

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Nataša BALOH

**HRANILNA IN ENERGIJSKA VREDNOST
NEKATERIH SLOVENSKIH ŽITNIH IZDELKOV**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Nataša BALOH

**HRANILNA IN ENERGIJSKA VREDNOST NEKATERIH
SLOVENSКИH ŽITNIH IZDELKOV**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**NUTRITIONAL AND ENERGY VALUE OF SOME SLOVENIAN
CEREAL PRODUCTS**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2016

Diplomska naloga je zaključek študija živilske tehnologije in je bila opravljena na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za živilstvo je za mentorico diplomskega dela imenovala doc. dr. Mojco Korošec in za recenzenta doc. dr. Tomaža Požrla.

Mentorica: doc. dr. Mojca Korošec
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo

Recenzent: doc. dr. Tomaž Požrl
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Podpisana izjavljam, da je naloga rezultat lasnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačano, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Nataša Baloh

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
- DK UDK 664.76:641.1:543.61.062(043)=163.6
- KG žitni izdelki / prosena kaša / rženi kosmiči / pšenični kosmiči / ječmenovi kosmiči / polenta / koruzni zdrob / ješprenj / kemijska sestava / voda / pepel / beljakovine / maščobe / prehranske vlaknine / ogljikovi hidrati / energijska vrednost / prehranske tabele
- AV BALOH, Nataša
- SA KOROŠEC, Mojca (mentorica) / POŽRL, Tomaž (recenzent)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
- LI 2006
- IN HRANILNA IN ENERGIJSKA VREDNOST NEKATERIH SLOVENSКИH ŽITNIH IZDELKOV
- TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
- OP XII, 60 str., 23 pregl., 26 sl., 1 pril., 48 vir.
- IJ sl
- JI sl / en
- AB V štirinajstih različnih žitnih izdelkih smo določili vsebnost vode, pepela, maščob, beljakovin, topne, netopne in skupne vlaknine ter izračunali vsebnost ogljikovih hidratov in energijsko vrednost. Analizirali smo proseno kašo, ržene kosmiče, pšenične kosmiče, polento, koruzni zdrob in ješprenj dveh različnih proizvajalcev (ali blagovnih znamk). Vsebnost vode smo določali s sušenjem pri 105 °C, vsebnost pepela z žarjenjem pri 550 °C. Maščobe smo določali z metodo po Weibull-Stoldt, beljakovine z metodo po Kjeldahlu, vlaknino pa z encimsko-gravimetrično metodo po Proskyju. Ugotovili smo, da največ vode vsebuje prosena kaša (11,8 g/100 g), najmanj pa ječmenovi kosmiči (9,5 g/100 g). Prosenka kaša se statistično značilno razlikuje od ostalih vzorcev v vsebnosti vode. Največ pepela vsebujejo kosmiči, predvsem rženi (1,58 g/100 g). Polenta in koruzni zdrob vsebujeta najmanj pepela in se tudi statistično značilno razlikujeta od ostalih vzorcev. Vsebnost maščob je največja v proseni kaši (3,32 g/100 g), najmanjša pa v koruznem zdrobu (1,45 g/100 g). Z beljakovinami bogati so pšenični kosmiči in prosena kaša (12,6 g/100 g), najmanj beljakovin pa vsebuje instant polenta (7,47 g/100 g). Največ skupne vlaknine vsebuje ješprenj (21,4 g/100 g), najmanj prosena kaša (4,68 g/100 g). V instantni polenti in koruznem zdrobu je največ izkoristljivih ogljikovih hidratov (74,0 g/100 g oziroma 71,8 g/100 g), najmanj pa v ješprenju (60,9 g/100 g). Ješprenj z najvišjo energijsko vrednostjo in prosena kaša z najnižjo se v tem parametru statistično značilno razlikujeta. Večina analitskih vrednosti je bila primerljiva s podatki za tovrstne izdelke tujih avtorjev, za izdelke kot so rženi kosmiči in prosena kaša pa podatkov v literaturi nismo našli in zato analitske vrednosti primerjali s podatki za rženo zrnico oziroma proso.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Dd
- DC UDC 664.76:641.1:543.61.062(043)=163.6
- CX cereal products / millet gruel / rye flakes / wheat flakes / barley flakes / polenta / corn groats / pearl barley / nutrients / nutritional values / water / ash / proteins / fat / dietary fibre / carbohydrates / energy value / nutritional tables
- AU BALOH, Nataša
- AA KOROŠEC, Mojca (supervisor) / POŽRL, Tomaž (reviewer)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
- PY 2006
- TI NUTRITIONAL AND ENERGY VALUE OF SOME SLOVENIAN CEREAL PRODUCTS
- DI Graduation Thesis (University studies)
- NO XII, 60 p., 23 tabl., 26 fig., 1 ann., 48 ref.
- LA sl
- AL sl / en
- AB In fourteen different cereal products: millet gruel, rye flakes, wheat flakes, polenta, maize groats, pearl barley from different producers the content of water, ash, fat, proteins, soluble, insoluble and total dietary fibre were determined by physico-chemical analyses. The content of water was determined by drying at 105 °C, ash by dry ashing at 550 °C. The content of fat was determined by Weibull-Stoldt method, proteins by Kjeldahl method, and soluble and insoluble dietary fibre by enzymatic-gravimetric Prosky method. The content of carbohydrates and energy values were calculated. We have found that water content was the highest in millet gruel (11,8 g/100g), and the lowest in barley flakes (9,5g/100g). Millet gruel was statistically different from the other samples in water content. The highest ash content was found in flakes, especially rye flakes (1,58 g/100 g). Polenta and maize groats had the lowest values for ash and statistically differed from the other samples. Fat content was the highest in millet gruel (3,32g/100g) and the lowest in maize groats (1,45g/100g). Wheat flakes and millet gruel are rich in proteins (12,6 g/100 g), while the least proteins contained instant polenta (7,47g/100g). The most total dietary fibre was determined in pearl barley (21,4g/100g), and in millet gruel the least (4,68g/100g). The instant polenta (74g/100g) and maize groats (71,8g/100g) had the most available carbohydrates, the lowest content was found in pearl barley (60,9g/100g). Pearl barley with the highest energy value and millet gruel with the lowest statistically differed in this parameter. Most analytical values were comparable with the literature data for these products, while for products such as rye flakes and millet gruel no data were found in the literature, and therefore the analytical values were compared with data for rye grain or millet grain, respectively.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	II
KEY WORDS DOCUMENTATION	III
KAZALO VSEBINE	IV
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
KAZALO SLIK	IX
KAZALO PRILOG	XI
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XII
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 ŽITA	2
2.1.1 Proso	3
2.1.1.1 Prosenka kaša	4
2.1.2 Pšenica	4
2.1.2.1 Pšenični kosmiči	6
2.1.3 Koruza	6
2.1.3.1 Koruzni zdrob	8
2.1.3.2 Instant polenta	8
2.1.4 Ječmen	9
2.1.4.1 Ješprenj	9
2.1.4.2 Ječmenovi kosmiči	9
2.1.5 Rž	10
2.1.5.1 Rženi kosmiči	11
2.2 GLAVNE SESTAVINE ŽITNIH ZRN	11
2.2.1 Ogljikovi hidrati	11
2.2.1.1 Definicija in razdelitev	11
2.2.1.2 Monosaharidi	12
2.2.1.3 Disaharidi	13
2.2.1.4 Polisaharidi	13

2.2.1.5 Škrob	13
2.2.1.6 Pomen ogljikovih hidratov v prehrani	14
2.2.2 Prehranska vlaknina	14
2.2.2.1 Komponente prehranske vlaknine	15
2.2.2.2 Fizikalno-kemijske lastnosti vlaknin in pomen v prehrani	16
2.2.3 Beljakovine	17
2.2.3.1. Klasifikacija beljakovin po Osbornu	18
2.2.3.2 Pomen beljakovin v prehrani	19
2.2.4 Maščobe	19
2.2.4.1 Maščobne kisline	20
2.2.4.2 Neglicerolne snovi	20
2.2.4.3 Pomen maščob v prehrani	20
2.2.4.4 Pomen esencialnih kislin v prehrani	21
2.2.5 Vitamini in minerali	21
3 MATERIAL IN METODE DE LA	23
3.1 NAČRT DE LA	23
3.2 MATERIAL	23
3.3 METODE DE LA	24
3.3.1 Priprava vzorcev	24
3.3.2 Fizikalno-kemijske analize	24
3.3.2.1 Določanje vsebnosti vode	24
3.3.2.2 Določanje vsebnosti pepela	24
3.3.2.3 Določanje vsebnosti maščob po Weibull-Stoldtu	25
3.3.2.4 Določanje vsebnosti beljakovin po Kjeldahlu	25
3.3.2.5 Določanje vsebnosti vlaknine z modificirano encimsko-gravimetrično metodo po Proskeyju	27
3.3.2.6 Izračun vsebnosti ogljikovih hidratov	29
3.3.2.7 Izračun energijske vrednosti v kJ	29
3.4 STATISTIČNA ANALIZA	29
3.4.1 Izračun koeficienta variabilnosti	29

3.4.2 Povprečna vrednost ali aritmetična sredina (\bar{x})	30
3.4.3 Standardna deviacija ali standardni odklon (SD, s)	30
3.4.4 Korelacija	30
3.4.5 Anova in Duncanov test	31
4 REZULTATI	32
4.1 REZULTATI ANALIZ ŽITNIH IZDELKOV IN PRIMERJAVA S PODATKI IZ DEKLARACIJE OZIROMA LITERATURE	32
4.1.1 Rezultati analize prosene kaše	32
4.1.2 Rezultati analize rženih kosmičev	33
4.1.3 Rezultati analize pšeničnih kosmičev	34
4.1.4 Rezultati analize polente	34
4.1.5 Rezultati analize koruznega zdroba	35
4.1.6 Rezultati analize ješprenja	36
4.1.7 Rezultati analize ječmenovih kosmičev	37
4.1.8 Primerjava hranilne sestave analiziranih žit	38
4.1.9 Korelacija med obravnavanimi parametri	39
5 RAZPRAVA IN SKLEPI	41
5.1 RAZPRAVA	41
5.1.1 Primerjava rezultatov analiz prosene kaše s podatki iz literature	41
5.1.2 Primerjava rezultatov analiz rženih kosmičev s podatki iz literature	43
5.1.3 Primerjava rezultatov analiz pšeničnih kosmičev s podatki iz literature	44
5.1.4 Primerjava rezultatov analiz polente s podatki iz literature	46
5.1.5 Primerjava rezultatov analiz koruznega zdroba s podatki iz literature	47
5.1.6 Primerjava rezultatov analiz ješprenja s podatki iz literature	49
5.1.7 Primerjava rezultatov analiz ječmenovih kosmičev s podatki iz literature	50
5.2 SKLEPI	52
6 POVZETEK	54

