bakterija, virusa i gljivica, što dovodi do njihova kvarenja. Najčešće se jaja tijekom nesjenja odlažu u nečisto gnijezdo. Pogrješka je prati jaja zbog ljepšeg izgleda ljuske. Tijekom pranja kroz pore ljuske prodiru mikroorganizmi i dolazi do kvarenja jaja. Promjene uzrokovane mikrobiološkim promjenama u jajima mogu biti posljedicom djelovanja pseudomonasa i proteusa. Pseudomonas izaziva razgradnju bjelančevina i stvara zeleni pigment (zeleno truljenje); miris tih jaja nije neugodan. Skupina proteus brže izaziva proteolizu, uz nastajanje crnog pigmenta (zbog razgradnje aminokiselina, sumpor i željezo stvaraju FeS); miris nije ugodan zbog H<sub>2</sub>S.

Ako je jaje meko kuhano, ono predstavlja opasnost za zdravlje. Naime, u meko kuhanom jajetu postiže se maksimalno, u dubini jajeta, 43°C, a tu temperaturu neke patogene bakterije mogu izdržati. Jaja su česti uzročnici epidemija alimentarnih toksiinfekcija (Vidi Trovanje hranom). Tvrdno kuhano jaje predstavlja manju opasnost u pogledu mikroorganizama (u sredini jajeta temperatura prelazi 63<sup>0</sup> C), ali se teže probavlja. Posebno su tekuća jaja i jaja u prahu nosioci patogenih mikroorganizama koji prvotno potječu od ptice, ili sekundarno iz čovjekove okoline.

Tablica 37 Hranjiva vrijednost 100 g jestivog dijela jaja (A.Kaić-Rak i K.Antonić, 1990)

	Žutanjak	Cijelo
kcal	361	151
Bjelančevine, g	16.0	13.0
Masti, g	33.0	11.0
Kolesterol, mg	1300	520
Šećeri, g	0.0	0.0
P, mg	600	225
Ca, mg	150	60
Fe, mg	6.0	2.0
Askorbinska kis., mg	0.0	0.0
Tiamin, mg	0.25	0.10
Riboflavin, mg	0.40	0.30
Niacin, mg	0.1	0.1

## MLIJEKO

Bez posebne oznake jedino se u promet stavlja mlijeko krave, dobiveno mužnjom najkasnije 15 dana prije i najmanje 8 dana nakon telenja. Proizvodi mliječnih žlijezda ostalih sisavaca mogu se stavljeti u promet jedino s oznakom: ovčje mlijeko, kozje mlijeko i dr. Mlijeko pripada najpotpunijim namirnicama, pa dojenče samo uz prehranu mlijekom može normalno rasti i razvijati se. Usprkos velikom sadržaju vode, mlijeko je energetske bogata namirnica.

Kao isključiva hrana za odrasle mlijeko se ne može preporučiti, ali je od nezamjenjive vrijednosti zbog visoke kakvoće bjelančevina. Zbog kakvoće, bjelančevine mlijeka u maloj količini nadopunjuju biološki manje vrijedne bjelančevine namirnica biljnog podrijetla.

Tablica 38 Usporedba energetske vrijednosti 100 g nekih namirnica i kravljeg mlijeka (A.Kaić-Rak i K.Antonić, 1990)

Namirnica	% vode	kcal
krastavac	96,0	14
mahune	88,9	42
mrkva	88,2	45
mlijeko	87	68
breskva	86,9	51

Po kemijskom se sastavu mlijeka pojedinih sisavaca razlikuju, pa kravlje mlijeko nije idealna zamjena za majčino (humano) mlijeko.

Tablica 39 Usporedba majčinog i kravljeg mlijeka (sadržaj u 100 g)

Vrsta mlijeka	kcal	Bjel. g	Mast g	Uglj. g	Pepeo g	Ca mg	Fe mg	Vitamini			
								A I.U.	B <sub>1</sub> mg	B <sub>2</sub> mg	C mg
Kravlje	67	3,4	3,6	4,8	0,75	1190	0,1	140	0,04	0,18	1,0
Majčino	78	1,3	3,8	6,8	0,30	80	0,7	350	0,03	0,10	10,0

Osim laktoze, sadržaj je svih sastojaka potrebnih za izgradnju novog tkiva (bjelančevine, pepeo, kalcij) u mlijeku žene manji, zato je novorođenom djetetu potrebno 180 dana da podvostruči svoju porođajnu masu, a teletu 45 dana.

Najvažnija bjelančevina mlijeka je kazein, a čini oko 83% svih bjelančevina mlijeka. Od svih bjelančevina kazein je najkompletniji u pogledu sastava aminokiselina koje su potrebne za ljudsko zdravlje. Koloidno je dispergirana kao Ca-kazeinat i daje plavkasto-bijelu boju mlijeku. Dodatkom se kiseline kalcij vezuje za kiselinu, a kazein se grušava-koagulira. Enzim himozin

(sirilo) također dovodi do grušanja, uz pretvorbu kazeina u parakazein, što se koristi pri proizvodnji sira. Kazein se stvara samo u mliječnim stanicama pa ga sadrži jedino mlijeko.

Laktoalbumin čini 14% bjelančevina mlijeka, ima puno cisteina, pa stoga i sumpora.

Laktoglobulina u mlijeku ima malo (3% cjelokupnih bjelančevina mlijeka), ali ima važnu fiziološku ulogu. Naime, u kolostrumu (mlijeko neposredno nakon poroda ili telenja) ga ima vrlo mnogo, pa se preko njega prenosi imunitet s majke na dojenče tijekom prvih dana poslije poroda. Smatra se da su dojena djeca stoga zdravija od djece koja nisu dojena, tj. koja su hranjena adaptiranim mlijekom (industrijski proizvedena mlijeka za prehranu dojenčadi). Sadržaj laktoglobulina nakon poroda naglo pada. Laktoglobulin sadrži puno lizina, važnog za rast.

Aminokiseline u mlijeku dobro su uravnotežene, iako u usporedbi s bjelančevinama jaja (kojima je biološka vrijednost najveća) pokazuju izvjesnu manjkavost: limitirajuća je aminokiselina metionin.

Mliječna je mast najvećim dijelom triaciglicerol raznih masnih kiselina, s parnim brojem C atoma (paran broj ugljikovih atoma povezan je s fiziološkom razgradnjom koja se uvijek odvija na  $\beta$ -C atomu). Kod kravljeg mlijeka naročito su karakteristični gliceridi nižih masnih kiselina (maslačna, kapronska i kaprilna), koje u slobodnom stanju intenzivno mirišu. Te kiseline uzrokuju miris pokvarenog maslaca.

Za razliku od mliječne masti krave, mliječna mast žene sadrži samo minimalne količine nižih masnih kiselina, s manje od 10-C atoma, a sadrži relativno dosta laurinske i nezasićenih masnih kiselina.

Tijekom godine sastav mliječne masti varira, što je u svezi s prehranom krava. To se pokazuje i na osobinama maslaca.

Zbog visokog sadržaja nezasićenih masnih kiselina, mliječna mast ima nisku točku taljenja (25-30°C), pa lipolitički enzimi u probavnom traktu uspješno razgrađuju mliječnu mast. Apsorpcija i iskorištenje su stoga vrlo dobri (97%).

U mlijeku se još nalaze i mastima srodne tvari, fosfatidi (lecitin i kefalin) i steroli (kolesterol, ergosterol). Oksidacijom lecitina dolazi do promjene na dvostrukoj vezi nezasićene masne kiseline (uljna užeglost) ili do oksidacije na kolinu, pa nastaje trimetilamin, tj.  $N(CH_3)_3$ , kao kod morske ribe. Lecitin je važan jer stabilizira emulzije mliječne masti (sastavni je dio membrane koja obavija pojedine čestice masti u mlijeku).

UV-zračenjem povećavaju se antirahitična svojstva mlijeka, jer se povećava sadržaj D vitamina koji nastaje iz sterola.



Ugljikohidrati se u mlijeku nalaze kao disaharid laktoza, koja čini 38% cjelokupne suhe tvari mlijeka. Sadržaj je vrlo stabilan, nije podvrgnut vanjskim utjecajima, i iznosi oko 5%. Mlijeko žene sadrži više laktoze, oko 7%; sadržaj je u majčinu mlijeku veći jer dijete raste polaganije, a s obzirom na relativno veliku površinu potrebno mu je više energetskih tvari u odnosu prema sastojcima koji služe za izgradnju organizma. Ovaj se šećer ne javlja u drugim namirnicama.

Laktoza je poželjna u prehrani jer pridonosi razmnožavanju nekih mliječno-kiselih bakterija u crijevima, koje svojom prisutnošću sprječavaju anormalna vrenja.

Pri prehrani dojenčadi kravljim mlijekom, ono se zbog velike količine bjelančevina razvodnjava (količina dodane vode ovisi o dobi dojenčeta). No, energetsku vrijednost tako razrijeđenog mlijeka treba povećati dodatkom šećera. Bolje je dodati laktozu nego saharozu. Naime, saharoza sadrži glukozu i fruktozu, a laktoza glukozu i galaktozu. Galaktoza je neophodna pri stvaranju moždanog tkiva. Također, laktoza dodana u većoj količini ne iritira želudac kao saharoza. Na pokusnim je životinjama čak dokazano da one hranjene laktozom, prema onima hranjenim saharozom, rastu brže i žive duže. Laktoza povoljno djeluje na stvaranje kostiju, jer se razgrađuje na mliječnu kiselinu. pH u dvanesniku je niži, što pogoduje resorpciji kalcija. To pozitivno djelovanje laktoze može objasniti zašto ima manje rahitične djece među dojenima, nego među umjetno hranjenom.

Mlijeko je jedina namirnica životinjskog podrijetla koja ima pepeo alkalne reakcije. U kravljem mlijeku ima više pepela nego u majčinu (ovisno koliko mladunče, odnosno dijete brzo raste!). Mlijeko je najbolji izvor mineralnih tvari u prehrani, naročito u pogledu kalcija kojega u mlijeku ima više nego u bilo kojoj namirnici. Trećina je kalcija otopljena, a 2/3 koloidno dispergirano. Kombiniran je s kazeinatom u kalcijev kazeinat, te s fosforom i citratom u kalcij fosfat i kalcij citrat. Povoljan je i odnos kalcija i fosfora, što pridonosi dobrom iskorištenju. Većina ljudi u svijetu živi s konstantnim deficitom kalcija i to prvenstveno zbog male potrošnje mlijeka. Smatra se da su ljudi u zemljama gdje je mala potrošnja mlijeka manji rastom.

Tablica 40 Sadržaj nekih oligoelemenata u majčinom mlijeku na području Slavonije (M.L.Mandić i dr, 1995, Z. Mandić i dr., 1995, 1997)

Dan od poroda	Se $\mu$ g/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Al mg/l
< 10	12,3	0,59	8,86	0,48
10-60	10,6	0,51	5,48	0,34
>60	9,4	0,37	1,93	0,21

Željeza u mlijeku ima malo, no dijete se rađa sa zalihom željeza. Potrošnja rezerve željeza poklapa se s periodom prelaska na mješovitu prehranu, pa se u normalnim okolnostima ne javlja deficit. Sadržaj oligoelemenata općenito je veći u kolostrumu (Tablica 40).

Mlijeko sadrži puno NaCl, pa nije idealna hrana onih koji prehranom trebaju unositi manje soli, kao srčani bolesnici.

Mlijeko sadrži sve vitamine, ali su samo vitamini A i B<sub>2</sub> prisutni u većoj količini. Vitamin A dolazi ili u obliku vitamina ili svog provitamina, karotena. Topljiv je u mliječnoj masti pa ga nema u obranom mlijeku. Sadržaj karotena u mlijeku raznih krava dosta varira, što ovisi o prehrani krava. Ako je mlijeko žuće, sadrži više karotena. Odnos je vitamina A i karotena u mlijeku različit kod različitih vrsta krava, pa se po boji mlijeka i maslaca ne može zaključiti prava vrijednost tih namirnica u odnosu na vitamin A. Sadržaj vitamina D u mlijeku ovisi o prehrani krava, ali još više o držanju krava. Krave koje su više na otvorenom imaju više D vitamina, jer se pod djelovanjem UV-zraka 7-dehidrokolesterol prevodi u vitamin D<sub>3</sub>. Sadržaj D vitamina toliko ovisi o sunčanoj svjetlosti da je ljeti, kada ima puno sunca, sadržaj D vitamina 3 puta veći nego zimi.

Mlijeko sadrži puno B<sub>2</sub> vitamina, pa je stoga u prošlosti imao i naziv laktoflavin. Mlijeko izloženo svjetlu prestaje biti dobar izvor riboflavina.

#### *Epidemiološko značenje mlijeka*

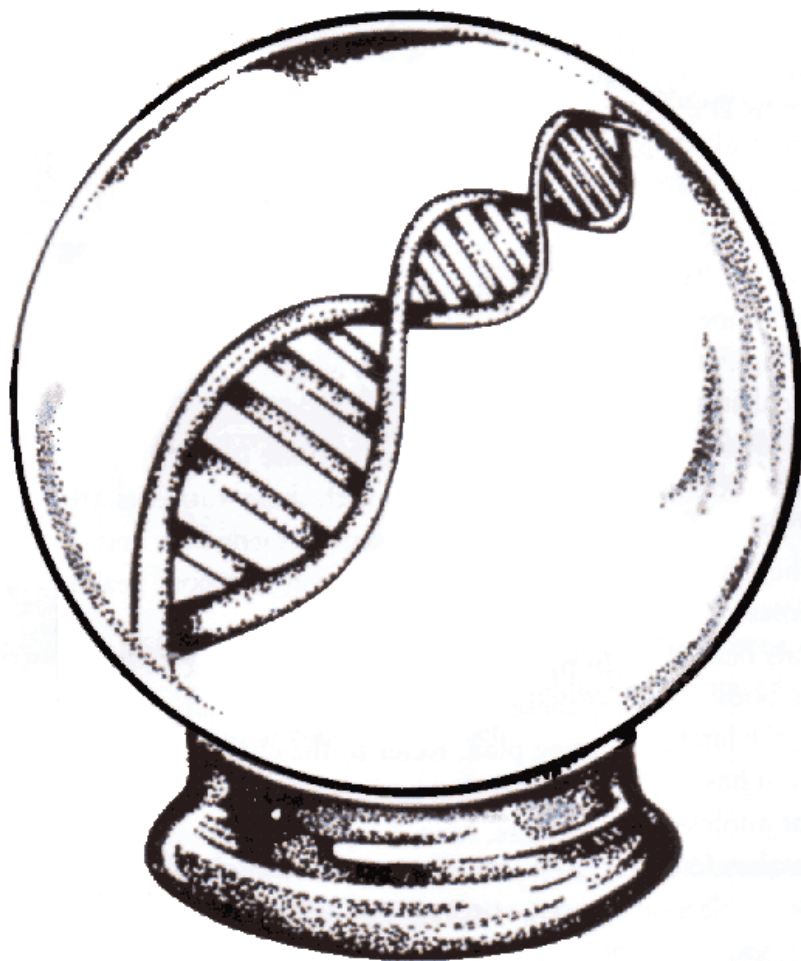
Mlijeko sadrži protutijela, stoga ima baktericidnu moć i u vimenu je sterilno. Međutim, pri izlazu kroz kanale vimena inficira se bakterijama iz stajske atmosfere, uporabom nečiste muzlice ili strojeva za mužnju te preko osoba koje rade oko mlijeka tijekom mužnje, transporta i prerade. Da bi se spriječilo razmnožavanje bakterija prije termičke obrade, važno je da se pomuženo mlijeko odmah ohladi, naročito stoga što se mlijeko danas samo jednom dnevno transportira do prerađivača. Veći broj bakterija dovodi do lakšeg kvarenja mlijeka, ali i pruža veću mogućnost za razmnožavanje patogenih bakterija koje ugrožavaju zdravlje potrošača. Od uvjetno patogenih mogu se javiti *Proteus vulgaris*, *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis*, a od patogenih *Salmonella paratyphi*, *Salmonella typhi murium*, *Shigella* i dr.

Obzirom na to da postoji velika mogućnost primarne i sekundarne infekcije mlijeka patogenim mikroorganizmima, nije dopušteno piti termički neobrađeno mlijeko, već nakon pasterizacije, sterilizacije ili kuhanja najmanje 5 minuta.

Higijenska ocjena ispravnosti mlijeka određuje se brojem i vrstom prisutnih mikroorganizama, što određuje Pravilnik. Prisutnost reduktaza u mlijeku znači da mlijeko nije svježe, jer reduktaze nastaju kao posljedica metabolizma bakterija. Kontaminirano mlijeko reducira metilensko plavilo vrlo brzo.