7 VIRI

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Sestava prosenega zrna (Gomez, 2003)	3
Preglednica 2: Najpomembnejše kemijske komponente v posameznih delih pšeničnega zrna (Grundas in Gomez, 2003).	5
Preglednica 3: Agronomska razvrstitev koruze po Grebeniščikovu in Sturtevantu (Tanjšek, 1980).	7
Preglednica 4: Sestava koruznega zrna in posameznega dela zrna v različnih hibridih koruze (Eckhoff in Paulsen, 2003)	8
Preglednica 5: Kemijska sestava ječmena (MacGregor, 2003)	9
Preglednica 6: Značilnosti škrobnih zrn, različnih vrst žit (Kent in Evers, 1994)	13
Preglednica 7: Osnovna izhodišča varovalne prehrane (Pokorn, 1996)	14
Preglednica 8: Aminokislinska sestava različnih žitnih zrn (g aminokislina /16 g dušika) (Kent in Evers, 1994)	15
Preglednica 9: Maščobno kislinska sestava lipidov v žitih (Kent in Evers, 1994)	18
Preglednica 10: Komponente prehranskih vlaknin v sadju, zelenjavi, žitih in stročnicah (Mongeau in Brooks, 2003)	20
Preglednica 11: Vsebnost vitaminov v sortah prosa ($\mu\text{g/g}$) (Kent in Evers, 1994)	21
Preglednica 12: Vsebnost vitaminov in mineralov v različnih žitih ($\text{mg}/100\text{ g}$) (Hoseney, 1994)	22
Preglednica 13: Vzorci žitnih izdelkov in oznake vzorca	23
Preglednica 14: Empirični faktorji za preračunavanje dušika v beljakovine (Plestenjak in Golob, 2003)	26
Preglednica 15: Vsebnost osnovnih hranljivih snovi in energijska vrednost prosene kaše	32
Preglednica 16: Vsebnost osnovnih hranljivih snovi in energijska vrednost rženih kosmičev	33
Preglednica 17: Vsebnost osnovnih hranljivih snovi in energijska vrednost pšeničnih kosmičev	34
Preglednica 18: Vsebnost osnovnih hranljivih snovi in energijska vrednost polente	35
Preglednica 19: Vsebnost osnovnih hranljivih snovi in energijska vrednost koruznega zdroba	36
Preglednica 20: Vsebnost osnovnih hranljivih snovi in energijska vrednost ješprenja	36
Preglednica 21: Vsebnost osnovnih hranljivih snovi in energijska vrednost ječmenovih kosmičev	37
Preglednica 22: Primerjava hranilne sestave analiziranih žitnih izdelkov	39
Preglednica 23: Izračunani Pearsonovi korelacijski koeficienti	39

KAZALO SLIK

Slika 1: Anatomsko zgradba zrna (Rihter, 2010)	2
Slika 2: Postopek pridobivanja pšeničnih kosmičev (Ewaidah in Al-Kahtani, 1992)	6
Slika 3: Postopek pridobivanja ječmenovih kosmičev (Kent in Evers, 1994)	10
Slika 4: Pregled ogljikovih hidratov v živilih (Ensminger, 1993)	12
Slika 5: Prikaz encimsko-gravimetrične metode določanja vlaknin po Proskyju (Plestenjak in Golob, 2003)	28
Slika 6: Primerjava rezultatov analizirane prosene kaše s podatki iz literature	41
Slika 7: Primerjava vsebnosti ogljikovih hidratov analizirane prosene kaše s podatki iz literature	42
Slika 8: Primerjava EV analizirane prosene kaše s podatki iz literature	42
Slika 9: Primerjava rezultatov analiziranih rženih kosmičev s podatki iz nemških prehranskih tablic (Souci in sod., 2000)	43
Slika 10: Primerjava vsebnosti ogljikovih hidratov analiziranih rženih kosmičev s podatki iz nemških prehranskih tablic (Souci in sod., 2000)	43
Slika 11: Primerjava EV analiziranih rženih kosmičev s podatkom iz nemških prehranskih tablic (Souci in sod., 2000)	44
Slika 12: Primerjava rezultatov analiziranih pšeničnih kosmičev s podatki iz tuje literature (Schneeweiß in Hameln, 1993)	44
Slika 13: Primerjava vsebnosti ogljikovih hidratov analiziranih pšeničnih kosmičev s podatkom iz tuje literature (Schneeweiß in Hameln, 1993)	45
Slika 14: Primerjava EV analiziranih pšeničnih kosmičev s podatki iz literature	45
Slika 15: Primerjava rezultatov analizirane polente s podatki iz literature (Mirić in sod., 1992)	46
Slika 16: Primerjava vsebnosti ogljikovih hidratov analizirane polente s podatkom iz tuje literature (Mirić in sod., 1992)	46
Slika 17: Primerjava EV analizirane polente s podatki iz literature	47
Slika 18: Primerjava rezultatov analiziranega koruznega zdroba s podatki iz literature	47
Slika 19: Primerjava vsebnosti ogljikovih hidratov analiziranega koruznega zdroba s podatki iz tuje literature	48
Slika 20: Primerjava EV analiziranega koruznega zdroba s podatki iz literature	48
Slika 21: Primerjava rezultatov analiziranega ješprenja s podatki iz literature	49
Slika 22: Primerjava vsebnosti ogljikovih hidratov analiziranega ješprenja s podatki iz tuje literature	49
Slika 23: Primerjava EV analiziranega ješprenja s podatki iz literature	50
Slika 24: Primerjava rezultatov analiziranih ječmenovih kosmičev s podatki iz literature	50
Slika 25: Primerjava vsebnosti ogljikovih hidratov analiziranih ječmenovih kosmičev s podatkom iz tuje literature	51

Slika 26: Primerjava EV analiziranih ječmenovih kosmičev s podatki iz literature

51

KAZALO PRILOG

Priloga A: Rezultati vsebnosti hranilnih snovi in energijska vrednost v vzorcih analiziranih žitnih izdelkov

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

B	beljakovine
EV	energijska vrednost
EvzVL	energijska vrednost z vlaknino
KV	koeficient variabilnosti
M	maščobe
netopVL	netopna vlaknina
OH	ogljikovi hidrati
SD	standardni odklon
skupVL	skupna vlaknina
s.s.	suha snov
topVL	topna vlaknina
vz.	vzorec

1 UVOD

Žito je v zgodovini civilizacije na ta ali drug način vedno bilo eno glavnih živil. Ko so se začeli ljudje naseljevati v določenih področjih in so živeli v skupnostih, je postalo prehranjevanje pomembno vprašanje. Naravna lovišča so se krčila in človeštvo je bilo prisiljeno dobiti več hrane, kot so jo dajale lovne živali. Začela sta se razvijati živinoreja in poljedelstvo, predvsem kultura žit in njim podobnih trav. Kultura žit se je razvijala vzporedno s civilizacijo. Izvor žit je na splošno zelo malo znan, prav tako malo vemo o prvih izdelkih iz žit. Znano je le, da prve oblike kruha niso bile izdelane iz žit, ampak iz želoda, ki so ga pražili in mleli. Vendar pa najdemo v kitajski zgodovini podatke, da je bila pred 5000 leti v stari Kitajski pšenica najbolj razširjeno žito. V dobi faraonov je bil Egipt največja žitnica sveta, uživali so tudi največ kruha. Egipčani so poznali vzhajani kruh že 2000 let pred našim štetjem, bogatejši sloji so poznali tudi bel kruh (Pokorn, 1976).

Tudi v današnjem času so žita in žitni izdelki v človeški prehrani glavni in nepogrešljivi vir energije. Riž je glavni živež za polovico človeštva, druga polovica pa goji pšenico, oves, koruzo, ječmen, proso in druga žita, odvisno od talnih in klimatskih razmer. Sleherni predel na svetu je poznan po svojih škrobnatih jedeh (Willan, 1995), zato je pomembno, da imamo podatke o kemijski sestavi in energijski vrednosti izbranega živila, ki ga pogosto jemo in s katerim vplivamo na svoje zdravje. Prehranske informacije proizvajalcev žitnih izdelkov na našem trgu so pogosto pomanjkljive ali jih sploh ni, ker zakonsko niso obvezna. Podatke o vsebnosti posameznih hranljivih snovi lahko najdemo v prehranskih tabelah iz tujih virov, ki pa jih lahko z našimi izdelki samo primerjamo, zato potrebujemo svojo bazo podatkov.

Prehranske tabele imajo pomembno vlogo pri oblikovanju in načrtovanju sestave obrokov različnim starostnim in drugim skupinam ljudi (otrok, mladine, starejših, bolnikov z različnimi potrebami), hkrati pa uporabniku nudijo informacije o kemijski sestavi živil (Jamnik in sod., 2003; Korošec in sod., 2013).

Namen diplomskega dela je z rezultati in ugotovitvami prispevati k oblikovanju baze podatkov o hranilni sestavi in energijski vrednosti slovenskih živil. Ker je tovrstnih informacij za nekatere žitne izdelke malo, smo izbrali sedem različnih izdelkov in s fizikalno-kemijskimi analizami določali vsebnost hranljivih snovi v njih. Ob začetku raziskave smo predpostavili, da se bodo analizirani izdelki med seboj značilno razlikovali v vsebnosti posameznih hranljivih snovi in energijski vrednosti.

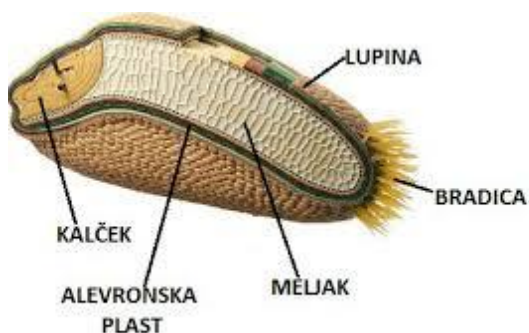
2 PREGLED OBJAV

2.1 ŽITA

Žita, razen ajde, spadajo v družino trav *Graminaceae*. So enoletne ali dvoletne rastline s klasastim ali latastim socvetjem, v katerem dozori plodovi - žitna zrna. O pomenu in razširjenosti žit priča podatek, da je skoraj polovica vseh obdelovalnih površin na zemeljski obli namenjena pridelavi žit (MacGregor, 2003).

V svetovnem merilu so gospodarsko najpomembnejša žita pšenica, ječmen, rž, oves, riž, koruza, sirek in proso (Wrigley, 2004). V Sloveniji je bilo v letu 2015 96,976 ha površin posajenih z žiti. Največ je bilo posajene koruze za zrnje, sledi pšenica, ječmen, oves, rž, ajda, pira in proso (SURS, 2015).

Vsa žita imajo podobno anatomsko sestavo zrna, prikazano na sliki 1 (Rihter, 2010).



Slika 1: Anatomsko zgradbo zrna (Rihter, 2010).

Zrno obdaja luska ali perikarp, ki ščiti zrno pred zmrzaljo, vetrom, dežjem, ekstremnimi temperaturami, insekti ter drugimi potencialnimi okoljskimi dejavniki. Alevronska plast loči endosperm od zunanjih plasti zrna. Vsebuje velik delež beljakovin, mineralov in vitaminov skupine B ter maščob. Endosperm zavzema do 83 % zrna, ki ga sestavlja večinoma škrob. Kalček zavzema do 2,5 % mase zrna in je bogat z maščobami, beljakovinami, minerali in vitamini (B, E) (Brown, 2011).

2.1.1 Proso

Proso je skupno ime za raznoliko vrsto drobnozrnatih žit, ki uspevajo v tropih in subtropih, pa tudi na hladnejših območjih. Najpomembnejše sorte so: pearl (*Pennisetum glaucum*) ali biserno proso, finger (*Eleusine coracana*) ali Indijska prosenka, proso (*Panicum miliaceum*) in foxtail (*Setaria italica*) ali bar .Med seboj se razlikujejo glede na klimatske razmere, tla in čas rasti, sestavo in velikost zrna, ter okus (Gomez in Gupta, 2003).

Pennisetum glaucum je najbolj razširjena vrsta prosa. Zraste od 1,2 do 3,5 m visoko. Proseno zrno je lahko sive, sivorjave, sivobebe, škrlatne, rumenorjave ali bele barve. Endosperm je belorumen in siv, sestavljen iz mehkega in trdega dela. Trdi endosperm vsebuje proteinski matriks, medtem ko ga mehki ne. Zrno vsebuje malo beljakovin, okrog 10 %, in veliko maščob skoncentriranih v kalčku (od 3,8 do 4 %) (Gomez in Gupta, 2003).

Kemijska sestava prosenega zrna je odvisna od sorte in je podana v preglednici 1.

Preglednica 1: Sestava prosenega zrna (Gomez in Gupta, 2003)

Sorta prosa	Beljakovine (g/100 g)	Maščobe (g/100 g)	Vlaknina (g/100 g)	Pepel (g/100 g)	Ogljikovi hidrati (g/100 g)
Pearl	11,6	4,8	2,3	2,2	75,6
Finger	8,7	1,8	3,4	2,8	82,3
Common	13,5	3,7	5,5	3,3	68,9
Foxtail	11,8	4,1	7,1	3,3	66,9
Little	10,7	6	7	5,9	66,3
Japanese barnyard	11,3	4	13,9	4,6	55,7
Kodo	10,2	3,9	8,4	3,6	73,5
Fonio	8,7	3,5	8,5	3,8	73,6

V mnogih deželah tretjega sveta, kjer pšenica in riž redko uspevata, je proso, ki za gojenje ni zelo zahtevno in dozori tudi pri veliki suši, osnovno živilo. Skuhajo ga kot druga žita in se pri tem nakuha na dvakratno količino. Je razmeroma neizrazitega okusa in se ujema z začinjenimi enolončnicami in curryjevimi jedmi. Zelo je prikladno za nadeve in je tudi okusen dodatek za solate ali priloga ostro začinjenemu mesu na žaru. V Afriki in Aziji stolčejo proso v moko in ga pripravijo kot pogačo ali mehko kašo, uporabljajo pa ga tudi za pridobivanje tradicionalnega piva in vina. Nekatere vrste prosa še danes uporabljajo v vzhodni Evropi in Italiji za peko črnega kruha. Iz prosa delajo tudi kosmiče (Willan, 1995). Pri nas je najbolj poznana jed prosena kaša.

2.1.1.1 Prosenka kaša

Proseno kašo uvrščamo med oluščeno žito. Zdravim, dobro očiščenim prosenim zrnom odstranimo luske z uporabo različnih brusilnih strojev. Oluščeno žito mora ustrezati naslednji minimalni kakovosti:

- barva, vonj in okus morajo biti značilni za proso;
- ne sme vsebovati neoluščenih zrn in lusk, razen če s pravilnikom ni drugače določeno;
- ne sme vsebovati primesi tujega izvora, zrn drugih žit in poškodovanih zrn, razen če s pravilnikom ni drugače določeno;
- ne sme vsebovati nečistoč živalskega izvora;
- lahko vsebuje največ 14,5 % vode, razen če s pravilnikom ni drugače določeno;
- lahko vsebuje največ 0,25 % neoluščenih zrn in največ 0,25 % nečistoč tujega izvora ter zrn drugih žit, od tega največ 0,15 % plev, plevic ali lusk in največ 0,10 % zrn drugih žit;
- lahko vsebuje največ 10 % lomljenih zrn (Pravilnik o kakovosti ..., 2014).

2.1.2 Pšenica

Pšenica je enoletna rastlina iz družine *Gramineae* (iz rodu *Triticum*), kamor se uvrščajo samorasle in kultivirane vrste. Je najpomembnejše krušno žito in zavzema največje obdelovalne površine na svetu. Najboljše uspeva v zmerno toplem pasu (Grundas, 2003).

Pšenično zrno je lahko ovalno, jajčasto ali eliptično. Lahko je bele, rdeče, rdečerjave ali sivorjave barve. Anatomska in kemijska sestava je odvisna od genetskih, ekoloških dejavnikov in fizikalno-kemijskih vplivov na zrna v času skladiščenja in obdelave (Grundas, 2003). Najpomembnejše kemijske komponente pšeničnega zrna so prikazane v preglednici 2.

Kot navaja Žeželj (1989) pšenico klasificiramo na tri načine:

a) Poznamo štirinajst vrst pšenice, vendar so z gospodarskega vidika pomembne tri; *Triticum aestivum*, *Triticum durum* in *Triticum turgidum*. Znotraj teh vrst poznamo mnogo sort, ki se razlikujejo po posameznih značilnostih rastline, klasa in zrna.

b) Glede na čas setve oziroma žetve:

- ozimne pšenice: sejejo se jeseni, žanjejo naslednje leto. Za to skupino pšenice je značilno, da v času zime upočasnijo razvoj, da poleti lahko intenzivno rastejo. Ozimne pšenice imajo manj beljakovin.
- jare pšenice: sejejo se poleti, žanjejo jeseni. V to skupino spadajo sorte pšenice, ki ne preživijo nizkih zimskih temperatur, vsebujejo večji delež beljakovin in so boljše tehnološke kakovosti.
- fakultativne pšenice se lahko sejejo jeseni ali poleti.

c) Glede na kakovost oziroma uporabnost: tu je sorta glavni nosilec kakovosti.

Preglednica 2: Najpomembnejše kemijske komponente v posameznih delih pšeničnega zrna (Grundas, 2003).

Kemijska sestava (g/100 g)	Celo zrno	Luska	Kalček	Endosperm
beljakovine	10 - 17	23 - 33	36 - 42	9 - 14
ogljikovi hidrati				
škrob	60 - 70	0	0	78 - 84
sladkorji	3 - 6	3 - 5	22 - 28	3 - 4
pentoze	6 - 9,5	30 - 40	9 - 11	2,5 - 3
celuloza	2,5 - 3,3	12 - 20	3 - 5	0,13 - 0,18
maščobe	2 - 2,5	7 - 8,5	12 - 16	1,5 - 0,7
minerali	1,4 - 2,3	9 - 11	5 - 6	0,3 - 0,5

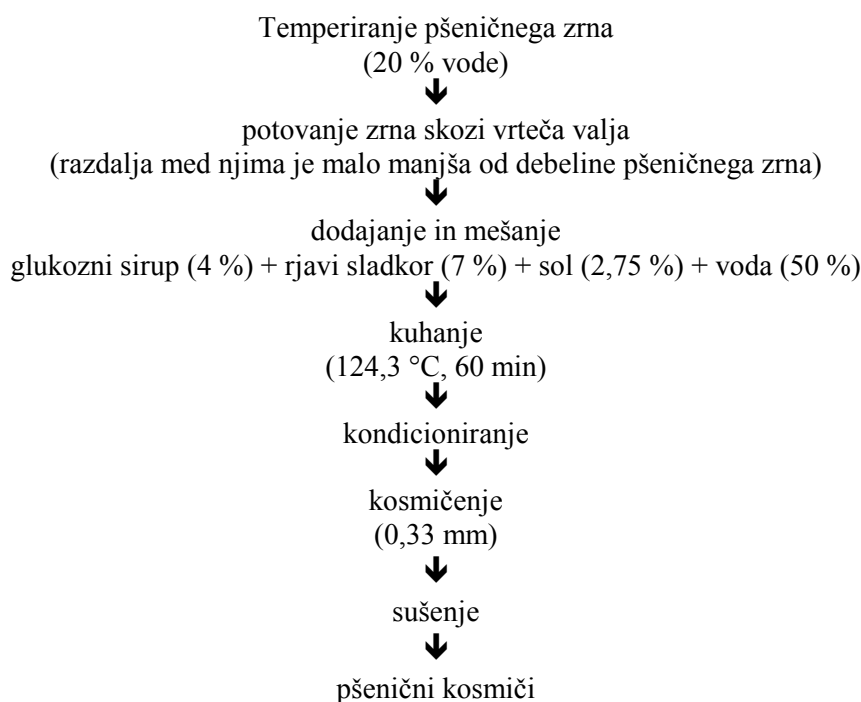
Pšenico predelujejo v moko, zdrob in različne druge, za zajtrke priljubljene izdelke (Willan, 1995):

- Zdrobljeno pšenično pšeno ali zdrob dobijo z mletjem pšeničnih zrn in vsebuje razen kalčka večino sestavin ovojnice, medtem ko polnozrnato pšeno vsebuje tudi kalček. Finejše in srednje debelo zdrobljeno pšeno uporabljajo pri peki kruha, grobo zdrobljeno pšeno pa za solate in musli.
- Pšenični zdrob delajo iz pšenice durum, ki v našem podnebjju ne uspeva in jo zato uvažajo iz ZDA in Kanade. Durum vsebuje izredno veliko beljakovin in hitro veže vodo. Pšenični zdrob izdelujejo tudi iz mehke pšenice in ga pogosto mešajo s trdim. Iz zdroba delamo mlečne strnjenke, znamenite italijanske njoke in testenine.
- Ostra moka je zrnata in po finosti sodi med zdrob in mehko moko. Uporablja se za kvašena testa in za zgoščevanje.
- Otrobi vsebujejo ovojnico in kalčke in so bogati s prehransko vlaknino. Sodiijo med sestavine za svetle kruhe in kekse. Lahko jih dodamo v enolončnice in pecivo.