*Poglavlje 6*

**GENETSKI MODIFICIRANA HRANA**



U uvodu ove knjige navedeno je da danas u svijetu velik broj ljudi gladije, jer u nekim zemljama postoji neravnoteža u proizvodnji hrane i broju stanovnika. Bogate se zemlje opiru povećanju proizvodnje hrane primjenom još više sredstava za zaštitu bilja i umjetnih gnojiva. Poruka je Skupa o hrani, Rim 1996. "nova zelena revolucija", u smislu zaštite poljoprivrednih izvora.

Međutim, broj ljudi na Zemlji se konstantno povećava. Obradive površine su ograničene. Kako proizvesti dovoljno hrane? Moćne multinacionalne kompanije ulažu ogromna sredstva u istraživanja kako bi povećale proizvodnju namirnica, povećale otpornost na viruse, postigle sporije sazrijevanje i dr. U tim proučavanjima najznačajniju ulogu ima biotehnologija, kojoj je zadatak primijeniti biološke tehnike na poljoprivredne kulture, životinje i mikroorganizme. Cilj je povećati količinu i poboljšati kakvoću i zdravstvenu ispravnost namirnica, te omogućiti lakšu preradu namirnica.

U prirodi se genetske promjene odigravaju spontano i slučajno, između jedinki iste vrste. Radi se o vertikalnom prijenosu gena. Selektivne se tradicionalne metode uzgoja zasnivaju također na prijenosu genetskog materijala između jedinke iste vrste. Kod konvencionalne unakrsne hibridizacije, agronom rekombinira na tisuće gena na cijelom kromosomu, dok genski biotehnolog prenosi ili modificira jedan ili nekoliko dobro okarakteriziranih gena. Prije su rezultati rada omogućavali patentiranje vrste, a danas se patentira gen (to je kao da se patentira riječ u knjizi).

Geni su kratki odsječci duge nitaste molekule deoksiribonukleinske kiseline (DNK), a osnovne su jedinice nasljeđivanja. DNK, a time i geni, nalaze se u kromosomima koji su smješteni u svakoj staničnoj jezgri. Procjenjuje se da čovjek ima oko 100.000 gena. Klon je skup genetički jednakih jedinki koji je nastao nespolno. Klonovi se pojedinih organizama dobivaju prirodnim ili umjetnim postupkom, koji se zove kloniranje.

Umjetna selekcija i nove, kvalitetne sorte i vrste dobivaju se primjenom biotehnologije u proizvodnji namirnica, tj. genetičkim inženjerstvom, genetičkom modifikacijom, genetičkom manipulacijom, genetičkim inženjeringom, genetičkom tehnologijom, tehnologijom rekombiniranja DNK, transgenskom tehnologijom, genetičkim programiranjem ili genetičkim projektiranjem. Tijekom toga procesa iz jednog u drugi organizam presađuju se poznati geni (jedan ili više).

Genski biotehnolog rezanjem i lijepljenjem vadi gen iz jedne stanice i spaja ga s genom druge stanice da bi nastao novi genom. Dok intervenira unutar jedne vrste, radi ubrzavanja i usmjeravanja i kako bi smanjio spontanost, genska tehnologija revolucionarna je u smislu

mogućih koristi i dobiti. Kada genska tehnologija prijeđe barijere prirodnih vrsta, javlja se zabrinutost zbog etičkih pitanja. Naime, tom modifikacijom prenose se geni između vrsta, iz jedne u drugu vrstu (u rajčici gen ribe, što se normalno ne može dogoditi) i to je horizontalni prijenos gena. Čovjek je to učinio da bi si osigurao korist i dobit, ali time je, zasigurno, i zakoračio u budućnost koja je potpuno neizvjesna.

Tako je u *Escherichia coli* implantiran gen za sintezu ljudskog hormona rasta i za sintezu hormona inzulina. Dobivena je transgena *Escherichia coli*, koja u industrijskim uvjetima proizvodi te hormone, a daju se kao lijekovi, koji su vrlo važni u zdravstvu.

Tablica 41 Razlika između tradicijske biotehnologije i genetičkog inženjerstva (I.Kruszewska, 2000)

Tradicijska biotehnologija	Genetičko inženjerstvo
Međusobno se mogu križati samo organizmi iste ili vrlo srodnih vrsta. Na taj se način održavaju i organizmi u prirodi.	Može se kombinirati DNK iz organizama različitih vrsta. Tako može biti stvoren "novi organizam", jer posjeduje osobine koje se normalno ne mogu naći unutar te vrste ili u prirodi.
Raznolikost osobina koje se mogu križati ograničena je obujmom onih koji prirodno postoje unutar vrste.	Raznolikost je osobina koje se mogu križati gotovo neograničena.
Proces zahtijeva mnogo generacija (godina) selektivnog križanja da bi se dobio željeni rezultat.	Ta metoda za uvođenje neke osobine u određenu vrstu omogućuje brži željeni rezultat.

U nerazvijenom svijetu umire 10% rođene djece jer ne postoji odgovarajuće cijepljenje. SZO je 1990. godine pokrenula inicijativu za dječja cjepiva, a naročitu se važnost daje "jestivim" cjepivima. Danas se ne smije zanemariti ideja da će se u širokoj primjeni naći "jestiva" cjepiva proizvedena u modificiranim biljkama, koje se mogu uzgojiti tamo gdje su cjepiva potrebna-u zemljama u razvoju. Postoji već i komercijalni primjer cjepiva protiv hepatitisa B, proizveden primjenom transgeničkog kvasca.

Tehnike rekombinantne DNK na biljkama tako se usavršila da se može primijeniti na većinu poljoprivrednih kultura. Naime, pojedinačni se geni mogu vrlo precizno izdvojiti iz svoga prirodnog okruženja zajedno s pripadajućim regulatornim slijedom, laboratorijski obraditi i zatim umetnuti u biljku. Izvor prenesenoga odsječka DNK može biti bilo koji živi organizam (biljka, životinja, mikroorganizam), a izbor domaćina ovisi o tome je li raspoloživa tehnika za unošenje DNK u organizam domaćina. Gotovo za sve agronomski važne biljke postoji odgovarajuća tehnika unošenja DNK, pa se transgenetičke biljke i komercijalno proizvode. Tom se tehnikom

moгу poboljšati agronomska i kvalitetna svojstva kao što su prehrambena vrijednost, sastav, okus, miris, rezervne tvari, otpornost na neke bolesti, herbicide, snošljivost na stresne uvjete.

U poljoprivredi je genetičko inženjerstvo postalo vrlo važno, i najčešće se primjenjuje na pšenicu, rižu, kukuruz, rajčicu i dr. Transgeničnom proizvodnjom ovih usjeva, povećana je proizvodnja hrane. Kako su programirani da budu otporni na nametnike, smanjena je upotreba pesticida, što donosi veliku uštedu u proizvodnji, za oko 30%.

Na početku transgeničkih ispitivanja, neki su znanstvenici tražili moratorij na ta ispitivanja. Zatim je sljedio period ispitivanja u zatvorenim uvjetima (laboratorij, staklenik). Od 1992. godine Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) odobrava male poljske pokuse s genetički modificiranim biljkama i mikroorganizmima. Slijedi tržišna proizvodnja, odobrena 1993. godine, i to kao rezultat mišljenja stručnjaka da ne treba očekivati češće nepredvidive štetne varijacije transgeničkih biljaka, nego što se javljaju spolnim križanjem. Zadnjih pet godina uveliko raste broj hektara obradivih površina zasijanih transgeničkim kulturama. Multinacionalne kompanije i uzgajivači izražavaju zadovoljstvo zbog većeg prinosa i sigurnijeg okoliša (smanjuje se uporaba ustaljenih pesticida, povećana je otpornost na viruse). 1996. godine pod transgeničkim usjevima bilo je 1,7 milijuna hektara, a 1998. 27,8 milijuna hektara, što je više nego očekivano povećanje (16,4 puta). Naravno SAD je zasijao 20,5 milijuna hektara, a slijede Argentina, Kanada i druge zemlje. Zemlje Europe nisu u to "zakoračile" krupnim koracima.

Usprkos velikoj prednosti tehnike rekombiniranja, opravdano se osim etičkih pitanja nameće i pitanje neškodljivosti tako proizvedenih namirnica. Neki znanstvenici tvrde da je genetička modifikacija, genetički inženjering, radikalna i opasna promjena genetičke strukture, koja može rezultirati neočekivanim pojavama, npr. pojavom toksina, alergena i oštećenjem imunog sustava. Na "standardne" je namirnice alergično 2% populacije, a oko 5% dojenčadi (djeca često poslije prerastu alergičnu reakciju). Alergijska je reakcija najčešće vezana uz bjelančevine, a rjeđe uz manje molekule, npr. haptene. Genetičkom modifikacijom nastaju ljudskom organizmu neprepoznatljive bjelančevine, pa ako se kod genetičkih proizvoda utvrdi da imaju karakteristike nekog alergena, treba biti oprezan. Čovjek na te neprepoznatljive bjelančevine može reagirati alergijom, pa i anafilaktičkim šokom. U genetički modificiranoj biljci može doći do metaboličkih promjena ili deregulacije puta koji dovode do stvaranja ili nakupljanja otrovnih tvari. Mogućnost je ovakvih promjena 1:50.000, pa time nije veća od spontanijih mutacija koje se javljaju u prirodi. Do sada je registriran jedan slučaj s neugodnim posljedicama. Preko genetički modificiranih bakterija proizvedeno je sredstvo za spavanje, koje je na američkom tržištu izazvalo teškoće.

Predviđa se da će veliku opasnost u 21. stoljeću predstavljati genetički otpad. Za eksperimentalno puštanje genetičkog otpada u okoliš, kao i za terenske pokuse na poljoprivrednim kulturama, potrebno je odobrenje vlade. Postoji zabrinutost za širenje rezistentnosti na herbicide i antibiotike. Bojazan se javlja i zbog izumiranja nekih vrsta i smanjenja biološke raznolikosti. Opasnosti puštanja GMO-a u okoliš mogu biti veće od radioaktivnog zračenja i ispuštanja kemikalija jer se GMO-i mogu razmnožavati, multiplicirati, širiti, mutirati i prenositi svoj genetski materijal srodnim organizmima. Pušteni GMO-i ne mogu se više ukloniti.

Veliki je problem i terminator tehnologija. U sjeme se ugradi gen, pa ako se dogodine sije vlastiti prošlogodišnji urod, taj gen uništi urod.

Postupci kloniranja, manipuliranja genima u bakterija, biljaka i životinja, posebno sisavaca, postavljaju pitanja o dobrobiti, ali i o opasnosti za čovjeka. Prijeti li čovječanstvu opasnost od zlorabe? Hoće li se pokusi nastaviti s kloniranjem ljudi? Je li otvorena nova Pandorina kutija? Moćni bi ljudi mogli kloniranje iskoristiti za izradu svojih replika. Primjena je znanstvenih dostignuća u povijesti već imala velike negativne posljedice. Primjer su zlorabe atomske energije i dinamita! Ipak, neke zemlje ne miruju. U želji za napretkom znanosti, prestižem na međunarodnoj razini ili sl. Parlament Velike Britanije je 2001. godine dopustio genetička ispitivanja i na čovjeku, a u znanstvene svrhe.

Najveću je uzbunu do sada izazvalo koćenje ovce Dolly, 1997. godine. Dolly je nastala kao rezultat transfera jezgre iz tjelesne stanice u drugu obezjeggrenu jajnu stanicu. Naime, iz velške planiske ovce uzete su stanice vimena i iz njih izvađena jezgra. Te su jezgre s genima prebačene u izolirane jajne stanice škotske crne ovce, kojima su prethodno izvađene haploidne (n) jezgre. Jajna stanica škotske crne ovce s jezgrom planinske ovce implantirana je u maternicu zamjenske majke, škotske crne ovce. Tako je Dolly klon s ovcom koja je poslužila kao davatelj jezgre, a ne sa svojom zamjenskom majkom.

No, znanost ide naprijed. Danas u Americi postoji oko 1000 registriranih genetički modificiranih namirnica i aditiva. Prvi je sastojak kimozin, dobiven rekombinantnom tehnologijom DNK, a registriran u SAD-u 1990. godine. Agencija ga za namirnice i lijekove (Food and Drug Administration-FDA) nije odobrila postupcima koji su na snazi za prehrambene aditive, već ga je označila s "Opće poznat kao neškodljiv".

Nakon 4 godine ispitivanja dobivena je dozvola za komercijalizaciju i stavljanje u promet prve genetički modificirane namirnice, rajčice Flavr Savr. Kod te rajčice uveden je protuosjetljivi gen enzima poligalakturonaze, koji potiskuje stvaranje tog enzima. Tako se usporava razgradnja



pektina, a rezultat je rajčica koja duže ostaje čvrsta na stabljici, čime joj se pojačava okus. Proizvođač je zahtijevao detaljna ispitivanja, evaluaciju neškodljivosti i zdravstvene ispravnosti toga proizvoda, u želji da osigura povjerenje potrošača i dokaže da se modificirana rajčica ne razlikuje od roditeljske vrste.

I dok je proizvođač Flavr Savr sam insistirao na detaljnom ispitivanju te rajčice, eksperti FAO/WHO o biotehnologiji i zdravstvenoj ispravnosti namirnica tijekom 1996. godine preporučili su da se zdravstvena ispravnost genetički modificiranih namirnica ocjenjuje prema konceptu "ekvivalentnosti u bitnoj mjeri". Ekvivalentnost se sastoji u utvrđivanju koliko su nova namirnica ili sastojak te namirnice jednaki postojećoj namirnici ili njenom sastojku, pa ih se stoga može tretirati na isti način.

Kako bi se ekvivalentnost mogla lakše provesti, utvrđuju se bitne značajke koje treba ispitati. Te su karakteristike: domaćin, genetička modifikacija, umetnuta DNK i modificirani organizam. Tijekom utvrđivanja ekvivalentnosti s roditeljskom linijom, ili sojem iste vrste, može se izvršiti i analiza ključnih hranjivih i toksičnih sastojaka (masti, vitamini, glukoalkaloid tomatin i dr.). Razina varijabilnosti za značajke genetički modificiranog organizma moraju biti unutar prirodnog raspona.

Iako je pojam "ekvivalentnost" ili "sadržajna jednakovrijednost" temelj međunarodne procjene sigurnosti i ispitivanja GM hrane, ipak je to manjkava metoda i u nju se kao kriterij za procjenu sigurnosti hrane ne može sasvim pouzdati. Ta je naime metoda usmjerena na rizike koji se mogu predvidjeti na temelju poznatih obilježja, ali zanemaruje neželjeno djelovanje koje se može pojaviti. GM prehrambeni proizvodi mogu sadržavati neočivane nove molekule koje mogu biti toksične ili prouzročiti alergijsku reakciju.

Kod novih se namirnica može na prehrambene naljepnice napisati modificirane značajke ili svojstva, prisutnost tvari koje nisu uobičajene u postojećoj ekvivalentnoj namirnici, koje mogu utjecati na zdravlje (posebno vulnerabilne skupine), prisutnost tvari koje pokreću etička pitanja, tj. ako sadrže kopije gena koji su izvedeni od životinja (zbog vegetarijanaca) ili nad čijom potrošnjom postoji vjersko ograničenje (govedo u Indiji, za muslimane svinja). Ipak, U Hrvatskoj se GM hrana ne označava, a postoji mogućnost njene pojave (sojin lecitin, kukuruzni škrob, procesirana hrana).

Europska unija svojim pravilnikom iz 1997. godine regulira problematiku i uvjete stavljanja u promet novih namirnica ili sastojaka od novih namirnica. Između ostalog, Pravilnik kaže da nove namirnice ne smiju ugrožavati zdravlje potrošača i stvarati zabludu kod potrošača, a u promet se smiju stavljati tek nakon odobrenja Povjerenstva za namirnice.

U SAD-u, FDA je još 1992. godine donio slične propise, Kanada 1995, a kod nas Zakon o zdravstvenoj ispravnosti i zdravstvenom nadzoru nad namirnicama, Zakon o veterinarstvu i Zakon o normizaciji, ne dopuštaju uporabu genetički modificiranih namirnica ili njihovih dodataka drugim namirnicama, pa se nove namirnice ne mogu proizvoditi a ni uvoziti.

Prve su sjetve GM usjeva u Hrvatskoj počele 1997. Tada još nisu postojale nikakve preporuke niti zakonske odredbe. Pri Ministarstvu poljoprivrede i šumarstva, 1999. godine, osnovano je Povjerenstvo za praćenje istraživanja i razvoja svojstava genetički preinačenih biljaka, kao i Bioetičko povjerenstvo za praćenje genetički modificiranih organizama. Povjerenstva preporučuju mjere biosigurnosti u nastojanju da ograniče genetsko zagađenje. Postavlja se pitanje i otpuštanja GMO-a u okoliš. Kao opasnosti za okoliš znanstvenici navode oštećivanje neciljanih vrsta, narušavanje biološke raznolikosti, veće probleme s već postojećim štetnicima, nastanak novih štetočina.

Upotreba transgeničkih biljaka, kao i prihvaćena tehnika oplemenjivanja, nosi određeni rizik, no uz prihvaćanje pravila i nadzor nova će tehnologija sigurno pomoći u proizvodnji hrane za rastuću ljudsku populaciju. Ipak s transgeničkim proizvodima treba raditi oprezno, treba uvesti dodatni nadzor, dodatna pravila vrednovanja sigurnosti tih proizvoda, kako ne bi bili opasni za ljude, životinje i okoliš. To će razviti uzajamno povjerenje znanstvenika i društva, iako uvijek postoje pojedine organizacije, kao Zeleni, Greenpeace i dr., koje se zalažu ili će se zalagati za potpunu zabranu genetičkog inženjerstva. Postoje i znanstvenici koji su za i koji su protiv novih i genetički modificiranih namirnica, u svijetu i kod nas. Smanjenje zabrinutosti i korisni zaključci mogu se postići otvorenim raspravama, iskrenom i civiliziranom komunikacijom, kako između znanstvenika tako i ostalih zainteresiranih strana.

Međutim, već se u svijetu javljaju i pokreti poljoprivrednika s negativnim iskustvom, koji svoja shvaćanja i stavove žele proširiti i na druge zemlje. Hrvatsku su posjetili kanadski i američki farmeri koji su održali predavanja "Farmer to farmer". Njihov je savjet hrvatskim proizvođačima da ne potpisuju ugovor s multinacionalnim kompanijama, jer će potpisivanjem ugovora biti konstantno pod njihovim nadzorom. Smatraju da umjesto obećanja o velikim prinosima i lakšem nadzoru korova, genetički modificirani organizmi (GMO) kontaminiraju organske usjeve, da se pojavljuju superkorovi, s višestrukom otpornošću. Savjet je američkih farmera da se Hrvatska jasnim zakonima zaštiti od sveopće kontaminacije genetički modificiranim organizmima.



*Poglavlje 7*

**FUNKCIONALNA HRANA**



San o zdravijoj budućnosti za sve ljude ovisit će o suradnji u području znanosti i tehnologije, ali i o obrazovanju. Napredak genetike, imunologije, spoznaje o energetskom balansu, staničnom metabolizmu i dr., osigurat će osnovu za prehranu, koja ne samo da će produžiti život, već osigurati život bez simptoma bolesti. Sadašnje takve spoznaje vlada i nacionalni odbori prevode u preporuke, kao što su uzimanje manje masti, više voća, povrća i žitarica. Može se dogoditi da namirnice ili kombinacija namirnica ne mogu osigurati dovoljnu količinu nekog nutrijenta, kao npr. vlakana, a da pri tome ne naruše energetsku ravnotežu. Tako gledano, da se udovolji potrošaču i pridonese boljem zdravlju, treba iskoristiti sve prednosti tehnologije i znanosti i proizvesti novu, funkcionalnu hranu. U toj novoj hrani tehnolog pojačava neke značajke ili satojke hrane, npr. okus, boju, teksturu i izgled (mijenja senzorska svojstva), produžava trajnost na sobnoj temperaturi, a sve po prihvatljivoj cijeni. Tehnolog može proizvesti proizvod koji će djelovati kao nosač za zaštitu u prehrani. U tom će se proizvodu koncentrirati bioaktivne, funkcionalne komponente, ili će se proizvoditi naročiti energetski i biološki povoljni proizvodi, a i ostali važni fiziološki efekti i rafiniranja i "dotjerivanja" hrane.

Jednako tako kao što može proizvesti kompletnu hranu, tehnologija omogućava proizvodnju hrane s manje kalorija, manje masti, s promijenjenim odnosom masnih kiselina, manje soli, povećane prehrambene gustoće, koja odgovara ne samo svakoj skupini potrošača, već i podskupini. U 21. stoljeću tehnologija će moći mijenjati mnoge značajke hrane, prema potrošačevim željama, u individualni proizvod, "promijenjeni masovni proizvod".

Postoji pretpostavka da će se ljude moći svrstati u skupine prema sklonosti nekoj bolesti. Znanost će omogućiti razumijevanje utjecaja hrane i sastojaka hrane na manifestaciju gena uključenih u nastajanje bolesti. Takve će informacije omogućiti čovjeku da sam odredi vlastitu predispoziciju nekoj bolesti, npr. jednostavnim krvnim testom, a nalaz će omogućiti potrošaču da kompjutorski odredi i odabere hranu koja odgovara njegovoj genetičkoj individualnosti. Taj posebni tip hrane može imati nekoliko različitih mogućnosti-izgledati jednako i imati jednak okus, jednako koštati, a sadržavati različite sastojke. "Promijenjeni masovni proizvod" sadržavat će različite makronutrijente i mikronutrijente, a omogućivat će dodatak, uvođenje bioaktivnih sastojaka koji smanjuju rizik od bolesti. Taj proizvod mogu biti biljne i životinjske namirnice s promijenjenim profilom masti, vlakana, bjelancevina, vitamina i minerala.

Proizvodima će se moći dodavati i funkcionalni sastojak, npr. bezenergetska saharoza koja će dati slasticu izvanrednog okusa. Takav će sastojak podešavati apsorpciju u tankom crijevu (smanjiti glikemijski indeks) i posmeđiti tijekom priprema s mikrovalovima. Škrob će se modificirati kemijski ili kroz procesiranje kako bi se stvorio postojaniji škrob, koji će smanjiti

inzulinski odgovor i koji će fermentirati u debelom crijevu do butirata. Zadnja istraživanja ukazuju da je prisutnost butirata u crijevu bitna za smanjenje raka crijeva, kao i ostalih probavnih bolesti.

Genetička će modifikacija vjerojatno imati određenu ulogu u proizvodnji visokokvalitetnog voća i povrća s produženom trajnošću te boljim okusom i bojom.

Mast će poprimiti novi oblik i osigurati osnovu za zdravlje, a ne bolesti. Više će se saznati i o bjelančevinama i potrošač će ih moći selektivnije koristiti.

Povećanje intenziteta okusa hrane postat će uobičajenije, kako bi se udovoljilo podskupinama potrošača. Također će se svim potrošačima nastojati udovoljiti u pogledu reoloških značajki. Boji hrane poklanjat će se više pažnje kao senzorskom svojstvu. Posebno će se starijoj populaciji pojačati sastojci koji pridonose okusu i boji, jer se zna da se sa starenjem gube te percepcije, a one su važne za probavu i uživanje u hrani.

Svakako se ne smije zanemariti druga vulnerabilna skupina, adolescenti, koji su često vegetarijanci ili poluvegetarijanci. Njima treba osigurati da jedu kompletnu hranu, sa svim makronutrientima i mikronutrientima i odgovarajućim bioaktivnim sastojcima.

Od hrane se traži da pokaže "svestruku funkcionalnost"-senzorski privlačna, poželjna, a istodobno i fiziološko djelotvorna, tj. da se smanji rizik deficita.

Tablica 42 Neke funkcionalne namirnice i njihovi aktivni sastojci

Hrana	Bioaktivne komponente
Češnjak, luk, poriluk, vlasac	Alil sulfidi
Voće, povrće	Karotenoidi
Voće, povrće, žitarice, orah	Flavonoidi
Voće, pšenica, češnjak	Inulin/Oligofruktoza
Riba	$\omega$ -3 masne kiseline
Meso, mlijeko	peptidi, konjugirana linolna kiselina
Kuhinjska sol	Jod

Kao aktivne komponente u hrani, koje mogu neku hranu učiniti funkcionalnom, spominju se linolna kiselina i selenij. Konjugirana linolna kiselina nalazi se u mlijeku od 0,24% do 2,81%, više ljeti kada su krave na ispaši. Ta kiselina ima antikancerogeno djelovanje, reducira ateroskleroza, povećava mršavu masu tijela, pozitivno utječe na rast i dr. Ovo upućuje na mogućnost i potrebu proizvodnje funkcionalne hrane, s većim sadržajem ove kiseline.

Selenij kojega najviše ima u ribi, štiti pluća od pojave raka, pa je poželjno povećati sadržaj selenija u hrani da se zaštite pušači.

Hrana ne može prevenirati ili izliječiti, jer hrana nije jedinstven i čisti sastojak kao lijek, pa nema momentalan učinak, ali može smanjiti rizik. Hrana utječe na dobrobit i zdravlje u budućnosti. Hrana djeluje na sve dobi, cjelokupno pučanstvo, bolesno ili odličnog zdravlja, a lijek koristi samo određena, bolesna populacija. Pretpostavlja se da hrana ne ugrožava zdravlje, da je sigurna, dok se za lijek znaju nuspojave, očekuju se. U želji da očuvaju zdravlje, mnogi su posezali za farmaceutskim preparatima koji sadrže vitamine, minerale, nezasićena masne kiseline i dr., a danas tim preparatima funkcionalna hrana postaje konkurencija. S ciljem da se funkcionalna hrana maksimalno koristi za dobrobit javnog zdravlja, potrebno je maksimalno povezati znanstvene spoznaje o dokazanim vezama hrane i smanjenja rizika od bolesti.

Radna definicija funkcionalne hrane je ona koja kaže da funkcionalna hrana na zadovoljavajući način pokazuje kako povoljno utječe na jednu ili više ciljnih funkcija organizma, iznad odgovarajućih prehrambenih učinaka, na način koji odgovara ili dobrom zdravlju ili smanjenju rizika od bolesti.

Funkcionalna hrana može biti prirodna hrana, modificirana tradicionalna hrana, ili nova hrana  
Postoji pet pristupa da se hrana učini funkcionalnom:

1. Eliminacija sastojka za kojeg se zna da ima štetan učinak na potrošača (npr. alergeni protein)
2. Povećanje razine prirodnog sastojka neke namirnice do postignuća koncentracije koja može imati željeni učinak (npr. viša koncentracija nekog mikroelementa koja će uzrokovati dnevni unos viši od preporučenog, ali u skladu s neškodljivim dozama potrebnim za sprječavanje neke bolesti; npr. preporuka za dnevni unos selenija je 55-70  $\mu\text{g}$  za žene i muškarce, a u jednoj petogodišnjoj intervencijskoj studiji tijekom koje su ispitanici svakodnevno uzimali po 200  $\mu\text{g}$  Se utvrđena je 50%-tno niža učestalost raka nego u skupine koja nije uzimala dodatak Se)
3. Dodatak tvari koja nije uobičajeni sastojak pojedine namirnice, ali čiji su blagotvorni učinci dokazani (npr. prebiotski fruktooligosaharidi kao hrana probiotskim mliječnim bakterijama)
4. Zamjena nekog makronutrijenta, čiji je unos obično prevelik te uzrokuje štetne posljedice (npr. masti), sastojkom koji ima pozitivan učinak na zdravlje (npr. inulin cikorijske, prehrambena vlakna)
5. Poboljšanje bioraspoloživosti (modifikacija) sastojaka za koje su dokazani pozitivni učinci na zdravlje (kuhanjem kruciferanog povrća razlažu se glukozinolati na aktivne tvari, tj. na

indole i izotiocijanate, koji aktiviraju enzime koji metaboliziraju ksenobiotike, tj. toksikante i blokiraju kemijski induciranu karcinogenezu).

Paralelno s prijenosom znanosti u "funkcionalnu hranu", potrebna je i potvrda o uspješnosti te hrane, što će poticati istraživanje o interakciji prehrana-zdravlje. Potrebne su kombinirane epidemiološke i kliničke studije da potvrde rezultate, jer hrana nije lijek. Kako bi to što bolje provjerili, potrebni su biomarkeri da predvide određenu bolest. Kao biomarkeri u SAD-u su službeno prihvaćeni, npr. ukupni kolesterol, LDL i HDL kolesterol. Danas ispituju i vlakna, nizak i visok unos, kao potencijalni marker za neke bolesti debelog crijeva. Za budućnost je funkcionalne hrane bitno utvrditi biomarkere bolesti, jer mora postojati mjerljivi indeks koji izravno upozorava na potencijalnu, buduću bolest, jer je odraz ranog procesa bolesti. Tako će se moći na vrijeme koristiti funkcionalna hrana. Ti se biomarkeri moraju internacionalizirati, jer će tada biti lakše provesti epidemiološke studije i validaciju funkcionalne hrane, što će stvoriti kredibilitet kod potrošača. Oni će imati veću kontrolu nad svojim zdravljem i kakvoćom življenja. Naravno da ovakav trend dovodi do zlorabe termina funkcionalna hrana, pa često vlade, odnosno ministarstva zdravstva mnogih zemalja zahtijevaju detaljna ispitivanja, znanstveni nadzor, detaljnu analizu sastojaka, medicinska, prehrambena i fiziološka ispitivanja o ljekovitom djelovanju prije nego proizvod dobije dozvolu za naziv "hrana sa specijalnim djelovanjem na zdravlje". No, takva ispitivanja traju godinama i trebaju velik broj ispitanika.

Prvi je korak u istraživanju i razvoju funkcionalne hrane identifikacija specifičnog i potencijalno za zdravlje povoljnog međudjelovanja jednog ili više sastojaka funkcionalne hrane i nekakve (genomske, stanične, biokemijske, ili fiziološke) funkcije u organizmu. Taj prvi korak je dio fundamentalnog istraživanja koje predlaže jednu ili više hipoteza za uočene interakcije. Funkcionalni se učinak hrane na zdravlje čovjeka zatim mora dokazati i studijom na dobrovoljcima. Prije dokaza ovih učinaka mora se načiniti i procjena sigurnosti funkcionalne hrane, što je apsolutni preduvjet za razvoj funkcionalne hrane. U svakom se slučaju preporuča da funkcionalna hrana ostane dijelom zdravog prehrambenog režima, a ne preporuča se unos aktivnog sastojka tabletama ili nekakvim drugim načinom suplementacije. U budućnosti će sve nejasnija postajati razlika između hrane i lijeka, naročito uvođenjem novih tehnologija koje koriste hranu kao nosač lijekova i cjepiva. Morat će se uvažiti i činjenica da sama prisutnost sastojka ne znači obvezno i da će on biti biološki aktivan pri konzumaciji. Industrijska i kućna priprema hrane mogu značajno promijeniti njezinu kakvoću. U nekim slučajevima, kuhanje može poboljšati apsorpciju nekog sastojka (npr. likopena rajčice koji ima antioksidantna svojstva), ali u drugim može negativno utjecati na očekivana svojstva neke funkcionalne hrane



(npr. kuhanje češnjaka umanjuje njegova svojstva zaštite od raka). Znanost o funkcionalnoj hrani morat će posvetiti pozornost pitanjima utjecaja industrijske i kućne obrade na bioaktivne sastojke funkcionalne hrane. Također treba poznavati i međudjelovanja sastojaka neke funkcionalne hrane, ali i interakcije sa sastojcima drugih namirnica kao dijela prehrane.

Primjena funkcionalne hrane najviše obećava u sljedećim funkcijama organizma:

1. Rast, razvoj i diferencijacija (npr. primjena vitamina A i B<sub>5</sub> u funkcionalnoj hrani, namijenjenim poticanju zarastanja rana).
2. Metabolizam substrata (npr. dodatak fruktooligosaharida u funkcionalnu hranu; oni su hrana za mliječno kisele bakterije čiji produkti djeluju pozitivno na zdravlje).
3. Obrana od reaktivnih oksidacijskih vrsta (npr. primjena antioksidanata poput vitamina E, C, β-karotena te mikroelementa selenija).
4. Kardiovaskularni sustav (npr. dodatak višestruko nezasićenih masnih kiselina poput EPA i DHA, koje umanjuju neke činioce rizika od kardiovaskularnih bolesti, npr. koncentracije triacilglicerola u krvi, agregaciju trombocita te krvni tlak).
5. Fiziologija probavnog trakta (npr. probiotski mliječni napitci s mliječno kiselim bakterijama koje imaju gore spomenute pozitivne učinke na zdravlje)
6. Ponašanje i psihološke funkcije (npr. funkcionalna hrana bogata inozitolom za koji je utvrđeno anksiolitičko djelovanje).