- Med pšenične izdelke štejejo tudi pšenični kosmiči. To so z valji stisnjena ali oluščena pšenična zrna.

2.1.2.1 Pšenični kosmiči

Žitna zrna je najprej potrebno zmehčati, to dosežemo s kondicioniranjem. Kondicioniranje je obdelava žita z vodo in toploto. Žito namakamo, da zvišamo količino vlage in se pri mletju kalček in luska lažje ločita od jedra. Luska in kalček nabrekmeta, jedro pa postane krhko (Hrovat, 2010). Zmehčano žito gre nato skozi valje, nadaljnje faze pa so prikazane na sliki 2.



Slika 2: Postopek pridobivanja pšeničnih kosmičev (Ewaidah in Al-Kahtani, 1992)

2.1.3 Koruza

Koruzo *ali Zea mays* L. poznamo v naravi samo kot kultivirano rastlino, samonikle v naravi ni. Koruze ne moremo botanično razvrstiti v posamezne vrste, ker se križajo med seboj, pač pa jih po tipu zrnja ločimo v posamezne zvrsti (convarietas). To razvrstitev je uvedel Grebenščikov. Starejša razvrstitev je temeljila prav tako na obliki zrnja, ampak se taksonomsko ni imenovala zvrst (convarietas), ampak oblika (forma). Uvedel jo je

Sturtevant. Iz preglednice 3 je razvidno, da si obe klasifikaciji nista istovetni (Tanjšek, 1980).

Preglednica 3 : Agronomska razvrstitev koruze po Grabenščikovu in Sturtevantu (Tanjšek, 1980)

Po Grebenščikovu	Po Sturtevantu	Slovenska oznaka	Angleška oznaka
<i>Zea mays convairetas dentiformis</i>	<i>Zea may indentata</i>	zobanka	dent corn
<i>Zea mays convairetas aorista I.</i>		poltrdinka	
<i>Zea mays convairetas vulgaris</i>	<i>Zea mays indurata</i>	trdinka	fint corn
<i>Zea mays convairetas microsperma</i>	<i>Zea mays everta</i>	pokovka	pop corn
<i>Zea mays convairetas saccharata</i>	<i>Zea mays saccharata</i>	sladka	sweet corn
<i>Zea mays convairetas amylacea</i>	<i>Zea mays amylacea</i>	mehka	soft corn, flour corn
<i>Zea mays convairetas amyleasaccharata</i>	<i>Zea mays amyleasaccharata</i>	škrobnata	starchy sweet corn
<i>Zea mays convairetas cedatina</i>		voščena	waxy corn
	<i>Zea mays tunicata</i>	plevnata	pod corn

Pri nas so gospodarsko pomembne zobanka, poltrdinka in trdinka, deloma pa tudi pokovka (Tanjšek, 1980).

Barva koruznega zrna variira od bele do temno rjave ali škrlatne. Najpogostejši pa sta bela in rumena. Veliko, sploščeno zrno je sestavljeno iz luščine ali otrobov (perikarp in semenska ovojnica), endosperma, kalčka in koničaste kapice. Največji del zrna predstavlja endosperm, ki je sestavljen iz dveh vidno in fizično ločenih delov in sicer moknatega endosperma, ki je mehak in moten, ter roženega endosperma, ki je trd in prozoren. Oba vsebujeta proteinski matriks, ki ovija škrobna zrna (Hoseney, 1994).

Sorte koruze, ki so zelo številne, se delijo v glavnem v dva tipa: zelenjavno ali sladko koruzo in zrnato ali poljsko koruzo. Zelenjavna koruza ima majhne, koničaste storže in je znana kot pokovka. Če posušena zrna segrejemo v vročem olju ali mikrovalovni pečici, popokajo. Modrikasta koruza, ki uspeva v Mehiki in na jugozahodu ZDA, je sorta zelenjavne koruze. Ima izrazit okus po zemlji in jo navadno meljejo v moko. Zrnata ali poljska koruza je trša in vsebuje več škroba kot zelenjavna. Je pravzaprav krmilo ali pa surovina za moko, škrob, olje in koruzni zdrob. Koruzna moka je priljubljena sestavina za kruh in ponvičnike. V Veliki Britaniji jo z vodo ali mlekom skuhamo v porrige (porrige je

inačica kuhane koruzne kaše). ZDA pripravljajo cornmeal mush (inačica polente), v Italiji in pri nas iz zdroba kuhamo koruzno kašo, polento (Willan, 1995).

Kemijska sestava koruznega zrna in posameznega dela zrna je podana v preglednici 4.

Preglednica 4: Sestava koruznega zrna in posameznega dela zrna v različnih hibridih koruze (Eckhoff in Paulsen, 2003)

	Delež glede na celo zrno (%)	Škrob (g/100 g)	Beljakovine (g/100 g)	Maščobe (g/100 g)	Pepel (g/100 g)	Sladkor (g/100 g)
zrno						
povprečje	100	71,5	10,3	4,8	1,4	2
endosperm						
povprečje	82,3	86,8	8,6	0,9	0,3	0,6
kalček						
povprečje	11,5	8,3	18,5	34,4	10,3	11
perikarp						
povprečje	5,3	7,3	3,5	1	0,7	0,3
koničasta kapica						

2.1.3.1 Koruzni zdrob

Koruzni zdrob uvrščamo med koruzne mlevske izdelke (Pravilnik o kakovosti izdelkov iz žit, 2014). Koruzni zdrob se izdeluje iz bele ali rumene koruze brez kalčkov, tako da koruzna zrna grobo ali drobneje zmeljejo (Willan, 1995).

2.1.3.2 Instant polenta

Za instant polento je potreben krajši čas kuhanja kot za navadni zdrob. Pripravijo jo s posebnim postopkom toplotne obdelave, s t.i. instantiziranjem. Surovino (koruza / pšenica) v instantizerju obdelajo z vročo paro oz. prekuhajo. Čas kuhanja je odvisen od vrste surovine in njenih lastnosti. Med postopkom kontrolirajo želiranje izdelka. Dodana voda je dovolj vroča, da pride do zaklejitve škroba. Po kuhanju potuje masa na valje, kjer se delno posuši in stisne, nato jo sušijo z vročim zrakom. Dobljeni material na sitih presejejo, da izločijo prevelike delce (sprimke) in premajhne delce (moka). Zdrob lahko obogatijo z vitamini in minerali, ki jih dodajajo v obliki suhih pripravkov (Kadan in Caldwell, 2003).

2.1.4 Ječmen

Ječmen uvrščamo v družino trav *Graminae*, poddružino *Festucoideae*, rod *Hordeae* in vrsto *Hordeum*. Kultivirani ječmen se uvršča v podvrsto *vulgare*, medtem ko samonikli ječmen v podvrsto *spontaneum*. Je zelo prilagodljiva rastlina in uspeva tudi na področjih, kjer druga žita ne rastejo. Relativno dobro prenaša sušo in bazična tla. Najbolje pa uspeva na območjih, kjer so zmerne temperature in dolgo rastno obdobje (MacGregor, 2003).

Za ječmen, oves in riž je značilno, da imajo po žetvi pleve na zrnu. Zrno je ovalne oblike z brazdo po dolžini. Sestava zrna je podana v preglednici 5 (MacGregor, 2003).

Preglednica 5: Kemijska sestava ječmena (MacGregor, 2003)

Sestavine	Vsebnost (g/100 g)
škrob	60 - 64
arabinoksiloza	4,4 - 7,8
β-glukan	3,6 - 6,1
celuloza	1,4 - 5
enostavni ogljikovi hidrati (glukoza, fruktoza, saharoza, maltoza)	0,41 - 2,9
oligosaharidi (fruktozani, rafinoza)	0,16 - 1,8
beljakovine	8 - 15
maščobe	2 - 3
minerali	2 - 3

Ječmen vsebuje manjše količine vitaminov B1, B2, B6, pantotensko kislino, biotin, folno kislino in vitamin E. Ječmen je kot krušno žito nepomembno, uporablja se predvsem za pridobivanje slada. V prehrani so najpogostejši produkti: ješprenj, ječmenova moka in ječmenovi kosmiči (MacGregor, 2003).

2.1.4.1 Ješprenj

Ješprenj so oluščena ječmenova zrna. Postopek pridobivanja ješprenja obsega naslednje korake: čiščenje in kondicioniranje, luščenje, ločevanje luščine in zrna, razvrščanje in poliranje (Kent in Evers, 1994).

2.1.4.2 Ječmenovi kosmiči

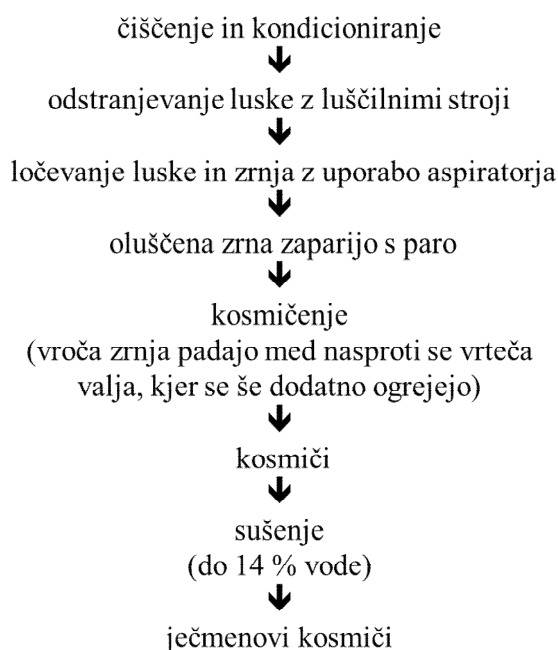
Pripravljeni izdelki iz žit se glede na tehnološki postopek razvrščajo in označujejo zlasti kot (Pravilnik o kakovosti ..., 2014):

- žitne kaše za hitro pripravo,
- mlevski izdelki za hitro pripravo,

- kosmiči,
- muesli izdelki,
- ekstrudirani in ekspandirani izdelki.

Kosmiči se izdelujejo iz oluščenih žit ali iz žit brez lusk po posebnem tehnološkem postopku. Kosmičijo se lahko vsa žita. Količina vode v kosmičih ne sme presegati 14 %, razen pri prosenih kosmičih, kjer ne sme presegati 14,5 %. Ovseni kosmiči lahko vsebujejo največ 0,15 % ovsenih lusk (Pravilnik o kakovosti ... , 2014).

Postopek pridobivanja ječmenovih kosmičev je prikazan na sliki 3 (Kent in Evers, 1994).



Slika 3: Postopek pridobivanja ječmenovih kosmičev (Kent in Evers, 1994)

2.1.5 Rž

Rž (*Secale cereale*) je krušno žito. Kot vsa žita, tudi rž uvrščamo v družino trav (*Gramineae*). Izvira iz jugozahodne Azije, od tam pa se je razširila po vzhodni in severni Evropi, na začetku kot plevel v pšenici in ječmenu (Lindhauer in Dreisoerner, 2003).

Po obliki in velikosti je rženo zrno zelo podobno pšeničnemu zrnu. Rženo zrno je podolgovate ovalne oblike, površina je nagubana in ima brazdo. Barva zrna je zelenkasta

ali sivkasta, redko rjavkasta ali vijoličasta. Dolžina zrna je od 5 do 10 mm, širina 1,4 do 0,75 mm. Podobno kot pri drugih žitih je rženo zrno sestavljeno iz perikarpa, semenske ovojnice, jedrne povrhnjice, kalčka in endosperma s plastjo alevronskih celic (Žeželj, 1989).

Rž vsebuje pentozane, sluzne snovi, ki vežejo vodo in omogočajo mesitev testa. Vsebuje nekaj več škroba (55 - 65 %) in manj beljakovin (10 - 15 %) ter maščob (2 - 3 %) od pšeničnega zrna, 5 - 17 % vlaknin, 2 % pepela, od vitaminov pa predvsem B1, B2, B6, B12 in E (Lindhauer in Dreisoerner, 2003).

Rž so nekoč gojili le tam, kjer ni uspevala pšenica, vendar je to žito, ki ima v nekaterih kuhinjah še danes pomembno vlogo. Temni rženi kruh pečejo v Rusiji in srednji Evropi, iz rži delajo tudi viski. Ržena zrna se kuhajo sama ali skupaj z drugimi žiti. Zdrobljeno rž radi uporabljajo za tople jedi za zajtrk, ržene kosmiče pa za juhe in narastke in za povezavo začinjjenih mesnih nadevov (Willan, 1995). Pri nas so znani naslednji izdelki; rženi drobljenec, ržena polnozrnata moka, ržena moka, rženi otrobi in rženi kosmiči.

2.1.5.1 Rženi kosmiči

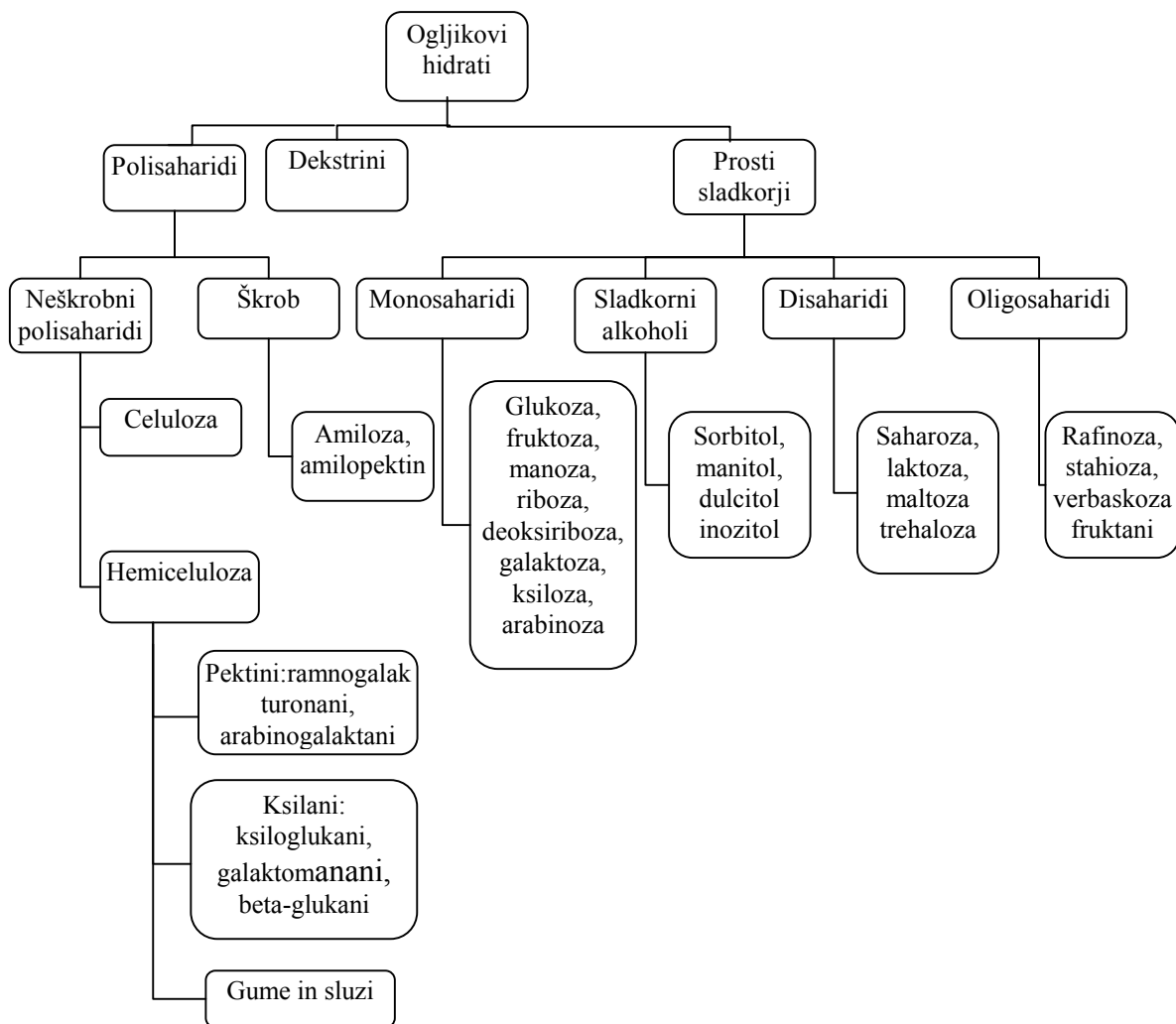
Ržene kosmiče pridobivajo podobno kot ječmenove, le da ržena zrna ni potrebno luščiti. Posledica tega je večja vsebnost pepela in skupne vlaknine v rženih kosmičih.

2.2 GLAVNE SESTAVINE ŽITNIH ZRN

2.2.1. Ogljikovi hidrati

2.2.1.1 Definicija in razdelitev

Ogljikovi hidrati so polihidroksi aldehidi ali polihidroksi ketoni. Ogljikove hidrate delimo v naslednje skupine spojin: monosaharidi, oligosaharidi in polisaharidi. Monosaharidi ali enostavni sladkorji so primarni oksidacijski produkti polihidroksi alkoholov in sestavljajo oligosaharide in polisaharide. Oligosaharidi so sestavljeni iz dveh do največ desetih enot monosaharidov, polisaharide pa sestavlja najmanj deset enot monosaharidov, lahko jih je tudi na stotine oziroma tisoče. Na sliki 4 je prikazana natančnejša razdelitev ogljikovih hidratov, ki jih najdemo v živilih (Koch in sod., 1993).



Slika 4: Pregled ogljikovih hidratov v živilih (Ensminger in sod., 1993)

2.2.1.2 Monosaharidi

So najenostavnejši ogljikovi hidrati, večina od njih je sladkorjev. Monomeri v zrelih žitnih zrnih niso pomembni, pomembni so kot sestavni del polimerov, oboji pa sodelujejo kot strukturne in skladiščne komponente zrna, lastnosti zrna in njihove produkte med proizvodnjo. Najpomembnejši monosaharidi so pentoze (arabinoza, ksiloza, riboza in manoz) in heksoze (glukoza, fruktoza, D-galakturonska kislina in deoksiriboz). D-glukoza je monomer škroba, celuloze in β -D-glukanov (Kent in Evers, 1994).

2.2.1.3 Disaharidi

Disaharidi so sestavljeni iz dveh molekul monosaharidov, povezanih z glukozidno vezjo. Med disaharide uvrščamo: maltozo (α -D-glukopiranozil-(1→4)- α -D-glukopiranoza), izomaltozo (α -D-glukopiranozil-(1→6)- β -D-glukopiranoza), celobiozo (β -D-glukopiranozil-(1→4)- α -D-glukopiranoza) in saharozo (β -D-fruktofuranozil- α -D-glukopiranozil). Saharozna zaseda najpomembnejše mesto med razvojem žitnega zrna kot tudi zrelega zrna, saj se spreminja med zorenjem v strukturno primernejšo obliko za dolgo shranjevanje (škrob). Sladka koruza ima 2 do 4 krat večjo vsebnost saharoze v fazi razvoja kot druge vrste koruze v podobni fazi (Kent in Evers, 1994).

2.2.1.4 Polisaharidi

So polimerne spojine, v katerih so monosaharidne enote povezane med seboj z glikozidnimi vezmi (Kent in Evers, 1994).

2.2.1.5 Škrob

Je glavna sestavina žit. V glavnem se nahaja v endospermu v obliki škrobnih zrn, ki nastajajo v amiloplastih. Oblika in velikost škrobnih zrn je karakteristična za posamezno rastlino, kot je prikazano v preglednici 6 (Kent in Evers, 1994).