Znanost će o funkcionalnoj hrani omogućiti bržu i pouzdaniju primjenu tzv. “zdravstvenih tvrdnji” koje su zapravo poruke potrošačima. Smatra se da će se “zdravstvene tvrdnje” odnositi na:

- a) pojačanu funkciju: Pojačanom funkcijom se smatra pozitivna posljedica međudjelovanja između nekog sastojka hrane i specifične genomske, biokemijske, stanične, ili psihološke funkcije bez navođenja bilo kakve koristi za zdravlje ili smanjenja rizika od bolesti (npr. jačanje imunog sustava od strane probiotskih bakterija); uravnoteženje crijevne mikroflore (stimulacija probiotskih bifidobakterija) fruktooligosaharidima; obrana od oksidantnih toksikanata i slobodnih radikala antioksidantnim vitaminima i selenijem.
- b) manji rizik od bolesti: Smanjen rizik od bolesti može biti posljedica unosa jednog ili više specifičnih sastojaka hrane (npr. manji rizik od infekcija probavnog trakta uz probiotske bakterije; smanjena učestalost obolijevanja od raka unosom selenija, i dr.).

Dokazivanje utjecaja pojedine funkcionalne hrane na pojačavanje pojedine funkcije organizma ili na smanjenje rizika obolijevanja od neke bolesti, uvijek zahtijeva odgovarajuća istraživanja,

pri čemu su u prvom slučaju dovoljna laboratorijska i klinička ispitivanja, dok je u drugom slučaju riječ o dugotrajnim i skupim (intervencijskim) eksperimentima s vrlo velikim brojem ispitanika. U SAD-u mnogi novi funkcionalni proizvodi nisu dobili odobrenje za tzv. “health claim” zbog prekrutih zahtjeva za znanstvenim potvrdama, te se smatra da je možda potreban fleksibilniji pristup. To je važno i zbog pozitivnog učinka koji pouzdane tvrdnje o zdravstvenom učinku imaju na potrošačeve prehrambene navike i njegovu svijest o vezi između prehrane i bolesti. FDA odobrava zdravstvene tvrdnje za namirnice samo ako se one osnivaju na čvrstim znanstvenim temeljima. Korištenje je intervencijskih studija nepraktično, preskupo, i predugo traje. Intervencijske studije bi po nekim autorima trebale biti zamijenjene alternativnim postupcima koji uključuju korištenje već spomenutih biomarkera. Tri su vrste biomarkera potrebne za procjenu nekog sastojka, i to:

- ♣ Biomarkerima unosa utvrđuje se optimalna doza (npr. za selenij je biomarker unosa enzim koji sadrži Se, tj. glutathion peroksidaza u plazmi).

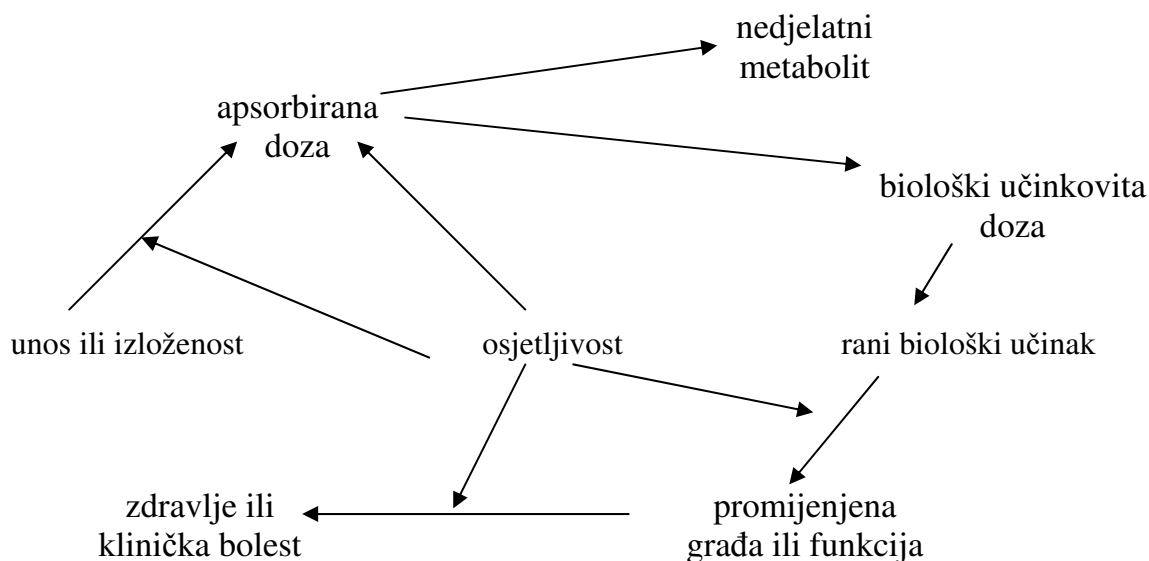
- ♣ Biomarkeri učinka odražavaju posljedice međudjelovanja sastojka i nekakvog genomnog, biokemijskog, staničnog, ili fiziološkog događaja (npr. kao biomarker antioksidantnog djelovanja selenija može se koristiti razina malondialdehida u tkivima, koji je produkt lipidne peroksidacije).

- ♣ Biomarkeri osjetljivosti koriste se da bi se ustanovile razlike u reakciji na sastojak zbog genetskih varijacija i utjecaja okoliša (npr. ispitivanjem gore navedenih biomarkera selenija kod većeg broja ispitanika-genetska varijabilnost, i uz mnoštvo različitih utjecaja okoliša, može se utvrditi osjetljivost učinka nekog sastojka hrane).

Prije povećanja unosa pojedinog sastojka hrane mora se razmotriti i mogućnost toksičnosti neke tvari pri višim koncentracijama. Poznato je da vrlo visok unos esencijalnih hranjivih tvari može biti štetan (npr. vitamin A, željezo, selenij). Ispitivanju svojstava nekog bioaktivnog sastojka funkcionalne hrane, treba stoga osim donje granice unosa (ispod koje se ne može očekivati pozitivan učinak), odrediti i gornju granicu unosa da se umani rizik od toksičnih reakcija.

U SAD-u je povećano zanimanje za funkcionalnu hranu potaknulo neko čimbenika, među kojima su najvažniji povećanje troškova zdravstvene zaštite (zbog većeg udjela starije populacije), zakonske promjene koje su dopustile zdravstvene tvrdnje za namirnice, i nova znanstvena otkrića. Jedno je od najvažnijih znanstvenih otkrića, koje je dovelo do povećanog zanimanja za funkcionalnu hranu, otkriće povezanosti većega unosa voća i povrća sa

smanjenjem obolijevanja od kardiovaskularnih bolesti i raka, tj. najčešćih uzroka smrti u razvijenim zemljama.



Slika 30 Dinamički međuodnosi koji se javljaju između unosa, učinka i osjetljivosti biomarkera za funkcionalne namirnice (P.Leathwood i dr. 1993)

Niz fiziološki aktivnih sastojaka voća, povrća i žitarica mogu biti nosioci takvih zaštitnih učinaka. Od biokemijskih mehanizama kojima ove fitokemikalije postižu navedene učinke spominju se antioksidantna svojstva, utjecaj na ekspresiju nekih detoksifikacijskih enzima, međustaničnu komunikaciju, imunitet, i dr. U manjoj mjeri aktivni sastojci funkcionalne hrane mogu biti i neki sastojci životinjskog podrijetla (tzv. zookemikalije), poput omega-3 masnih kiselina iz ribljeg ulja kojima se pripisuje zaštita od kardiovaskularnih bolesti. Također skupine n-3 i n-6 masnih kiselina iz mlijeka i mesa imaju antioksidantna, antikancerogena i antiaterogena svojstva. Brojne znanstvene studije potvrđuju korist od postojećih funkcionalnih namirnica, te daju podlogu za razvijanje novih funkcionalnih namirnica. Osim gore spomenutih epidemioloških istraživanja, utvrđena je povezanost i masti i vlakana u hrani i raka debelog crijeva, folata i poremećaja neuralne cijevi, kalcija i osteoporoze, psylliuma i lipida u krvi, antioksidanata i manjeg rizika od različitih bolesti, itd. Također laboratorijskim, kliničkim, i drugim pokusima identificirani su neki sastojci hrane koji bi mogli postati aktivni sastojci funkcionalne hrane, npr. indoli, izotiocijanati, i sulforafani iz krucifernog povrća poput kupusa, brokola ili cvjetače, za koje je utvrđeno da induciraju enzime koji sprječavaju ili umanjuju oštećenje DNK, smanjuju veličinu tumora (pokusi na životinjama), i smanjuju učinkovitost

estrogenih hormona; zatim alil sulfidi (iz crvenog luka i češnjaka), koji jačaju imuni sustav, povećavaju proizvodnju enzima koji pomažu u izlučivanju karcinogena, umanjuju rast tumorskih stanica, i smanjuju razine kolesterola u serumu; izoflavonoidi soje koji smanjuju serumski kolesterol, i dr.

Zadnjih godina se uvelike povećao broj funkcionalnih namirnica koje imaju potencijalno pozitivan učinak na zdravlje, i koje se podvrgavaju znanstvenoj procjeni. Nutricionisti su zbog svog poznavanja uloge prehrane u nastanku bolesti najpozvaniji da na osnovi znanstvenih dokaza daju odgovarajuće preporuke potrošačima, ali i liječnicima, o uključivanju funkcionalne hrane u svakodnevnu prehranu. Često pozitivni učinak neke funkcionalne hrane dobije prevelik odjek u popularnom tisku što ima za posljedicu povećano zanimanje javnosti za pojedinu funkcionalnu hranu kao način poboljšanja i očuvanja zdravlja. Tako neki sastojak ili funkcionalna hrana može imati veliku popularnost i prije čvrstih znanstvenih dokaza o njegovoj djelotvornosti. Ovdje treba spomenuti i razliku između konzumacije cijele namirnice i nekog izoliranog sastojka te namirnice (tzv. suplementacija). Naime, neki autori utvrdili su da se unosom čistih vitamina, umjesto voća i povrća, gube svojstva zaštite od bolesti, koja su se pripisivala upravo tim vitaminima, te da je očito riječ i o drugim sastojcima voća i povrća koji sami ili skupa s vitaminima imaju zaštitna svojstva. Stoga nutricionisti imaju zadatak edukacije stanovništva u smislu potrebe većeg unosa raznovrsne hrane s dovoljnim unosom voća i povrća, te drugih namirnica koje sadrže sastojke s pozitivnim učinkom na zdravlje. S druge strane, prirodne količine nekog sastojka funkcionalne hrane (s obzirom na količinu namirnice koja se konzumira) često nisu dovoljne za dostignuće blagotvornih učinaka na zdravlje, te se upravo tehnikama nastajanja funkcionalne hrane (genetički inženjering: npr. naranče obogaćene vitaminom C, brokule s visokom razinom fitokemikalija; ili dodatak vlakana u pekarske proizvode) mogu postići optimalni učinci na zdravlje. Prednost je fortifikacije ili modifikacije namirnice u odnosu na suplementaciju pojedinog sastojka (posebnim pripravcima s odabranom koncentriranom tvari) u tome što pojedinac nastavlja koristiti neku namirnicu postižući razinu koja djeluje blagotvorno na zdravlje, uz istodobni unos i mnoštva drugih prirodnih fitokemikalija koje se nalaze u genetički modificiranoj ili fortificiranoj hrani.

Danas se sve više naglašava djelotvornost i optimalna cijena zdravstvene zaštite, te se time sve više prihvaća i važnost promjene prehrambenih navika radi poboljšanja zdravlja. Kao rezultat, prehrambena industrija odgovara na zahtjeve potrošača za zdravijom hranom (najprije proizvodnjom namirnica bogatijih hranjivim tvarima, te onih s manje masti i natrija). Po prognozama stručnjaka, najveći porast prodaje (time i najveći rast u prehrambenoj industriji)

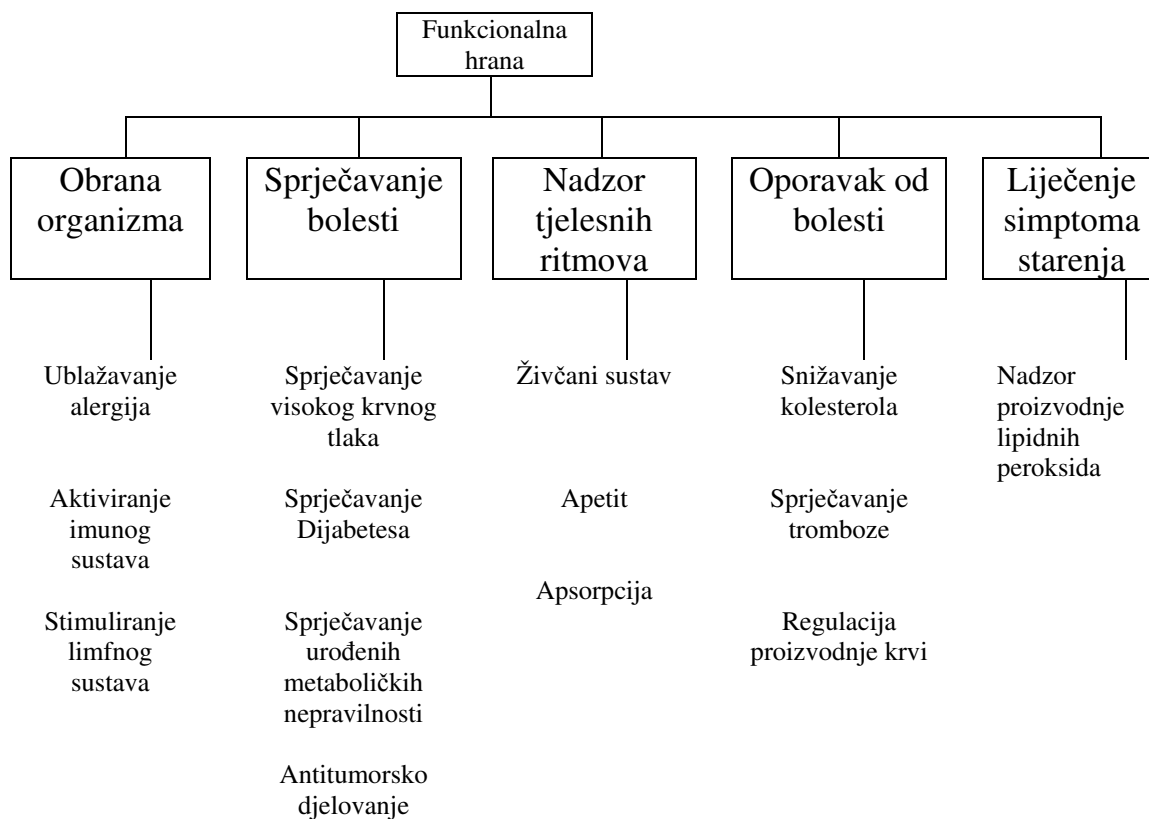
imat će upravo namirnice s tvrdnjama o pozitivnom utjecaju na zdravlje. Godine 1992. 40% novih prehrambenih proizvoda u SAD-u imalo je neku vrstu “zdravstvene tvrdnje”. Najdalje je u promicanju funkcionalne hrane otišao Japan (odakle i potječe naziv funkcionalna hrana), gdje vlada već od sredine osamdesetih godina potiče razvoj hrane koja bi imala pozitivan učinak na zdravlje, čime bi se konačno smanjili troškovi zdravstvene zaštite. Ujedno, funkcionalna se hrana drži i vrlo izglednim tržišnim proizvodom. Već 1991. japanska vlada donosi i zakon po kojem se neka namirnica može označiti kao Hrana za specifičnu zdravstvenu svrhu (FOSHU). U SAD-u je 1990. godine izglasan Zakon o označivanju namirnica i prehrambenoj edukaciji (NLEA), kojim se regulira stavljanje naljepnica na namirnice s prehrambenim podacima i koji je omogućio isticanje zdravstvenih tvrdnji na proizvodu tek nakon odobrenja Administracije za hranu i lijekove (FDA). EU kasni za Japanom i SAD-om u donošenju legislative takvoga tipa, što koči razvoj funkcionalne hrane. U Hrvatskoj također ne postoji zakonodavstvo o funkcionalnoj hrani, ali ju se ipak polako proizvodi.

Od funkcionalnih proizvoda koji su postigli komercijalni uspjeh poznat je jogurt LGG s *Lactobacillus acidophilus* 1, jer je ovaj mikroorganizam koristan za probavu i imunitet. Ovaj mikroorganizam se već nalazi u probavnom traktu, pa se dodatkom jača već postojeća obrambena snaga. Kako se pojačava djelovanje tih nepatogenih bakterija, smanjuje se djelovanje patogenih, naročito enterobakterija. Hranom proizvedene promjene rezultiraju većom otpornošću ljudskog organizma na infekcije. Osim u jogurt, te se probiotički djelotvorne bakterije mogu dodati i svježem siru, mislama i drugim namirnicama.