Preglednica 6 : Značilnosti škrobnih zrn, različnih vrst žit (Kent in Evers, 1994)

Žita	Oblika in premer škrobnih zrn (μ m)	Lastnosti škrobnih zrn
pšenica	velika: lečaste, 15 - 30 mala: okrogle, 1 - 10	ekvatorialno izdolbena, kjer jih je veliko skupaj, so oglata
rž	velika: lečaste, 10 - 40	enako kot pšenica, vidne radialne razpoke
ječmen	mala: okrogle, 2 - 10 velika: lečaste, 10 - 30	enako kot pšenica
koruza	okrogla: ogлата: obe: 2 - 30, pov. 10	moknat endosperm rožen endosperm
proso	okrogla / ogлата, 4 -12, pov. 7	enako kot kuruza

Škrob je sestavljen iz amilopektina (približno 80 %), ki je v vodi netopen, in topne amiloze (približno 20 %). Molekula amiloze je zgrajena iz linearne verige 500 - 2000 glukoznih enot, molekule amilopektina pa so razvejane in vsebujejo nekaj 100 kratkih linearnih ter okoli 4 % razvejanih verig (Abram in Zelenik-Blatnik, 1996).

2.2.1.6 Pomen ogljikovih hidratov v prehrani

V obroku povprečne prehrane je približno 65 % ogljikovih hidratov. Od polisaharidov, podvrženih razgradnji v prebavilih človeka, so najpomembnejši glukozi polimeri škroba, ki zajemajo okoli 60 % hranil in pomenijo 50 - 70 % energijskega vnosa v naši prehrani (Koren, 1993). Območja priporočenih vrednosti hranljivih snovi kot deleži skupno zaužite energije ali dnevno zaužita količina so prikazani v preglednici 7.

Preglednica 7: Osnovna izhodišča varovalne prehrane (Pokorn, 1996)

Sestavina živila (enota)	Priporočena vrednost za vzdrževanje normalne telesne mase	
	Najnižja	Najvišja
Skupne maščobe (% energije)	15	30
nasičene (% energije)	0	10
večkrat nenasičene (% energije)	3	7
holesterol (mg/dan)	0	300
Skupni ogljikovi hidrati* (% energije)	55	75
kompleksni ogljikovi hidrati (% energije)	50	70
Prehranska vlaknina (g/dan)*	27	40
topna vlaknina (g/dan)	16	24
Beljakovine (% energije)	10	15
Sol (g/dan)	< 1	6

* : vključuje tudi: 400 g sadja in/ali zelenjave , > 30 g lupinastega sadja

2.2.2 Prehranska vlaknina

Prehranska vlaknina je kompleksna mešanica neprebavljivih polisaharidov (celuloze, hemiceluloz, oligosaharidov, pektina, gum), voskov in lignina, ki jih najdemo predvsem v rastlinskih celičnih stenah. To so snovi, ki jih človekovi prebavni encimi ne razgradijo do komponent, ki bi se absorbirale v zgornjem prebavnem traktu (Slavin, 2003; Golob in sod., 2012).

Definicij prehranske vlaknine je več; po definiciji v prilogi Uredbe 1169/2011 (2011) prehranska vlaknina zajema polimere ogljikovih hidratov s tremi ali več monomernimi enotami, ki se ne prebavijo niti absorbirajo v tankem črevesu človeka in spadajo v naslednje kategorije:

- užitni polimeri ogljikovih hidratov, naravno prisotni v živilih v obliki, v kateri se zaužijejo,
- užitni polimeri ogljikovih hidratov, ki so bili pridobljeni iz surovine za živilo s fizikalnimi, encimskimi ali kemijskimi sredstvi in ki imajo ugoden fiziološki učinek, dokazan s splošno sprejetim znanstvenim dokazom,

- užitni sintetični polimeri ogljikovih hidratov, ki imajo ugoden fiziološki učinek, dokazan s splošno sprejetim znanstvenim dokazom.

2.2.2.1 Komponente prehranske vlaknine

Najpogostejše komponente prehranske vlaknine, ki jih najdemo v žitih, so predstavljene v preglednici 8. Za primerjavo so navedeni še podatki za te komponente v sadju in zelenjavi ter stročnicah.

Preglednica 8: Komponente prehranske vlaknine v sadju, zelenjavi, žitih in stročnicah (Mongeau in Brooks, 2003)

Komponente	Sadje in zelenjava	Žita	Stročnice
Polisaharidi			
Hemiceluloze:			
- ksiloglukani	x		x
- glukuronoksilani	x		
- arabinoksilani		x	
- glukuronoarabinoksilani		x	
- galaktomanani			x
Celuloza	x	x	x
β -D-glukani		x	
Pektinske substance	x	x	x
Drugi:			
- lignin	x	x	
- fenolni estri		x	
- beljakovine		x	
- glikoproteini	x		x

Prehransko vlaknino sestavljajo v glavnem ogljikovi hidrati, med katerimi razlikujemo glede na kemijsko strukturo in stopnjo polimerizacije. V skupino neškrobnih polisaharidov in neprebavljivih oligosaharidov prištevamo celulozo, hemicelulozo, pektin, β -glukane, gume, inulin (Golob in sod., 2012).

Celuloza

Celuloza je najbolj razširjen polimer v naravi in glavna strukturna komponenta v rastlinah. Je linearni polimer, kjer so D-glukozne enote povezane z 1-4- β -glukozidnimi vezmi. Molekula celuloze je sestavljena iz 10000 do 15000 glukozidnih enot (Boyer, 2005).

Hemiceluloza

Hemicelulozni polisaharidi imajo nižjo stopnjo polimerizacije kot celuloza (50 do 200 enot). Hemicelulozo sestavljajo mešanice polisaharidov manana, galaktana, arabana, ksilana in poliuronskih kislin. Največja skupina hemiceluloz vsebuje pentozane, kot so ksilan in arabinoksilan; druga skupina vsebuje polimere heksoze, kot so galaktani, tretjo skupino hemiceluloz pa sestavljajo kisle hemiceluloze, ki vsebujejo galakturonsko kislino. Pod vplivom mikroorganizmov se hemiceluloza v debelem črevesu hitreje razgradi kot celuloza (Koch in sod., 1993).

Pektinske snovi

Izraz pektinske substance ali pektini se uporablja za kompleksno skupino polisaharidov, v katerih je osnovna sestavina D-galakturonska kislina. Pomembno vlogo imajo pektinske substance v rastlinski celici pri oblikovanju celice (Koch in sod., 1993).

Drugi polisaharidi

V to skupino prištevamo vse tiste necelulozne polisaharide, ki jih iz rastlin lahko ekstrahiramo z vročo vodo. Ti polisaharidi vplivajo na viskoznost žitne hrane. V tej skupini so β -glukani, kjer so združene D-glukoze, vezane z 1,4- β -vezjo in 1,3- β -vezjo (Koch in sod., 1993).

Lignin

Je polifenol z veliko molekulsko težo. Najpogosteje je osnovna sestavna enota koniferil, ki s kondenzacijo tvori dolge dvo- in tridimenzionalne mreže. Lignin se tudi pod vplivom črevesnih bakterij ne razgrajuje in je hidrofobni del prehranske vlaknine. Pripisujejo mu fiziološko delovanje, in sicer adsorpcijo žolčnih kislin in kancerogenih snovi (Koch in sod., 1993).

2.2.2.2 Fizikalno-kemijske lastnosti vlaknine in pomen v prehrani

Sposobnost vezanja vode

Zaradi vezanja vode prehranska vlaknina v prebavilih nabrekne in tako vpliva na hitrost praznjenja želodca, na absorpcijo hranljivih snovi v tankem črevesu, na prehod hrane skozi črevesje itd. (Koch in sod., 1993). Na sposobnost vezave vode vpliva velikost delcev, struktura in kemijska sestava prehranske vlaknine (Mongeau in Brooks, 2003).

Kationska izmenjava

Sposobnost izmenjave kationov je lastnost prehranske vlaknine, ki se spreminja z vrsto in starostjo rastline, od močne in monofunkcionalne do slabše in polifunkcionalne izmenjave. Sposobnosti anionske izmenjave prehranska vlaknina nima (Koch in sod., 1993).

Adsorpcija

Prehranska vlaknina, posebno lignin, adsorbirajo nekatere organske substance (npr. žolčne kisline, nekatere strupe) (Koch in sod., 1993).

Z vidika analitskega določanja prehranske vlaknine in razumevanja funkcij, ki jih posamezne komponente prehranske vlaknine opravljajo v telesu, je smiselna tudi delitev na topno in netopno prehransko vlaknino (Golob in sod., 2012).

- Topno prehransko vlaknino predstavljajo topni pektin, gume, nekatere topne hemiceluloze. Topna prehranska vlaknina je material, ki ga človeški prebavni encimi ne razgradijo in je topen v vroči ali topli vodi ter se obori v presežku etanola;
- Netopna prehranska vlaknina so celuloza, lignin, netopni pektin, netopne hemiceluloze, pentozani. To je rastlinski material, ki s človeškimi prebavnimi encimi ni prebavljiv ter ni topen v vroči vodi (Prosky in DeVries, 1992).

Topna in netopna prehranska vlaknina imata različen vpliv na človeški organizem (Koch in sod., 1993):

- Topna prehranska vlaknina:
 - preprečuje absorpcijo žolčnih kislin,
 - vpliva na viskoznost črevesne vsebine,
 - upočasni (zavira) absorpcijo glukoze,
 - zmanjša potrebo organizma po inzulinu,
 - pektin zmanjšuje plazemski holesterol,
 - posredno vpliva na sintezo holesterola v jetrih.
- Netopni prehranski vlaknini pripisujejo naslednje delovanje:
 - adsorpcija žolčnih kislin,
 - celuloza reducira aktivnost lipaze,
 - poveča količino izločenega blata,
 - skrajša čas prehoda skozi prebavni trakt.

2.2.3 Beljakovine

Beljakovine so visokomolekularne organske spojine, sestavljene iz velikega števila aminokislin (enostavne - proteini) in prostetične skupine (sestavljene - proteidi).

Aminokislina se povezujejo med seboj s peptidnimi vezmi (CO-NH), lahko pa tudi z disulfidnimi mostovi (-S-S) (Hoseney, 1994).