Neki proizvođači proizvode napitke s kalcijem i bjelančevinama kako bi smanjili posljedice osteoporoze.

Važno je znati da se dodana količina nekoga sastojka u funkcionalnu hranu treba označiti, pa prehrambene naljepnice sadrže oznaku prirodne i dodane količine nekog sastojka.

Zadatak je prehrambenog tehnologa i biotehnologa uključiti se u (mega)trend budućnosti, biotehničko poboljšanje prehrambenih proizvoda. Ti će proizvodi jednako izgledati i imati jednak okus, ali će biti mnogo zdraviji. Ipak, nećemo potpuno izbjeći bolesti, a tada na red dolaze lijekovi.

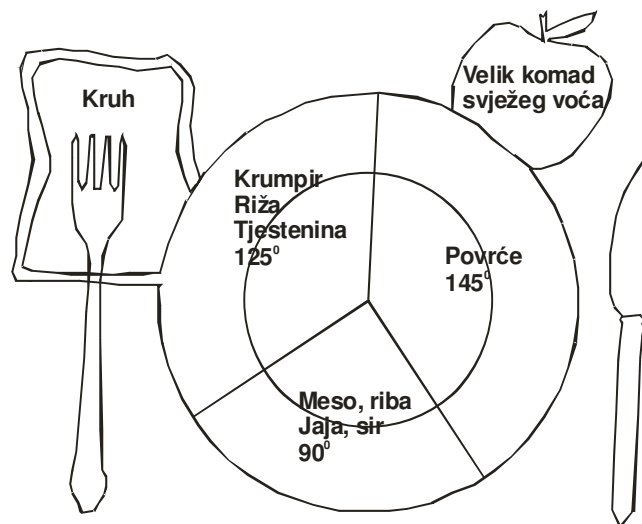


Slika 31 Glavna područja na kojima funkcionalna hrana može utjecati ili regulirati određeni tjelesni proces i gdje su potrebni znanstveni i zakonski kriteriji da se procijeni valjanost navoda o pozitivnom učinku na zdravlje (P.Leathwood i dr. 1993)



## Poglavlje 8

# NAČELA PLANIRANJA PREHRANE I SASTAVLJANJA DNEVNOG OBROKA





Pri planiranju prehrane treba voditi brigu o fiziološkim potrebama organizma, preporukama Svjetske zdravstvene organizacije, ili nacionalnim preporukama u pogledu energetske, gradivnih i zaštitnih tvari, ekonomskom momentu, navikama. Također treba osigurati uvjete da planirana hrana bude higijenski ispravna, kako ne bi dovela do trovanja. No bitni su parametri u planiranju prehrane i izgled i okus jela, zasićujuća moć, probavljivost, a i cijena obroka.

Izgled jela, lijepo serviranje, ugodan prostor, sve to pridonosi lučenju probavnih sokova, što je važno za probavu i iskorištenje namirnica.

Vrstu namirnica i način pripreme hrane treba prilagoditi potrošaču, jer je u protivnom ili uopće neće jesti, ili u boljem slučaju, ne utječe na lučenje probavnih sokova.

Za osjećaj sitosti, bitno je koliko se namirnica dugo zadržava u želucu. Ako se zadržava kratko, brzo se javlja osjećaj gladi, kontrakcije gladi. Namirnice bogate na ugljikohidratima imaju malu zasićujuću moć, tj. nakon obroka bogatog ugljikohidratima (tjesto) brzo se javlja osjećaj gladi. Meso, jaja, sir, mahunarke, zbog visokog sadržaja bjelančevina dugo se zadržavaju u želucu i pružaju osjećaj sitosti. Zasićujuća je moć tih namirnica vrlo velika.

Masti i ulja imaju dva suprotna djelovanja. Osjećaj sitosti izazivaju usporavanjem potiskivanja hrane iz želuca. Istovremeno, negativno djeluju na sekreciju, što smanjuje osjećaj sitosti.

Iskorištenje neke namirnice ovisi o hranjivim sastojcima koje sadrži, ali i o načinu pripreme, kao i o stanju organizma. Zdrav organizam pri normalnoj prehrani iskoristi 95% masti, 97% ugljikohidrata, 92% bjelančevina, a tiamina 75%.

Raspoloživa novčana sredstva imaju jednu od vodećih ulogu u prehrani pojedinaca i skupine. Što su primanja jedne obitelji manja, to se veći postotak tih primanja mora izdvojiti za prehranu i obrnuto (Englov zakon). Naime, za nabavu osnovnih namirnica, koje služe za utaživanje gladi, svi izdvajaju jednako novca, što kod ljudi s manjim primanjima čini daleko veći postotak. Daljnja potrošnja novca često nije usmjerena na poboljšanje kakvoće prehrane, već na osiguravanje standarda koji se vidi. Naime, često ljudi više daju na novi auto, koji će pokazati njihov standard, nego na prehranu (lonac nitko ne vidi).

Pri sastavljanju obroka prvo odredimo energetska vrijednost koju planirani obrok mora pružiti. Energetska vrijednost i kakvoća obroka se najlakše postižu ako je svaka skupina namirnica svakodnevno zastupljena bar s jednom namirnicom. Naime, namirnice se unutar pojedine skupine mogu međusobno zamijeniti, a da se pri tome bitno ne smanjuje energetska vrijednost i kakvoća prehrane.

Koliko pojedina skupina namirnica treba osigurati energije u dnevnim energetske potrebama, ovisi o dobi i aktivnosti osobe i/ili populacije.

Planirane energetske potrebe treba rasporediti tijekom dana na nekoliko obroka, najmanje 3, a po mogućnosti i više, 4 ili 5. Ako se planiraju 3 obroka, najčešće se planira 30% za doručak, 40% za ručak i 30% za večeru. Češće unošenje hrane pozitivno se odražava i na zdravlje i na radnu sposobnost. Važno je broj i veličinu obroka prilagoditi funkcionalnoj sposobnosti organizma za probavu, kao i energetske potrošnji tijekom dana. Poznato je da ljudi stječu loše navike oko rasporeda i količine obroka i, nažalost, tek neka velika nevolja, bolest, pozitivno utječe na promjene tih navika.

Tablica 43 Udio namirnica u energetskej strukturi obroka (B.Simić,1977)

kcal	Kruh i tjestenina	Meso, riba, jaja	Mlijeko i proizvodi	Masti	Povrće	Voće	Šećer i proizvodi
do 1300	14	14	25	14	13	10	10
1300-2800	30	10	20	10	10	10	10
2800-3200	40	10	10	15	10	5	10
>3200	50	5	10	20	5	5	5



*Poglavlje 9*

**TROVANJE HRANOM**



Povećanje proizvodnje i potrošnje namirnica, posebno životinjskog podrijetla, dovodi da često izostane odgovarajući sanitarni i veterinarski nadzor, što uvjetuje da namirnice i u neispravnom stanju dođu do potrošača i izazovu trovanje. Trovanje hranom rijetko dovodi do težeg oštećenja, pa se najčešće niti ne traži medicinska pomoć. No u slučaju kolektivne prehrane, u restoranima, trovanje je masovnog karaktera, pa je uključena i zdravstvena služba.

Kod trovanja hranom dolazi naglo do želučano-crijevnih poremećaja (kratka inkubacija), a ponekad i do poremećaja živčanog sustava. Do trovanja hranom dolazi zbog uzimanja hrane zagađene otrovnim tvarima životinjskog, biljnog i bakterijskog podrijetla (biološka kontaminacija) ili toksičnim kemijskim tvarima (kemijska kontaminacija).

## **BIOLOŠKA KONTAMINACIJA NAMIRNICA**

Što su namirnice bolje, kvalitetnije za prehranu čovjeka, to predstavljaju idealniju podlogu za razmnožavanje mikroorganizama. Saprofitni mikroorganizmi ne predstavljaju opasnost za zdravlje čovjeka, ali razgrađuju bjelančevine, masti i šećere, te smanjuju hranjivu vrijednost namirnica. Patogeni mikroorganizmi ugrožavaju zdravlje ljudi. Pri nadzoru namirnica neophodne su i mikrobiološke analize koje pokazuju koji mikroorganizmi su prisutni i je li namirnica odgovara bakteriološkim normama, a te norme su regulirane Pravilnikom o minimalnim uvjetima u pogledu bakteriološke ispravnosti kojima moraju odgovarati namirnice u prometu.

Do ove kontaminacije može doći tako da mikroorganizmi iz vanjske sredine dospiju u hranu i tako ugroze zdravlje čovjeka. Najčešće kontaminirana hrana je životinjskog podrijetla (meso, perad, riba, jaja, mlijeko), a hrana biljnog podrijetla je rijede kontaminirana i pogodna za razmnožavanje mikroorganizama, pa tako i manje opasna za ljudsko zdravlje. Biološko trovanje mogu izazvati i trovanja biljnim otrovima (kao trovanje gljivama) i mikotoksinima.

Do trovanja najčešće dovode bakterije (*Salmonella* i *Cl. botulinum*), njihovi toksini i toksični proizvodi koji nastaju djelovanjem bakterija na namirnice.

### **Alimentarne toksiinfekcije**

Sve alimentarne toksiinfekcije dijele se na:

1. alimentarne toksiinfekcije koje izazivaju *Salmonelle*,
2. alimentarne toksiinfekcije koje izazivaju enterotoksični stafilokoki i
3. alimentarne toksiinfekcije koje izazivaju uvjetno patogene bakterije.

### Alimentarne toksiinfekcije izazvane *Salmonellama*

Bakterije iz skupine *Salmonella* najčešće se nalaze u mesu (mljeveno, nedovoljno kuhano), jajima (naročito u prahu) i mlijeku. U hrani se brzo razmnožavaju, ali ne mijenjaju primjetno organoleptičke značajke hrane, stoga nije moguće tijekom konzumiranja hrane uočiti neispravnost i opasnost. Kod

Tablica 44 Prikaz broja mikrobiološki i kemijski ispitivanih namirnica, te broj i postotak neispravnih uzoraka za 1998. godinu (Hrvatski zdravstveno-statistički ljetopis za 1998. godinu, Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Zagreb, 1999.)

Zavod za javno zdravstvo	Mikrobiološka ispitivanja			Kemijska ispitivanja		
	Ispitano	Neisprav.	%	Ispitano	Neisprav.	%
Osijek	2202	231	10,49	1963	27	1,37
Pula	1993	306	15,35	1503	104	6,92
Rijeka	2224	488	21,94	2268	89	3,92
Split	5391	317	5,88	3318	82	2,47
Zadar	1803	199	11,04	319	17	5,33
Grad Zagreb	8005	551	6,88	5127	183	3,57
HR zavod za javno zdravstvo	6538	264	4,04	4564	154	3,37
Ostali zavodi	7219	1058	14,65	1969	103	5,23
Ostali	10150	551	5,42	7399	417	5,63
Ukupno	45525	3965	8,71	28430	1176	4,14

ovog trovanja radi se o alimentarnoj toksiinfekciji jer je organizam izložen djelovanju i virulentnih klica i endotoksina. Endotoksini se oslobađaju u probavnom traktu, nakon razgradnje bakterija unesenih hranom. Ujedno su enterotoksini jer uvjetuju enteričke (crijevne) probleme. Ta su trovanja česta i svake se godine zabilježi nekoliko slučajeva. Potencijalna opasnost uvijek postoji kad se utvrdi bilo koji mikroorganizam uzročnik alimentarne toksiinfekcije, ili velik ukupan broj bakterija u namirnici ili vodi. U tim slučajevima treba neodgodivo poduzeti sanitarno-higijenske mjere da bi se spriječila epidemija. Da bi se dokazalo trovanje salmonelama (salmoneloza), potrebno je istu salmonelu dokazati u hrani, povraćenom sadržaju, stolici i krvi. Zaštita (profilaksa) od ove toksiinfekcije obuhvaća stalnu veterinarsku kontrolu, kako žive stoke tako i mesa, nadzor osoblja koje je izravno u kontaktu s namirnicama radi otkrivanja kliconoša, izgradnju higijenskih objekata u kojima se namirnice proizvode, rigorozan nadzor higijenskih mjera, čuvanje namirnica na nižim temperaturama, uništavanje glodavaca i insekata, izbjegavanje podgrijavanja namirnica (ako se podgrijavaju, potrebno ih je uvijek prokuhati). Broj asimptomatskih kliconoša skupine *Salmonella* u nekoj sredini varira prema njihovoj izloženosti infekciji; može se povezati s profesijama, naročito kod osoba koje se bave termički netretiranim mesom i mesnim proizvodima.

Tablica 45 Kretanje salmoneloze i drugih alimentarnih toksiinfekcija tijekom 1993-1998 godine u R Hrvatskoj (Hrvatski zdravstveno-statistički ljetopis za 1998. godinu, Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Zagreb, 1999)

Bolest	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Salmoneloza	7.087	4.931	3.642	2.899	4.204	4.288
Alim.toksiinfekcije druge etiologije	3.893	4.117	4.085	3.582	4.037	4.032

*Salmonella* se sa životinja, najčešće peradi, prenosi na ljude, pa ih ubrajamo u zoonoze. Salmoneloza je i trbušni tifus. Najčešće se širi zagađenom vodom, stoga se radi o hidričnoj epidemiji (hydor, grčki= voda).

#### *Alimentarne toksiinfekcije koje izazivaju enterotoksični stafilokoki*

To trovanje hranom izazivaju neki sojevi *Staphylococca* jer u različitim uvjetima temperature i pH u namirnicama stvaraju termostabilan enterotoksin. Izvor tih sojeva je sekret iz nosa i kliconoše, pa je osobna higijena najvažnija u sprječavanju kontaminacije namirnica. Simptomi trovanja javljaju se brzo nakon konzumiranja kontaminiranih namirnica, i to povraćanje, glavobolja, grčevi u želucu i proljev. Smrtnost se gotovo ne javlja.

#### *Alimentarne toksiinfekcije koje izazivaju uvjetno patogene bakterije*

Ta trovanja uzrokuju uvjetno patogene bakterije kao, *E.coli*, *Proteus* i dr., a nalaze se svuda u okolini (ubikvitarne su) pa se njima mogu kontaminirati sve namirnice. Mišljenja o trovanju tim bakterijama vrlo se razlikuju: ili se radi o bakterijskom endotoksinu, ili je trovanje izazvano djelovanjem međuprodukata proteolitičke razgradnje (biogeni amini-histamin), ili iritirajućim djelovanjem brojnih bakterija na sluznicu probavnog trakta.

### **Alimentarne intoksikacije**

*Clostridium botulinum* uzrokuje bolest botulizam (botulus=kobasica, jer je prvo trovanje zabilježeno nakon konzumiranja kobasica) jer ovaj mikroorganizam proizvodi egzotoksin, koji je osjetljiv na toplinu (termolabilan je). Uništava ga temperatura od 80°C za 30 minuta, a od 100°C za 10 minuta. U konzervi se uništava za nekoliko minuta na 100°C, dok su spore *Cl. Botulinum* jedne od najotpornijih na toplinu. Iz spora, pod povoljnim temperaturnim uvjetima i anaerobnim uvjetima razvijaju se vegetativni oblici. Vegetativni oblik tijekom rasta i autolize oslobađa već spomenuti toksin bjelanjčevinaste građe, otporan na probavne enzime. Poznato je 7 različitih

toksina, obilježenih A-G, a botulizam u čovjeka uzrokuju toksini A,B i E. Ti toksini napadaju krajeve perifernih živaca, na kojima je acetilkolin, pa je time poremećen prijenos živčanih podražaja. Zbog anaerobne prirode *Cl. Botulinum*, najveća opasnost postoji ako se jede konzervirana hrana (meso) i šunka oko kosti. Pokvarena, opasna namirnica ne pokazuje nikakve vidljive organoleptičke promjene, jedino je konzerva napuhana ili bombirana. Nakon trovanja, prvo se javljaju probavne smetnje, a zatim živčani poremećaji. Radi zaštite od botulizma, namirnice koje se konzerviraju treba dobro oprati od tragova zemlje, a sterilizacija mora biti pravilna. Sva su trovanja te vrste posljedica nepravilnog rukovanja namirnicama u industriji ili domaćinstvu.

Bombaža konzerve, nastala stvaranjem plinova zbog aktivnosti *Clostridium Botulinum* i drugih mikroorganizama, biološka je bombaža. Djelovanjem kiselog sadržaja na nekvalitetnu ambalažu, limenku, također nastaju plinovi koji dovode do ispučjenja, deformiranja limenke. Pri tome se i otapaju metali iz limenke, a kao i kod biološke bombaže, namirnica se ne smije upotrebljavati u prehrani ljudi. U oba slučaja se radi o pravoj bombaži.