2.2.3.1 Klasifikacija beljakovin po Osbornu:

Beljakovine delimo po topnosti na:

- albumine: so topni v vodi, prisotnost normalne koncentracije soli ne vpliva na topnost. Pri višjih temperaturah koagulirajo
- globuline: netopni v vodi, topni v raztopinah z majhno vsebnostjo soli in netopni v koncentriranih raztopinah soli;
- prolamine: topni v 70 % alkoholu;
- gluteline: topni v razredčeni kislini ali bazi (Kent in Evers, 1994).

Obstajajo pa tudi beljakovine, ki jih ne uvrščamo v nobeno od teh štirih skupin. To so pšenični, rženi in ječmenovi glikoproteini, ki so topni v vodi, vendar ne koagulirajo. Koruza in riž vsebujeta proteine, ki niso topni v razredčenih kislinah ali bazah (Hoseney, 1994).

Preglednica 9: Aminokislinska sestava različnih žitnih zrn (g aminokislina /16 g N) (Kent in Evers, 1994)

Aminokislina (g/16 g N)	Pšenica	Rž	Proso/sorta			Ječmen	Koruza
			pearl	foxtail	proso		
Esencialne							
izolevcin	3,8	3,6	4,3	6,1	4,1	3,8	4
levcin	6,7	6	13,1	10,5	12,2	6,9	12,5
lizin	2,3	2,9	1,7	0,7	1,5	3,5	3
metionin	1,7	1,2	2,4	2,4	2,2	1,6	1,8
fenilalanin	4,8	4,5	5,6	4,2	5,5	5,1	5,1
treonin	2,8	3,3	3,1	2,7	3,0	3,5	3,6
triptofan	1,5	1,2	1,4	2,0	0,8	1,4	0,8
valin	4,4	4,9	5,4	4,5		5,4	5,2
Neesencialne							
cistin	2,6	2,3	1,8	1,4	5,4	2,5	2,5
tirozin	2,7	1,9	3,7	1,6	1,0	2,5	4,4
alanin	3,3	3,7	11,3		4,0	4,1	7,7
arginin	4	4,2	3,3	2,3		4,4	4,7
asparbinska kislina	4,7	6,5	6,4		3,2	6,1	6,4
glutaminska kislina	33,1	27,5	22,2			24,5	18,8
glicin	3,7	3,6	2,3	1,2		4,2	3,9
histidin	2,2	2,1	2,3		2,1	2,1	2,8
prolin	11,1	10,4	6,9			10,9	8,8
serin	5	4,3	6,9			4,2	4,9

Albumini in globulini spadajo med funkcionalne beljakovine, sem prištevamo vse vrste encimov. V žitih so albumini in globulini skoncentrirani v alevronski plasti, otrobih in kalčku. Imajo uravnoteženo aminokislinsko sestavo. Vsebujejo večje količine lizina, triptofana in metionina, ki se sicer nahajajo v žitih v zelo majhnih količinah. Prolamini in glutelini so skladiščni proteini v žitih, ki se nahajajo v endospermu. Prolamini vseh žit imajo majhno vsebnost lizina, triptofana in metionina. Glutelini imajo variabilno aminokislinsko sestavo. Aminokislinska sestava različnih žitnih zrn je podana v preglednici 8. Vsebnosti so predstavljene kot gram aminokislina na 16 g dušika (N), kjer slednje ustreza približno 100 g beljakovin (Kent in Evers, 1994).

2.2.3.2 Pomen beljakovin v prehrani

V žitih so beljakovine pomembne zaradi oskrbe telesa z aminokisljinami. Pri uravnoteženi prehrani sta pomembni tako količina kot kakovost beljakovin. Kakovost beljakovin je določena s prisotnostjo esencialnih aminokislin. V žitnih zrnih ni vseh esencialnih aminokislin v zadostnih količinah in je zato tudi biološka vrednost manjša. V žitnih beljakovinah je zlasti premalo lizina (izjema je ajda), triptofana in treonina (Pokorn, 1976).

2.2.4 Maščobe

Najbolj preprosti in najbolj pogosti naravni lipidi so triacilgliceroli, ki jih pogosto imenujemo maščobe, nevtralne maščobe ali triacilgliceridi. Triacilgliceroli so estri glicerola z maščobnimi kislinami in predstavljajo glavno komponento maščob. Nastopajo v različnih oblikah, odvisno od vrste in lege maščobne kisline, ki je estrsko vezana na glicerol. Triacilglicerole, ki vsebujejo zaestreno eno samo vrsto maščobne kisline, imenujemo enostavni triacilgliceroli. Triacilglicerole, ki vsebujejo zaestreni dve ali več različnih maščobnih kislin, pa imenujemo mešani triacilgliceroli (Klofutar, 1992).

V grobem se delijo sestavine rastlinskih olj in masti na acilglicerole, maščobne kisline in neglicerolne snovi. Med acilglicerole spadajo tri, di in monogliceroli. Med neglicerolne snovi pa spadajo fosfolipidi, tokoferoli, steroli, karotenoidi, vitamini, ter ostale spremljajoče sestavine, ki so prisotne v manjših količinah (Jamnik, 1992).

2.2.4.1 Maščobne kisline

Nasičene maščobne kisline so prisotne predvsem v maščobah živalskega izvora ter trdih maščobah in povzročajo porast holesterola v krvi. V žitnih zrnih je najpogostejša nasičena maščobna kislina palmitinska, najpogostejša nenasičena maščobna kislina pa je linolna kot je razvidno iz preglednice 10 (Kent in Evers, 1994). Žitna zrna vsebujejo predvsem nenasičene maščobne kisline.

Preglednica 10: Maščobno kislinška sestava lipidov v žitih (Kent in Evers, 1994)

Vrsta žita	Nasičene maščobne kisline (%)		Nenasičene maščobne kisline (%)		
	palmitinska 16 : 0	stearinska 18 : 0	oleinska 18 : 1	linolna 18 : 2	linolenska 18 : 3
koruza	13	< 4	35	50	< 3
proso	20	5	25	48	3
rž	18	1	25	46	4
ječmen	22	< 2	12	57	5
pšenica	21	2	15	58	4

2.2.4.2 Neglicerolne snovi:

Druga skupina maščob so neglicerolne snovi, med katere sodijo:

- Fosfatidi: So estri glicerola in maščobnih ter fosforne kisline, na katero so vezane organske baze kot so: holin, inozitol, etanolamin itd. So dobri emulgatorji;
- Tokoferoli: Po sestavi so visokomolekularni ciklični alkoholi, so vitamini in delujejo antioksidacijsko;
- Steroli: So po kemijski sestavi visokomolekularni ciklični alkoholi. Nahajajo se v prosti obliki ali pa so zaestreni z maščobnimi kislinami;
- Barvne snovi (Jamnik, 1992).

2.2.4.3 Pomen maščobe v prehrani

Maščobe so pomemben vir energije v organizmu, saj se pri njihovi oksidativni razgradnji sprosti približno dvakrat več energije, kot pri prebavi ogljikovih hidratov in beljakovin. So vir esencialnih maščobnih kislin in izboljšujejo absorpcijo v maščobi topnih vitaminov (A, D, E, K) (Koren, 1999).

2.2.4.4 Pomen esencialnih maščobnih kislin v prehrani

Esencialne maščobne kisline so pomembne za rast in razvoj, plodnost in vplivajo na delovanje ledvic. Pomembne so za razvoj, strukturo in delovanje živčnega sistema ter očne mrežnice, posebno arahidonska kislina. So izhodiščne snovi za sintezo tkivnih hormonov, prostoglandinov, prostociklinov, levkotrienov in tromboksanov, ki so pomembni za regulacijo krvnega tlaka, pri vnetnih procesih, za imunski odziv in strjevanje krvi. Linolna kislina sodeluje pri regulaciji permeabilnosti kože za vodo, medtem ko derivati linolne kisline sestavljajo celične membrane. Če jih ni dovolj, se vgrajujejo druge maščobne kisline, kar ima za posledico spremembo lastnosti celičnih membran. (Koren, 1999). Priporočila zdrave prehrane svetujejo, da je razmerje med n-6 in n-3 maščobnimi kislinami 5 : 1. V energiji, ki jo dnevno zaužijejo s hrano naj bi energija n-6 esencialnih maščobnih kislin obsegala 2,5 %, energija iz n-3 maščobnih kislin pa 0,5 % (Referenčne vrednosti za vnos hranil, 2004)

2.2.5 Vitamini in minerali

Vitamini so skupina organskih spojin najrazličnejših struktur in kemijskih lastnosti. So esencialna mikrohranila, ki jih telo potrebuje v manjših količinah in so nujno potrebni za normalno delovanje človekovega organizma. Ker pa človeški organizem ni zmožen sintetizirati vitaminov iz osnovnih hranil (beljakovin, ogljikovih hidratov, maščob), jih moramo dobiti predvsem s hrano (WHO/FAO, 2004).

Večina žit je pomemben vir vitaminov, kot so tiamin, niacin, riboflavin, piridoksin, pantotenska kislina in tokoferol. Vsebujejo pa tudi veliko mineralov. Vsebnost vitaminov in mineralov je podana v preglednicah 11 in 12 (Kent in Evers, 1994; Hosenev, 1994).

Preglednica 11: Vsebnost vitaminov v sortah prosa ($\mu\text{g/g}$) (Kent in Evers, 1994)

Vitamini ($\mu\text{g/g}$)	Proso / sorta			
	pearl	foxtail	proso	finger
tiamin	3,6	5,9	2	3,6
riboflavin	1,7	0,8	1,8	0,8
niacin	26	7	23	13
pantotenska kislina	11,4	-	-	-

Količina mineralov v žitih je odvisna predvsem od sorte in klimatskih razmer, lahko pa se poveča z intenzivnim gnojenjem z mineralnimi gnojili. Večina žit, namenjenih za človeško prehrano, je po žetvi podvržena nadaljnji predelavi, predvsem mlinarski in pekarski. Med mlinarsko predelavo gredo žita skozi postopke luščenja, mletja, sejanja in poliranja, pri

čemer se odstranijo različni deli luske in kalčka. S tem se zmanjša vsebnost mineralnih snovi. Mineralne snovi so potrebne za vzdrževanje elektrokemičnih in ozmotskih ravnotežij v telesu. Žita so bogata z minerali tako v kvalitativnem kot kvantitativnem pomenu (Pokorn, 1976).