Lažna ili fizička bombaža nastaje zbog prenatrpavanja namirnice u limenku, ili zbog deformiranja limenke, npr. zbog udarca. Namirnica ne predstavlja u tom slučaju opasnost za zdravlje.

O kojoj je bombaži riječ, najlakše će se utvrditi ako namirnicu potopimo u vodu i otvorimo ju pod vodom. Ako se oslobađa plin, namirnicu ne treba upotrijebiti za prehranu ljudi jer se radi o pravoj bombaži.

U etiologiji alimentarnih toksiinfekcija i intoksikacija u R Hrvatskoj dominiraju *Salmonelle* sa 39%, *Clostridium* sa 22%, *Staphylococcus aureus* sa 9% i ostale sa 30% prema ukupnom broju otkrivenih bolesti.

### **Trovanje parazitima**

(Pogledati poglavlje Epidemiološki značenje mesa)

### **Trovanje biljnim otrovima**

Gljive se, i u bogatim i siromašnim zemljama zbog velike biološke vrijednosti i dobrih senzorskih svojstava puno upotrebljavaju u prehrani. Međutim, što zbog neznanja, zamjene tijekom branja, ili branja u plastične vrećice, često dolazi do vrlo opasnih, pa i smrtonosnih trovanja (micetizam). Najotrovnije su vrste, kod nas zelena pupavka i muhomorka.



Zelena pupavka (*Amanita phalloides*) sadrži toksin amanitin. Taj toksin ne razara toplina ni probavni sokovi, pa ako se zabunom ubere zelena pupavka i upotrijebi za prehranu čovjeka, znaci trovanja javljaju se nakon 12 sati (bol u trbuhu, slinjenje i dr.), a već nakon 2 dana može nastupiti smrt, i to u 60-100% slučajeva. Od svih trovanja gljivama najviše ih je uzrokovano baš zelenom pupavkom (u oko 90% slučajeva).

Muhomorka je otrovna, ali rijetko uzrokuje smrt. Otrovna je supstancija alkaloid muskarin koji djeluje na centralni živčani sustav, slično atropinu. Znaci trovanja javljaju se 2 sata nakon jela kao želučano-crijevni poremećaji, a zatim i oštećenje centralnog živčanog sustava.

### **Trovanje ribama i školjkašima**

Ova vrst trovanja nije rijetka ako ribe ili školjke neposredno nakon ulova nisu dobro uskladištene, stavljene u hladnjak. Tada su izložene djelovanju mikroorganizama i enzima. Djelovanjem se enzima aminokiselina histidin dekarboksilira u biogeni amin histamin. Nastajanje je histamina karakteristično za određene vrste riba, npr. lokarde, skuše, srdele, a trovanje je poznato pod nazivom skombrotoksizam. Osim histamina i saurin dovodi do trovanja. Simptomi trovanja nastupaju vrlo brzo, nakon 1-2 sata. Manifestiraju se kao glavobolja, povraćanje i intenzivni grčevi. Slika je dramatična, bitno se razlikuje od običnog trovanja, a bolest prolazi nakon jednog dana.

### **KEMIJSKA KONTAMINACIJA**

U industrijski razvijenim zemljama kemijska kontaminacija namirnica češća je nego u zemljama u razvoju. Riječ je o organskim i anorganskim toksičnim tvarima koje preko vode, zemlje i zraka dospijevaju u namirnice. Najčešće se radi o trovanju pesticidima i teškim metalima, te nekim konzervansima. Pravilnikom se regulira maksimalno dozvoljena količina pesticida i teških metala u namirnicama.

### **Merkurijalizam-trovanje živom**

Godišnja svjetska proizvodnja žive u svijetu iznosi nekoliko tisuća tona. Veliki dio te žive dospijeva u zrak, zemlju i vodu. U moru ju akumuliraju ribe i školjke, koji imaju moć koncentriranja 3.000. Najčešće se živini spojevi koriste kao fungicidi za zaštitu krumpira i zrna pšenice. Opasnost za zdravlje ljudi posebno je velika ako se zabunom sjemenska roba upotrijebi

za prehranu životinja i ljudi. Nisu rijetka trovanja živom nakon takvih zabuna (masovna trovanja s mesom peradi i jajima dobivenim od životinja koje su zabunom hranjene tretiranim zrnjem). Organski spojevi žive dovode do oštećenja živčanog sustava.

### **Saturnizam-trovanje olovom**

Trovanju olovom naročito su izloženi stanovnici visokoindustrijaliziranih zemalja. Iz industrijskih dimnjaka i automobila izbacuju se u zrak velike količine olova, koje zatim dospjevaju u vodu i tlo, a zatim u namirnice, pa u čovjeka. Do trovanja dolazi i nakon držanja namirnica, prvenstveno kiselih u glinenim posudama, obloženim olovnom glazurom, koja nije odgovarajuće pečena. Najčešće se radi o kiselom mlijeku, ili kiselom povrću. Zabilježeno je trovanje limunadom koja je pripravljena u keramičkim vrčevima, koji su bili neodgovarajuće proizvedeni, odnosno namijenjeni za ukras, a ne za držanje namirnica. Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) smatra da dnevno nisu toksične količine od  $7\mu\text{g}/\text{kg}$  tjelesne mase. Jednom su (1993. godine) na naše tržište stavljene u promet kapsule koje su sadržavale 29.000  $\mu\text{g}$  Pb/kapsuli, pa je nakon uporabe tih kapsula u krvi zabilježena 3 puta veća koncentracija Pb od dopuštene. Ili, radi želje za zaradom, zabilježen je slučaj dodavanja olovne boje (minija) aleva paprici (mljevena paprika), koja je upotrijebljena za proizvodnju kobasica, što je dovelo do velike epidemije.

### **Trovanje arsenom**

Arsen najčešće potječe iz sredstava za uništavanje korova, insekata, glodavaca i gljivica. Može potjecati i iz industrije, pa nakon što dođe u vanjsku sredinu zagađuje hranu. Kumulativan je otrov, a inhibira SH-skupine. Zabilježeno je trovanje arsenom, tj. jabukama koje su tretirane arsenovim preparatima.

### **Trovanje konzervansima**

Za konzerviranje namirnica i poboljšanje njihovih organoleptičkih svojstava, često se dodaju spojevi, npr. kalijevi i natrijevi nitrati i nitriti. Ako se dodaju u većim količinama, mogu dovesti do trovanja. Često i pitke vode sadrže veću količinu nitrata; takve vode predstavljaju naročito opasnost za dojenčad, ako im se mlijeko u prahu rehidrira takvom vodom, ili ako se pripremi čaj.

Povrće, zbog velike i nekontrolirane uporabe umjetnih gnojiva, može također sadržavati veće količine nitrata.

Trovanje se javlja jer se stvara methemoglobin. Hemoglobin sadrži  $\text{Fe}^{2+}$  i prenosi kisik, a methemoglobin sadrži  $\text{Fe}^{3+}$  i "mrtav" je za kisik.

Iz nitrata mogu nastati i kancerogeni spojevi nitrozamini, stoga se količina nitrata strogo kontrolira, npr. u soli za salamurenje.

### **Trovanje pesticidima**

Za zaštitu hrane od insekata, glodavaca, korova i plijesni koriste se razni insekticidi, rodenticidi, herbicidi i fungicidi. Uporaba tih sredstava sve je raširenija, pa se uvijek mogu naći u namirnicama kako biljnog, tako i životinjskog podrijetla. Preko namirnica dopijevaju u organizam čovjeka i ugrožavaju njegovo zdravlje. Najčešće se radi o organofosforim spojevima, kloriranim ugljikovodicima, karbamatima, živinim organskim spojevima, te solima bakra, arsena i dr. Način se i brzina razgradnje pojedinih pesticida razlikuje, pa uvijek treba čitati upute o vremenu karencije (vremenski period koji mora proći od zadnjeg tretiranja namirnice i ubiranja namirnice), kako bi se tek tada namirnicu pustilo u promet. Znači, i nakon karencije ostaje dio pesticida u namirnici, rezidua pesticida, a Pravilnik o maksimalno dozvoljenim količinama pesticida u namirnicama regulira maksimalno dozvoljene količine. Ako sadržaj pesticida prelazi količinu dopuštenu Pravilnikom, namirnica se ne smije koristiti za prehranu ljudi.

#### *Organoklorni spojevi*

Najpoznatiji su DDT (diklordifeniltrikloretan) i HCH (heksaklorcikloheksan) spojevi. Upotrebljavaju se za suzbijanje insekata i parazita. Topljivi su u mastima pa se najviše nagomilavaju u masnom tkivu, mozgu i nadbubrežnim žlijezdama. DDT inhibira sintezu kortikosteroida u nadbubrežnim žlijezdama, a ima i kancerogeno i mutageno djelovanje pa je 1971. godine u Europi zabranjen.

#### *Organofosforni spojevi*

Najpoznatiji su malation i paration. Paration inhibira enzimsku aktivnost kolinesteraze koja je bitna za funkciju SŽS.

Malation, derivat parationa, upotrebljava se za zaprašivanje komaraca, preko alveola ulaze u organizam, zato tijekom tretiranja komaraca treba držati zatvorene prozore, dok se on slegne.

## **RADIOAKTIVNA KONTAMINACIJA**

Nuklearni pokusi još uvijek nisu zabranjeni. Sve se češće izgrađuju nuklearne centrale, pa nisu rijetke nesreće, tj. nekontrolirani procesi u tim centralama, reaktorima. Nastale radioaktivne čestice kontaminiraju zrak, vodu, tlo i namirnice. Zbog zračnih se strujanja radioaktivne čestice nakon incidenta prenose i na udaljenost od nekoliko tisuća kilometara. U namirnicama se tada mogu naći rezidue radioaktivnih  $I^{131}$ ,  $Cs^{137}$ ,  $Sr^{89}$ ,  $Sr^{90}$ , a najveću opasnost predstavljaju  $Sr^{90}$  i  $Cs^{137}$  jer imaju dugo vrijeme poluraspada. Ljudsko zdravlje može biti ugroženo izravnim djelovanjem elektromagnetskog zračenja ili unošenjem radioaktivne hrane i vode. Bolest radijacije manifestira se kao glavobolja, vrtoglavica, a zatim anemija, sterilitet. Onemogućena je sinteza DNK. Da bi se sačuvalo zdravlje, treba spriječiti kontaminaciju zraka, vode, zemlje i hrane zabranom nuklearnih pokusa u zraku i na površini zemlje. Inače, hrana i voda najuspješnije se čuvaju od kontaminacije radioaktivnom prašinom u zatvorenim posudama, u podzemnim prostorijama debelih zidova s hermetički zatvorenim vratima. Tijekom intenzivnog radioaktivnog zračenja izvore vode i bunare treba maksimalno zaštititi, pokriti. Treba isključiti dovod vode u cisterne, čatrnje, kako bi se spriječilo dotjecanje radioaktivnim česticama kontaminirane vode. Mlijeko se može dekontaminirati pomoću specijalnih filtera s ionskim izmjenjivačima. Namirnice u limenkama mogu se dekontaminirati pranjem s higijenskom vodom. Svježe voće i povrće treba također dobro prati čistom vodom.

U svježim padalinama, neposredno nakon nekog incidenta ili pokusa, najznačajniji je  $I^{131}$ , koji izaziva karcinom štitnjače. Sreća je, pak, da ovaj radioaktivni elemenat ima kratko vrijeme poluživota (vrijeme za koje se radioaktivnost smanji na polovinu, npr. sa 0,02 na 0,01  $\mu\text{Ci}$ ), 8 dana. Najveću opasnost od ovoga elementa predstavlja mlijeko, naročito ako su u slučaju neke radioaktivne nezgode krave puštane na ispašu, tj. hranjene svježe kontaminiranom hranom.

$Cs^{137}$  ima poluživot od 27 godina, no sreća je da se iz organizma brzo izluči, nakon 70-140 dana. U organizam dospjeva putem mesa i mlijeka.

$Sr^{89}$  ima kratak poluživot, 53 dana, a nalazi se najviše u svježim padalinama.

Najopasniji radioizotop je  $Sr^{90}$ . Vrijeme poluživota mu je 28 godina, a kako mu je metabolizam sličan metabolizmu kalcija, nagomilava se u kostima i zubima. Taj elemenat dolazi u organizam

čovjeka putem mlijeka; naročitu opasnost predstavlja za djecu, posebno ako nemaju dovoljno kalcija, čime se potiče apsorpcija i toksičnost  $\text{Sr}^{90}$ .

*Poglavlje 10*

**ISPITIVANJE PREHRANE I  
OCJENJIVANJE STANJA UHRANJENOSTI**



Ispitivanje prehrane i ocjenjivanje stanja uhranjenosti služe za utvrđivanje prehrambenih poremećaja. Rezultati daju početne smjernice u poduzimanju mjera za unapređenje prehrambenog stanja, odnosno zdravlja pojedinca, populacije i naroda.

Ta ispitivanja mogu se provesti izravnim i neizravnim metodama. Neizravne su metode:

- podaci zdravstvene statistike i
- dijetetička ispitivanja ili ispitivanja potrošnje hrane.

Izravne metode ispitivanja prehrane i stanja uhranjenosti obuhvaćaju:

- biokemijska ispitivanja,
- funkcionalna ispitivanja,
- klinička ispitivanja i
- antropometrijska ispitivanja.

## **NEIZRAVNE METODE**

### **Zdravstvena statistika**

Neodgovarajuća se prehrana odražava na bolest (morbidity), pa i smrtnost (mortalitet) stanovništva, posebno djece, što pokazuje zdravstvena statistika.

### **Dijetetička ispitivanja**

Odnose se na prikupljanje podataka o količini i kakvoći namirnica, te načina pripreme jela. Dijetetička ispitivanja najčešće se provode anketom radi utvrđivanja je li nacionalna, obiteljska i individualna prehrana osigurava potrebe organizma, ili se radi o nekom deficitu (Fe, Ca) ili suficitu (mast, sol). Ujedno anketa pokazuje o kojoj se nepravilnosti radi, pa se može i intervenirati. Anketa daje podatke o odstupanju u potrošnji prehrambenih tvari u odnosu na važeće preporuke, pomaže pri interpretaciji kliničkih i biokemijskih nalaza. U epidemiološkim studijama, dijetetička ispitivanja daju podatke prema kojima možemo ocjenjivati uspješnost akcije za poboljšanje prehrane pojedinih skupina.

Podaci o potrošnji hrane mogu se dobiti na više načina, a koju ćemo metodu odabrati ovisi o svrsi ispitivanja, poželjnoj preciznosti, materijalnim i kadrovskim mogućnostima, o očekivanoj kooperativnosti ispitanika, raspoloživom vremenu i dr.

*Nacionalna anketa* prehrane daje orijentacijske podatke o proizvodnji, uvozu i potrošnji namirnica u nekoj državi, tijekom jedne ili više godina, po svakom stanovniku. Ovi podaci mogu

pokazati kakva je prehrana stanovnika neke države u odnosu na drugu, npr. u pogledu potrošnje ukupne energije, masti, energije iz masti, soli i dr. Podaci ove ankete ne pokazuju vjerodostojne podatke o prehrani skupina.

*Budžetski tip ankete* prehrane zasniva se na potrošnji novca za određene, osnovne namirnice, tj. koliko se hrane u datom momentu za utrošenu sumu novca može dobiti i u kojemu opsegu ta hrana može podmiriti preporuke u pogledu pojedinih hranjivih tvari.

*Kolektivna anketa prehrane*, ili evidencija o prehrani u nekim restoranima može se zasnivati na:

-evidenciji koja postoji u knjigama kupovine i potrošnje u nekom restoranu, a koju vodi administracija restorana (npr. u bolnici),

-može se voditi svakodnevna evidencija jestivih količina namirnica, mjerenjem i vaganjem neposredno prije pripreme hrane.

Evidencijom utrošene hrane u nekom restoranu dobije se količina po svakom korisniku, pa se iz tablica o sastavu namirnica može izračunati energetska vrijednost obroka, sadržaj bjelančevina i svih ostalih hranjivih tvari, koje se za pojedinu namirnicu nalaze u tablici.

Najtočniji je način uzimanje uzorka s linije posluživanja i analiza uzoraka hrane.

Najpovoljnije je ako se sva tri oblika kolektivne ankete provode po 7 dana u sva četiri godišnja doba, ali ako se ne može, posebno pri analizi hrane (zbog skupoće), najpoželjnije je provođenje ankete tijekom proljeća kada je prehrana najsiromašnija, posebno vitaminima.

Podaci o unosu energije, zaštitnih i gradivnih tvari, dobiveni ili iz tablica ili na osnovi analize služe za uspoređivanje s preporučenim količinama i fiziološkim potrebama, prema spolu i dobi.

*Obiteljska anketa* prehrane može biti kvalitativna i kvantitativna, a služi za ispitivanje prehrane nehomogenih skupina, koje se ne hrane u zajednici. Ako se u nekom kraju anketa obiteljske prehrane provede temeljito, mogu se dobiti i zemljopisne karte o prehrani. Kod nas je obiteljska prehrana još uvijek pod velikim utjecajem raspoloživih svježih namirnica pa je također poželjno ispitivanje provoditi u sva 4 godišnja doba. Pri odabiru obitelji za ispitivanje prehrane, potrebno je odabrati reprezentativan uzorak, metodom slučajnog odabira. To može bit svaka stota ili tisućita obitelj s popisa stanovništva, ili uzeta iz telefonskog imenika. Radi dobivanja većeg broja uzoraka obitelji, kada se metodom slučajnog odabira odaberu obitelji, mogu se uzeti još jedna ili dvije obitelji koje žive u susjedstvu s prvobitno odabranom obitelji. Tako će anketar, kada se nađe u nekom dijelu grada ili ulici, moći odmah obaviti anketu i kod tih obitelji. Problem može



predstavljati i broj anketara. Ako anketira jedna osoba, vrsta će eventualnih pogrešaka tijekom ankete biti jednaka, ali anketa tada dugo traje, pa se ponuda vrste namirnica mijenja. Ako ispitivanje provodi veći broj anketara, ne mijenja se ponuda namirnica jer ispitivanje traje kraće, ali se povećava broj pogrešaka koje više anketara pravi. Bitno je prije provođenja ankete obaviti detaljne pripreme, odnosno dobro obučiti anketare.

Tijekom kvalitativne ankete obiteljske prehrane, anketar popisuje namirnice koje se u momentu popisivanja nađu u kući, kao i namirnice koje su, po izjavi domaćice, u proteklom tjednu bile upotrebljavane. Ta anketa ne daje uvid u energetske i zaštitne uloge dnevnih obroka, već samo u vrstu namirnica koje se troše u domaćinstvima i navike u potrošnji pojedinih namirnica.

Kvantitativna anketa daje točne podatke o potrošenoj količini pojedinih namirnica, a time i o energetske vrijednosti, unosu bjelanjčevina, masti, ugljikohidrata, minerala i vitamina tijekom ispitivanog perioda. Ispitivanje mora trajati nekoliko dana (bar 3), kako bi dobiveni rezultati bili vjerodostojni. Naime, što ispitivanje duže traje, domaćica i obitelj gube interes impresionirati anketara, ponašati se onako kao se inače u prehrani ne ponašaju, financijski ne mogu trošiti više nego što i inače troše i sl.

Kvantitativna se anketa može provoditi na nekoliko načina:

1. Tijekom inventurne metode domaćica vodi evidenciju o potrošenim namirnicama tijekom ispitivanog perioda. Na početku ankete domaćica mora popisati sve namirnice koje se zateknu u domaćinstvu. Tijekom ispitivanog perioda mora zabilježiti sve namirnice koje kupi ili dobije. Na kraju ispitivanja domaćica mora zabilježiti sve preostale namirnice. Anketar povremeno treba prekontrolirati rad, odnosno savjesnost domaćice. O savjesnosti i suradnji domaćice ovisi uspjeh ankete. Na osnovi potrošene količine pojedinih namirnica, može se pomoću tablica izračunati energetska vrijednost, ili vrijednost pojedinih hranjivih tvari.
2. Metoda vaganja je bolja od inventurne metode. Provodi ju anketar koji važe sve namirnice u očišćenu stanju, a mjeri i količinu namirnica koja ostane na tanjuru, tj. koja se ne pojede. Tablice o sastavu namirnica omogućavaju izračunavanje unosa svih prehrambenih tvari.
3. Kemijska metoda, tj. metoda analize obroka, identična je s kolektivnom anketom prehrane.

Tijekom ispitivanja u obitelji neophodno je izostaviti one dane, kada je u gostima neka osoba, ili kada se organizira neka proslava, kao rođendan.

Rezultati obiteljske prehrane mogu razlikovati potrošnju prema dobi i spolu uvođenjem prehrambenih jedinica (Tablica 46). Ako se količina hrane koju pojede odrastao muškarac obilježi prehrambenom jedinicom 1, ostalim članovima obitelji prema spolu i dobi pripisat ćemo

neki drugi prehrambeni koeficijent, koji ovisi o potrebama organizma za energetskim, gradivnim i zaštitnim tvarima.

Tablica 46 Primjeri prehrambenih koeficijenata (B.Simić,1977)

	Dob god.	Bjel.	Ca	Fe	Vit. A	Vit. B <sub>1</sub>	Vit. B <sub>2</sub>	Niacin	Vit. C	Vit. D	kcal
Muški	25	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Ženske	25	0.8	1.0	1.0	1.0	0.8	0.9	0.8	0.9	1.0	0.8- 0.9
Trud- noća Lakta- cija		1.2	1.9	1.2	1.2	0.9	1.2	0.9	1.3	1.0	0.9
		1.5	2.5	1.2	1.6	0.9	1.6	0.9	2.0	1.0	1.0
Djeca	1-3	0.6	1.2	0.6	0.4	0.4	0.6	0.4	0.5	1.0	0.4
	7-9	0.9	1.2	0.8	0.7	0.6	0.9	0.6	0.8	1.0	0.7
Dje- čaci	10-12	1.1	1.5	1.0	0.9	0.8	1.1	0.8	1.0	1.0	0.8
	16-20	1.5	1.8	1.2	1.0	1.2	1.6	1.2	1.3	1.0	1.1- 1.2
Djevoj- čice	10-12	1.1	1.5	1.0	0.9	0.8	1.1	0.8	1.0	1.0	0.8
	16-20	1.2	1.6	1.2	1.0	0.8	1.2	0.8	1.1	1.0	0.8

*Upitnik o učestalosti potrošnje namirnica FFQ (food frequency questionnaire)* se dobiva uvid koliko puta neka osoba u određenom vremenskom periodu neku namirnicu koristi. Upitnikom trebaju biti obuhvaćene one namirnice koje su bitne za pojedinu hranjivu tvar, za koju postoji interes. Ako u studiji koja se provodi postoji interes za unos vlakana, naravno da se ispitanike neće opterećivati pitanjima o potrošnji masti ili maslaca, već voća i povrća. Obrnuto, ako postoji interes o potrošnji masti. Međutim, ako je predmet interesa jedna široka studija o potrošnji namirnica i hranjivih sastojaka na širu epidemiološku situaciju, u upitnik će biti uključen velik broj namirnica, najčešće i preko 60, a ovisno o prehrambenim navikama nekoga kraja. FFQ može biti kvalitativan i kvantitativan, ovisno je li se uz pitanja o učestalosti potrošnje neke namirnice, postavlja pitanje o veličini porcije koju ispitanik pojede. U Prilogu je dan upitnik o prehrani (FFQ), sastavljen u Laboratoriju za prehranu i nadzor kakvoće prehrambenih proizvoda Prehrambeno tehnološkog fakulteta, a koji se koristi za utvrđivanje prehrane u Osijeku i Slavoniji.

*Metoda 24-satnog prisjećanja (24 hour diet recall)* je vrlo jednostavna i brza metoda za ocjenu prehrane neke osobe. Ispitanik se treba prisjetiti što je i koliko tijekom protekla 24 sata pojeo i

popio, pa se iz tablica o sastavu namirnica i pića izračuna unos pojedinih hranjivih tvari. Primjer ove metode dan je na kraju knjige kao Prilog.

## **IZRAVNE METODE**

### **Biokemijska ispitivanja**

Biokemijske se metode koriste za određivanje sastojaka krvi, plazme, seruma, kose, noktiju, ekskreta i dr., radi utvrđivanja poremećaja u prehrani prije nego se jave vidljivi klinički znakovi nepravilne prehrane. Tim se ispitivanjima određuje zasićenost organizma pojedinim hranjivim i zaštitnim tvarima, npr. glukozom, bjelančevinama, željezom, tiaminom i dr.

### **Funkcionalna ispitivanja**

Kada se rezerve organizma na prehranbenim tvarima iscrpe, organizam pokazuje znakove funkcionalnih poremećaja koji prethode strukturnim poremećajima, tj. vidljivim znakovima pothranjenosti. Primjenom testova za ispitivanje funkcionalne sposobnosti tkiva, organa ili organizma, može se dokazati deficit hranjivih i zaštitnih tvari koje utječu na funkcije tkiva, organa, ili organizma.

Među funkcionalnim određivanjima važno je određivanje osnovnog metabolizma (kod gladovanja se osnovni metabolizam smanjuje), krvng tlaka (debljina je obično praćena povećanjem, a gladovanje smanjenjem krvnog tlaka), fizičke izdržljivosti i dr.

### **Klinička ispitivanja**

Klinička se ispitivanja stanja uhranjenosti utvrđuju vidom, sluhom, uzimanjem anamneze, i dr., a obavlja ih isključivo liječnik.

### **Antropometrijska ispitivanja stanja uhranjenosti**

Ova ispitivanja utvrđuju odraz prehrane na tjelesne karakteristike: tjelesnu visinu, masu, obujam pojedinih dijelova tijela-nadlaktice, potkoljenice. Uspoređivanjem se tih značajki pojedinca sa standardima dobiva uvid u kakvoću prehrane.

Mjerenjem mase i visine nekoliko tisuća osoba dolazi se do referentne ili standardne mase i visine tijela za neku populaciju. Masa i visina svake osobe dijele se s podacima za referentnu osobu, množe sa 100, te izražavaju kao relativna masa tijela (RMT) i visina. Na osnovi odstupanja relativne tjelesne mase od referentne osoba se može klasificirati kao debela ili

mršava, odnosno može se odrediti njezino stanje uhranjenosti. "Idealna" tjelesna masa (ako se uopće može govoriti o idealnoj masi) je ona koja je najpodobnija s obzirom na visinu, spol, dob i građu tijela pojedine osobe.

Tablica 47 Klasifikacija stanja uhranjenosti prema relativnoj masi tijela (Simić, 1977)

Stanje uhranjenosti	RMT %
Pothranjeni	<80
Mršavi	80-89
Normalno uhranjeni	90-110
Povećana tjelesna masa (umjereno debeli)	111-120
Debeli	121-130
Vrlo debeli	>130

Tablica 48 Frekvencija distribucije relativne mase jedne skupine dječaka u dobi 8-15 godina u Osijeku (M.Mandić, 1983)

Relativna masa	%
< 80,0	0
80,0-89,9	7,5
90,0-109,9	75,0
110,0-119,9	15,0
>120,0	2,5

Danas se sve više za izražavanje stanja uhranjenosti koristi indeks mase tijela (eng. body mass index BMI), koji predstavlja odnos mase u kilogramima i visine u metrima na kvadrat.

$$\text{BMI} = \text{masa}(\text{kg}) / \text{visina}(\text{m})^2$$

Za odraslu se osobu uzima da je normalno uhranjena ako joj je BMI 21,5-25,6.

Često se stanje uhranjenosti određuje i percentilima, tj. utvrđivanjem je li se pojedina osoba svojom masom tijela, npr. izraženom kao BMI, nalazi iznad ili ispod određenog postotka za skupinu kojoj pripada po dobi (najčešće se 85 percentila uzima kao gornja granica normalne uhranjenosti).

Ljudsko se tijelo općenito sastoji iz nemasne i masne mase. Masna masa se dijeli na bitnu ili tkivnu i nebitnu ili spremišnu mast.

Bitna mast se nalazi u svim membranama stanica. Najvećim dijelom bitnu mast čine fosfolipidi (65%) i kolesterol (25%). Odrastao muškarac, težak 70 kg ima 1,5 kg bitne masti, a odrasla žena od 58 kg ima 1 kg. Nebitna mast puno je veća, kod muškarca oko 12 kg, a kod žene oko 15 kg.

Žena, dakle, ima više masti. Nebitna mast nalazi se u potkožnom masnom tkivu i u trbušnoj šupljini.

Tablica 49 Klasifikacija stanja uhranjenosti prema indeksu mase tijela (Hrvatska poljoprivreda na raskrižju, 1997)

BMI	Uhranjenost
≤18	Izuzetno mršavi
18,1-21,4	Mršavi
21,5-25,6	Prosječno uhranjeni
25,7-30,4	Povećana tjelesna masa
≥30,5	Izrazito gojazne osobe

Pri nedovoljnom unosu energije, pri gladovanju ili u bolesti ova mast koristi se kao pričuvni izvor energije. Pri prekomjernom se unosu hrane količina te masti povećava. Nagomilanu nebitnu mast mladi organizam brže troši, dok stariji sporije.

Specijalni su tip masnih stanica u tijelu smeđe stanice ili smeđa mast, a smeđa se zove zbog velike koncentracije krvnog pigmenta. Ona čini oko 1% tjelesne mase, nalazi se svuda u tijelu, tj. oko bubrega, srca, uzduž aorte.

## LITERATURA

1. Katica Antonić Degač, Antoinette Kaić-Rak, Elika Mesaroš\_Kanjski I Zrinka Petrović: Pravilnim izborom I pohranjivanjem namirnica čuvate svoje zdravlje, Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Zagreb, 2001.
2. D. Bodakoš i I. Bogut: Trihinelozna-Opasnosti oboljenja i mogućnosti zaštite, Agroekološko društvo, Osijek, 1999.
3. M.Eastwood: Principles of Human Nutrition, Chapman & Hall, London, 1997.
4. FAO/WHO/UNU: Energy and Protein Requirements, World Health Organization, Geneva, 1985.
5. N.Juretić: Neke novije spoznaje o prionima i prionskim bolestima, Priroda, ožujak, 2001.
6. Antoinette Kaić-Rak i Katica Antonić: Tablice o sastavu namirnica i pića, Zavod za zaštitu zdravlja, Zagreb, 1990.
7. P.Karlson: Biokemija, Školska knjiga, 1993
8. T.Klapec, Milena L.Mandić, Ljiljana Primorac, Značenje selena za zdravlje, Prehrambeno tehnološki fakultet, Osijek, 1998.
9. Iza.Kruszewska, Genetički preinačena hrana i usjevi u Hrvatskoj, Hrvatski centar "Znanje za okoliš", Zagreb, 2000.
10. I.Kulijer: Hrana u službi zdravlja, A.G.Matoš, Samobor, 1992.
11. Milena Mandić: Odnos tiamina i ugljikohidrata u hrani i aktivnost transketolaze u eritrocitima, Doktorska disertacija, Zagreb, 1983
12. Milena L.Mandić i dr. Sci Total Environ, 170: 165-170, 1995
13. Z.Mandić i dr., Z Lebensm Unters Forsch, 201: 209-212, 1995.
14. Z.Mandić i dr., Eur J Epidemiol, 13: 185-188, 1997
15. D.Matasović, Hrana, prehrana i zdravlje, Fovis, Zagreb, 1992.
16. Marica Medić-Šarić i Ines Buhač: Vitamini i minerali, I.T.D., Zagreb, 1997.
17. I. Petrović: Genetski modificirane namirnice-evaluacija postojećeg stanja, XXV. stručni sastanak Sekcije za zdravstvenu ekologiju hrvatskog farmaceutskog društva, Stubičke Toplice, 1998.
18. Ljiljana Primorac: Osobine prehrane dijela populacije istočne Slavonije s obzirom na unos masti i masnih kiselina, Doktorska disertacija, Osijek, 1998.
19. Sue Rodwell Williams, Nutrition and Diet Therapy, Times Mirror/Mosby, St.Louis, 1985
20. Sue Rodwell Williams, Essentials of Nutrition and Diet Therapy, Mosby, St.Louis, 1999.
21. B.S.Simić: Medicinska dijetetika, Medicinska knjiga, Zagreb, 1977.
22. V.A.Vaclavik: Essentials of Food Science, Chapman &Hall, New York, 1998.
23. R.Živković: Dijetoterapija, Naprijed, Zagreb, 1994
24. ...For a Better Nutrition in the 21<sup>st</sup> Century, ed. P. Leathwood, M.Horisberger i W.P.T. James, Nestle&Raven Press, 1993.
25. ...Food Choice and the Consumer, ed. D.W.Marshall, Blackie Academic&Professional, London, 1995.
26. ...Foods for the '90s, ed.G.G. Birch, G.Campbell i M.G. Lindley, Elsevier Applied Science, London i New York, 1990.
27. ...Hrvatska poljoprivreda na raskrižju, Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva R Hrvatske, Zagreb, 1997.
28. ...Moder Lifestyles, Lower Energy Intake and Micronutrient Status, Ed. K.Pietrzik, Springer-Verlag, 1991.
29. ...Modern Nutrition in Health and Disease, ed. R.S.Goodhard i M.E.Shils: Lea&Febiger, Philadelphia, 1980.

30. ...Present Knowledge in Nutrition, ed. E.E. Ziegler i L.J. Filer,; ILSI Press, Washington, DC, 1996.
31. ...Proceeding of 16<sup>th</sup> International Congress of Nutrition, From Nutritional Science to Nutrition Practice for Better Global Health, Montreal, 1998.
32. ...Proceeding of Euro Food Chem X, Funcional Food-A New Challenge for the Food Chemist, Budapest, 1999.
33. ...Zdravstvena ekologija, Škola narodnog zdravlja "A.Štampar", Zagreb, 1980.

## PRILOG 1

### Upitnik o učestalosti potrošnje namirnica (food frequency questionnaire, FFQ)

Priloženi upitnik se odnosi na uobičajenu potrošnju namirnica u **posljednjih mjesec dana**.

Popunjavanje traje oko 30 minuta.

Pri popunjavanju upitnika o prehrani prvo pročitajte o kojoj je namirnici riječ (eventualno i način pripreme), te za svaku navedenu stavku označite "X" u jednu od kolona pod "KAKO ČESTO" koja najbolje opisuje Vašu učestalost konzumacije te namirnice u posljednjih mjesec dana.

Unesite "X" i u jednu od tri kolone pod oznakom "KOLIČINA" koje definiraju Vašu uobičajenu veličinu obroka. U posebnoj koloni je dana količina namirnica koja je uzeta kao srednja veličina obroka ili srednja porcija (**S**). Oznaku "X" unesite u kolonu označenu sa **M** ukoliko je veličina obroka bila upola ili još manja od srednje porcije, odnosno u kolonu označenu sa **V** ukoliko je veličina obroka bila 1,5 ili više puta veća od srednje porcije za određenu namirnicu. Pri određivanju srednje porcije može poslužiti priložena posuda i pakovanja pojedinih namirnica. Zdjelica po volumenu odgovara volumenu jela (juhe, varivo od graha, i dr.) u jednom tanjuru

*PRIMJER POPUNJAVANJA:*

Ova osoba je pojela srednju porciju (1 zdjelica) riže dvaput u zadnjih mjesec dana, te nije jela corn flakes.

NAMIRNICA	KAKO ČESTO							KOLIČINA				
	2+ X NA DAN	1 X NA DAN	4-6 X TJEDNO	2-3 X TJEDNO	1 X TJEDNO	2-3 X MJESEČ.	1 X MJESEČ.	NIKADA	SREDNJA PORCIJA (S)	M	S	V
Riža									1 zdjelica			
Corn flakes									1 zdjelica			

Molimo da ne preskačete namirnice. Ako nešto niste jeli, stavite "X" u kolonu "nikada". Ukoliko je potrebno (posebno kod namirnica kod kojih je to naznačeno), opišite detaljnije namirnicu (npr. burek sa sirom ili mesom, i sl.). Kod procjene konzumacije stavki koje osim kao samostalno jelo mogu biti i dio složenih namirnica, treba to uzeti u obzir (npr. procjena konzumacije kuhane piletine podrazumijeva i piletinu iz juhe i piletinu u rižotu, i dr.).

Po završetku ispunjavanja upitnika provjerite još jednom da slučajno niste preskočili neku stavku.

*hvala na sudjelovanju*

**Zavod za ispitivanje prehrane i nadzor kakvoće prehrambenih proizvoda Prehrambeno tehnološkog fakulteta u Osijeku**



## UPUTE ZA ANKETARE

- grah: varivo ili salata od graha
- rajčica, umak: kao samostalan prilog ali i u složenim jelima poput punjene paprike
- cvjetača: pohana ili kuhana
- kupus, svježi: salata
- kupus, kuhani: pirjani ili varivo
- kupus kiseli: salata, kao dio složenih jela poput sarme
- krumpir kuhani: slani krumpir, pire, krumpir-salata
- mahune: varivo ili salata
- gljive: umak, pečene, pohane
- soja, odresci: u umaku ili prženi
- šparoga: pohana ili kuhana
- brokula: pohana ili kuhana
- meso i proizvodi: stavke sa zvijezdicom mogu biti kao samostalna jela ali i u složenim jelima
- riba, riječna, kuhana: fiš
- pašteta: pokazati model
- mesni doručak: pokazati model
- iznutrice: npr. jetra (koja: pileća, svinjska, i dr.)
- spomenuti divljač, pačtinu, zečtinu, i sl.
- mlijeko, punomasno ili 3,6% m.m.; obično mlijeko: 3,2% m.m.; navedene su samo najčešće vrste mlijeka s obzirom na količinu m.m., na tržištu postoje i proizvodi s drugim postotkom mliječne masti; u procjenu uključiti mlijeko u složenim jelima poput corn flakesa, žganaca, i dr.
- sir, tvrdi: trapist, gouda, ementaler, i dr.; pokazati model
- sir, krem, namaz: pokazati model
- sir topljeni: pod komad se misli na trokut
- jogurt: uključuje voćne jogurte
- tijesto, špageti: ukoliko je moguće, navesti kakav umak ili prilog se obično koristi (npr. tijesto sa sirom, ili špageti milanese)
- riža: kuhana, rižoto
- müsli: procjeniti uobičajenu veličinu obroka bez mlijeka
- corn flakes: procjeniti uobičajenu veličinu obroka bez mlijeka
- žganci: procjeniti uobičajenu veličinu obroka bez mlijeka
- kroketi, popečci: srednja porcija proizvoljna s obzirom na različitu veličinu stavki
- kolač: komad je kocka srednje veličine za kolače poput kolača s jabukama ili jedan komad štrudle
- grickalice: čips, ribice, slani štapići
- šećer, kao dodatak: samo ako se dodaje više nego što je uobičajeno, npr. u kavu, ili mlijeko; kod dodatka u mlijeko navesti da li se dodaje svaki put kad se pije mlijeko
- kesten: kuhani, pečeni, pire; srednja porcija: 1/2 zdjelice za pire; 1 zdjelica kuhanog i pečenog (s ljuskom)
- margarin: koji ako ispitanik svjesno kupuje light proizvode
- majoneza: koja ako ispitanik svjesno kupuje light proizvode
- prirodni sokovi: juice od naranče, i sl.
- čaj: indijski tj. pravi čaj (za procjenu unosa kofeina) i biljni (kamilica i sl. ili voćne mješavine)
- kava: koja (obična crna kava, nescafe), a prema tome i srednja porcija; pitati za eventualno korištenje kave bez kofeina
- kod informacije o pripremi jela s obzirom na masnoću naglasiti da 'kombinirano' ne podrazumijeva korištenje ulja za pripremu salata (eventualno: sva jela: suncokretovo ulje, salate: maslinovo ili bučino)
- osnovni podaci: kontakt podrazumijeva najoptimalniji način komunikacije s ispitanikom za provedbu 24-hR (mobitel, mail, i dr.)

NAMIRNICA	KAKO ČESTO								KOLIČINA			
	2+ X NA DAN	1 X NA DAN	4-6 X TJEDNO	2-3 X TJEDNO	1 X TJEDNO	2-3 X MJESEČ.	1 X MJESEČ.	NIJEDNOM	SREDNJA PORCIJA (S)	M	S	V
<b>VOĆE</b>												
Jabuke									1 srednje veličine			
Kruške									1 srednje veličine			
Banane									1 srednje veličine			
Kiwi									2 srednje veličine			
Naranče									1 srednje veličine			
Mandarine									2 srednje veličine			
Breskve									1 srednje veličine			
Marelice									3 srednje veličine			
Šljive									4 srednje veličine			
Grožđe									1 srednji grozd			
Lubenica									1 kriška			
Jagode									1/2 zdjelice			
Smokve									3 srednje veličine			
Maline									1/2 zdjelice			
Orasi									1/2 zdjelice			
Kompot (koji?)									1/2 zdjelice			
<b>POVRĆE</b>												
Grah									1 zdjelica			
Grašak									1 zdjelica			
Rajčica, svježa									1 srednje veličine			
Rajčica, umak									1 zdjelica			
Ketchup									1 jušna žlica			
Cvjetača									1 zdjelica			
Špinat, svježi									2 zdjelice			
Špinat, kuhan									1 zdjelica			
Kupus, svježi									1 zdjelica			
Kupus, kuhan									1 zdjelica			
Kupus, kiseli									1 zdjelica			
Kelj									1 zdjelica			
Poriluk									1 zdjelica			
Mrkva, kuhana									1 srednje veličine			
Mrkva, varivo									1 zdjelica			
Zelena salata									2 zdjelice			
Krumpir, prženi									1 zdjelica			
Krumpir, kuhani									1 zdjelica			
Mahune									1 zdjelica			
Luk, crveni									1 srednje veličine			
Luk, crveni, mladi									3 komada			
Češnjak									3 češnja			
Rotkvice									3 komada			
Paprika, svježa									1 srednje veličine			
Paprika, kisela									2 srednje veličine			
Krastavci, svježi									1 srednje veličine			
Krastavci, kiseli									4 srednje veličine			
Cikla, kisela									1/2 zdjelice			
Gljive									1 zdjelica			
Soja, paprikaš									1 zdjelica			
Soja, odresci									2 komada (80 g)			
Šparoga									1 zdjelica			
Brokula									1 zdjelica			

NAMIRNICA	KAKO ČESTO								KOLIČINA			
	2+ X NA DAN	1 X NA DAN	4-6 X TJEDNO	2-3 X TJEDNO	1 X TJEDNO	2-3 X MJESEČ.	1 X MJESEČ.	NIJEDNOM	SREDNJA PORCIJA (S)	M	S	V
<b>POVRĆE</b>												
Blitva									1 zdjelica			
Patlidžan, pohani									4 srednje kriške			
Tikvice, varivo									1 zdjelica			
Tikvice, pohane									4 srednje kriške			
Sataraš									1 zdjelica			
Ajvar									1 jušna žlica			
<b>MESO I PROIZVODI</b>												
Svinjetina, pečena									srednji dlan (80 g)			
Svinjetina, pirjana*									80 g			
Prasetina, pečena									80 g			
Mljeveno meso*									100 g			
Junetina, kuhana									50 g			
Junetina, pirjana*									50 g			
Teletina									70 g			
Janjetina, pečena									80 g			
Riba, riječna, kuh.									1 zdjelica fiša			
Riba, riječna, peč.									150 g			
Riba, morska									150 g			
Riba, konzervirana									1 konzerva			
Morski plodovi									1,5 zdjelica			
Piletina, pečena									70 g			
Piletina, kuhana*									70 g			
Puretina									70 g			
Pašteta									1 konzerva od 50 g			
Mesni doručak									1 konzerva od 100 g			
Hrenovke									1 par			
Salama (koja?)									2 kriške ili 45 g			
Šunka, u crijevu									2 kriške ili 45 g			
Šunka, dimljena									2 kriške ili 60 g			
Kobasice, dimljene									60 g			
Krvavica									60 g			
Švargl									60 g			
Slanina									60 g			
Čvarci									1/2 zdjelice			
Iznutrice									1/2 zdjelice			
<b>JAJA, MLIJEKO I PROIZVODI</b>												
Jaja, pečena									2 komada			
Jaja, kuhana									2 komada			
Mlijeko, 3,6% m.m.									1 šalica (2,5 dl)			
Mlijeko, 3,2% m.m.									1 šalica (2,5 dl)			
Mlijeko, 0,9% m.m.									1 šalica (2,5 dl)			
Sir, svježi									1/2 zdjelice			
Sir, tvrdi									50 g			
Sir, krem, namaz									50 g			

\* -podrazumijeva samostalnu namirnicu ali i istu u složenim jelima

NAMIRNICA	KAKO ČESTO								KOLIČINA			
	2+ X NA DAN	1 X NA DAN	4-6 X TJEDNO	2-3 X TJEDNO	1 X TJEDNO	2-3 X MJESEČ.	1 X MJESEČ.	NIJEDNOM	SREDNJA PORCIJA (S)	M	S	V
<b>JAJA, MLIJEKO I PROIZVODI</b>												
Sir, topljeni									2 komada ili 60 g			
Vrhnje									2 jušne žlice			
Jogurt									2 dl			
Kakao / Čokol. mlijeko									1 šalica (2,5 dl)			
Šlag									1 šalica za kavu			
<b>KRUH, TIJESTO, ŽITARICE</b>												
Kruh, bijeli									2 kriške ili 100 g			
Kruh, crni									2 kriške ili 100 g			
Kruh, polubijeli									2 kriške ili 100 g			
Kruh, raženi									2 kriške ili 100 g			
Kruh sa sjemenkama									2 kriške ili 100 g			
Pecivo									1 komad			
Piroške, Croissant									1 komad			
Burek (koji?)									1 / 4			
Tijesto, Špageti									1 zdjelica			
Lazanje									1 zdjelica			
Pizza									1 komad (30 cm)			
Riža									3/4 zdjelice			
Müsli									1/2 zdjelice			
Corn flakes									3/4 zdjelica			
Zobene pahuljice									1/2 zdjelice			
Palačinke (koje?)									3 komada			
Knedle od šljiva									2 srednje veličine			
Žganci									1 zdjelica			
Griz									1 zdjelica			
Kroketi, Popečci i sl.									1 zdjelica			
Mlinci									1 zdjelica			
<b>BRZA HRANA, SLATKIŠI, SNACK PROIZVODI</b>												
Kolač									2 komada ili 60 g			
Keks, slani									1/2 zdjelice			
Keks, slatki									1/2 zdjelice			
Grickalice									1/2 zdjelice			
Sladoled									2 kugle			
Čokolada									50 g			
Čokoladni namaz									3 čajne žličice			
Puding									1/2 zdjelice			
Pekmez, Marmelada									3 čajne žličice			
Med									3 čajne žličice			
Šećer, kao dodatak									1 čajna žličica			
Kikiriki, Pistacije									1/2 zdjelice			
Hamburger (koji?)									1 komad			
Hot dog									1 komad			
Čevapi									1 porcija			
Kokice									2 zdjelice			
Kesten									1/2 zdjelice			

NAMIRNICA	KAKO ČESTO							KOLIČINA				
	2+ X NA DAN	1 X NA DAN	4-6 X TJEDNO	2-3 X TJEDNO	1 X TJEDNO	2-3 X MJESEČ.	1 X MJESEČ.	NIJEDNOM	SREDNJA PORCIJA (S)	M	S	V
<b>MASTI</b>												
Maslac									1 pakovanje (25 g)			
Margarin (koji?)									1 pakovanje (25 g)			
Majoneza (koja?)									3 čajne žličice			
Mast, svinjska									25 g			
<b>PIĆA</b>												
Cola, Sprite i sl.									2 dl			
Pivo									0,5 l			
Vino									2 dl			
Oštra alkoh. pića									1 čašica			
Prirodni sokovi									2 dl			
Sok od sirupa									2 dl			
Čaj (indijski ili biljni)									1 šalica			
Kava (koja?)									1 šalica za kavu			
<b>JUHE</b>												
Krem juhe									3/4 zdjelice ili 3 dl			
Juhe od povrća									3/4 zdjelice ili 3 dl			
Bistre juhe									3/4 zdjelice ili 3 dl			
Juha od rajčice									3/4 zdjelice ili 3 dl			

Molimo navedite način pripreme kuhanih, prženih i pečenih jela s obzirom na upotrebijenu masnoću:

1. samo svinjska mast
2. samo ulje
  - suncokretovo
  - maslinovo
  - repičino
  - biljno ulje
3. kombinirano (mast i ulje)

### OSNOVNI PODACI

PREZIME I IME \_\_\_\_\_ DOB \_\_\_\_\_

TJELESNA MASA \_\_\_\_\_ TJELESNA VISINA \_\_\_\_\_

KONTAKT \_\_\_\_\_

## PRILOG 1

### Metoda 24-satnog prisjećanja (24 hour diet recall)

*Primjer:*

**doručak:**

- 1 šalica mlijeka
- 2 kriške bijelog kruha s maslacem (tanki namaz)
- 3 koluta parizera

**međubrok:**

- jabuka, 1 kom.
- keks, vafel, 4 kom.

**ručak:**

- bistra juha, tanjur (3/4 zdjelice)
- špinat, 1 zdjelica
- junetina kuhana, 1 odrezak
- 1/2 zdjelice riže
- 2 kriške bijelog kruha

**međubrok:**

- crna kava, 1 šalica
- štrudla od jabuka, 1 kom.

**večera:**

- kajgana od 2 jaja
- 2 kriške kruha sa sjemenkama
- sok od sirupa, 2 dl