Preglednica 12: Vsebnost vitaminov in mineralov v različnih žitih (mg/100 g) (Hoseney, 1994)

Vitamini ali minerali (mg/100 g)	Pšenica	Rž	Ječmen	Koruza
Vitamini				
tiamin	0,55	0,44	0,57	0,44
riboflavin	0,13	0,18	0,22	0,13
niacin	6,4	1,5	6,4	2,6
pantotenska kislina	1,36	0,77	0,73	0,7
piridoksin	0,53	0,33	0,33	0,57
Minerali				
fosfor	410	380	470	310
kalij	580	520	630	330
kalcij	60	70	90	30
magnezij	180	130	140	140
železo	6	9	6	2
baker	0,8	0,9	0,9	0,2
mangan	5,5	7,5	1,8	0,6

Mineralne snovi, ki se nahajajo v žitih so: kalij, natrij, kalcij, magnezij, fosfor, mangan, cink, baker, železo, kobalt, jod, selen (Hoseney, 1994).

3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 NAČRT DELA

Namen diplomske naloge je bil s fizikalno-kemijskimi analizami določiti vsebnost vode, pepela, maščob, beljakovin ter topne, netopne in skupne prehranske vlaknine v proseni kaši, polenti, ješprenju, koruznem zdrobu ter rženih, pšeničnih in ječmenovih kosmičih različnih slovenskih proizvajalcev. Iz rezultatov analiz smo izračunali vsebnost ogljikovih hidratov in energijsko vrednost ter delež posameznih hranljivih snovi in rezultate statistično obdelali. Dobljene rezultate smo vključili v bazo podatkov o sestavi slovenskih živil. Rezultate smo tudi primerjali z nekaterimi podatki, ki so na deklaracijah, in s podatki iz tujih prehranskih tabel oziroma strokovne literature.

3.2 MATERIAL

Analizirali smo sedem vrst različnih žitnih izdelkov, po dva enaka vsake vrste, vendar različnih proizvajalcev. Opis vzorcev je podan v preglednici 13.

Preglednica 13: Vzorci žitnih izdelkov in oznake vzorca

Izdelek	Oznaka vzorca
prosenka kaša, Natura (Žito)	A1
prosenka kaša Intes, (Mlin in testenine d.d.)	A2
rženi kosmiči - navadni, Natura (Žito)	B1
rženi kosmiči - polnozrnati (Žito)	B2
pšenični kosmiči - navadni, Natura (Žito)	C1
pšenični kosmiči - polnozrnati (Žito)	C2
polenta instant, Zlato polje (Droga)	D1
polenta instant (Mlinotest)	D2
koruzni zdrob, Dobro (Žito)	E1
koruzni zdrob (Mlinotest)	E2
ješprenj (Mlinotest)	F1
ješprenj, Natura (Žito)	F2
ječmenovi kosmiči, Natura (Žito)	G1
ječmenovi kosmiči, Bio (Žito)	G2

3.3 METODE DELA

3.3.1 Priprava vzorcev

Vsi vzorci so bili ustrezno suhi, zato priprava zračno suhega vzorca ni bila potrebna. Zmleli smo jih v kavnem mlinčku in tako dobili homogene vzorce. Polente in koruznega zdroba ni bilo potrebno mleti. Tako pripravljene vzorce smo analizirali. Vse analize smo opravili v treh paralelkah, z izjemo vlaknine, kjer smo imeli štiri paralelke.

3.3.2 Fizikalno-kemijske analize

3.3.2.1 Določanje vsebnosti vode

Princip: Sušenje vzorca v sušilniku pri temperaturi 105 °C do konstantne mase.

Enačba za izračun:

$$\text{vsebnost vode (g/100 g)} = 100 - \text{vsebnost suhe snovi (g/100 g)} \quad \dots(1)$$

$$\text{vsebnost suhe snovi (g/100 g)} = b/a * 100$$

a = odtehta vzorca (g)

b = masa vzorca po sušenju (g) (Plestenjak in Golob, 2003)

3.3.2.2 Določanje vsebnosti pepela

Princip: Suhi sežig vzorca pri 550 °C.

Enačba za izračun:

$$\text{vsebnost pepela (g/100 g)} = b/a * 100 \quad \dots(2)$$

a = odtehta vzorca (g)

b = masa pepela (g) (Plestenjak in Golob, 2003).

Izvedba: V predhodno prežarjen (550 °C, 1 ura), ohlajen in stehtan žarilni lonček, odtehtamo cca 3 g ($\pm 0,1$ mg) vzorca. Najprej previdno žarimo nad gorilnikom ali na

električni plošči, nato v žarilni peči 4-5 ur, pri 550 °C dokler ni pepel bel. Ohladimo v eksikatorju in hitro stehtamo.

3.3.2.3 Določanje vsebnosti maščob po Weibull-Stoldt

Princip: Hidroliza vzorca s HCl, filtriranje, sušenje in ekstrakcija v Soxhletovem aparatu.

Enačba za izračun:

$$\text{vsebnost maščob (g/100 g)} = (b-c)/a * 100 \quad \dots(3)$$

a = odtehta vzorca (g)

b = masa bučke z ostankom (g)

c = masa prazne bučke (g) (Plestenjak in Golob, 2003)

Izvedba: V 400 ml čašo odtehtamo približno 6 g vzorca, dodamo 100 ml destilirane vode in 80 ml koncentrirane HCl. Čašo postavimo na kuhalnik ali plinski gorilnik, mešamo s stekleno palčko. Pokrijemo z urnim steklom in pustimo 30 minut rahlo vreti. Še vročo razredčimo z vodo, speremo urno steklo in takoj filtriramo skozi naguban, vlažen filtrirni papir. Spiramo z vročo vodo (do negativne reakcije na Cl⁻ ion). Filtrirni papir z vsebino položimo na urno steklo in sušimo 2 - 4 ure pri 105 °C. Suh filtrirni papir z vsebino damo v ekstrakcijski tulec, pokrijemo z vato, tulec vstavimo v ekstrakcijski nastavek Soxhletovega aparata, namestimo čisto, stehtano bučko (sušimo pri 105 °C, 1 uro) in prelijemo s 150 ml petroletra. Topila mora biti dovolj, da se v ekstraktorju lahko pretaka. Ekstrahiramo 4 - 6 ur, nato topilo oddestiliramo, ostanek v bučki sušimo 1 uro pri 105 °C, ohladimo in stehtamo.

3.3.2.4 Določanje vsebnosti beljakovin po Kjeldahlu

Princip: Metoda temelji na določanju beljakovin posredno preko dušika (ob upoštevanju, da je ves dušik, prisoten v živilu, beljakovinski). Za preračunavanje dušika v beljakovine uporabimo ustrezne empirične faktorje.

Enačbe za izračun:

$$\text{vsebnost beljakovin (g/100 g)} = (\text{ml HCl} * 1,4)/a * 100 * F \quad \dots(4)$$

a = odtehta vzorca (mg)

ml HCl = poraba ml 0,1 M HCl za vzorec - poraba ml 0,1 M HCl za slepi poskus (c)

1,4 = ekvivalent (1 ml 0,1 M HCl 1,4 mg N)

F = empirični faktor za preračun dušika v beljakovine

$$F = 100 / (\text{vsebnost N v beljakovini živila}) \quad \dots(5)$$

(Plestenjak in Golob, 2003)

Preglednica 14: Empirični faktorji za preračunavanje dušika v beljakovine (Plestenjak in Golob, 2003)

Izdelek	F
prosenka kaša	6,25
rženi kosmiči	5,83
pšenični kosmiči	5,70
polenta	6,25
koruzni zdrob	6,25
ješprenj	5,83
ječmenovi kosmiči	5,83

Izvedba:

Delo razdelimo na tri faze:

- a) mokri sežig pripravljene homogeniziranega vzorca,
- b) destilacija,
- c) titracija.

a) V sežigno epruveto odtehtamo 1 g vzorca. Dodamo eno selensko tableto, 6 ml mešanice koncentrirane $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4$ in 3 ml H_2O_2 . Epruvete postavimo v Tecator blok, pokrijemo s steklenimi zvonci ter postopno dvigamo temperaturo do $370\text{ }^\circ\text{C}$. Z vodno črpalko odvajamo zdravju škodljive hlape. Sežig je končan, ko postane tekočina brezbarvna in bistra.

b) Vzorec ohladimo na sobno temperaturo, razredčimo s 75 ml destilirane vode ter vstavimo v Kjeltex destilacijsko aparaturo. Doziramo bazo (30 % NaOH), odpremo dovod pare ter destiliramo 5 minut v predložko, 250 ml erlenmajerico, v kateri imamo 20 ml nasičene borne kisline in 5 kapljic Tashiro indikatorja. Po 5 minutah zapremo dovod pare, počakamo, da destilat odteče in odstavimo predložko. Vsebino epruvete zavržemo in speremo z večjo količino vode.

c) Raztopino nastalega amonijevega borata v predložki titriramo s standardizirano 0,1 M HCl do preskoka barve iz zelene v vijoličasto. Zabeležimo porabo kisline.

3.3.2.5 Določanje vsebnosti vlaknine z modificirano encimsko-gravimetrično metodo po Proskyju

Princip: Encimska razgradnja škroba in beljakovin, filtracija in gravimetrična določitev ostanka vlaknine. S to metodo določimo skupno, topno in netopno prehransko vlaknino. V ostanku netopne vlaknine naredimo korekcijo na vsebnost pepela in beljakovin (Plestenjak in Golob, 2003).

a) Določanje preostanka pepela: Filtrirni papir s sedimentom netopne vlaknine iz prve vzporedne določitve prenesemo v stehtan žarilni lonček, ga sežgemo na grelni plošči in žarimo v žarilni peči pri 550 °C, 5 ur. Ohladimo v eksikatorju in stehtamo.

b) Določanje preostanka beljakovin: beljakovine smo določali z metodo po Kjeldahlu.

Enačbe za izračun:

$$\text{mg beljakovin} = \text{ml HCl} \times 1,4 \times F \quad \dots(6)$$

ml HCl = poraba ml 0,1 M HCl za vzorec - poraba ml 0,1 ml HCl za slepi poskus

1,4 = ekvivalent (1 ml 0,1 M HCl 1,4 mg N)

F = empirični faktor za preračunavanje N v beljakovine (F = 6,25)

$$\text{vsebnost netopne vlaknine (g/100 g)} = (b - c - d)/a * 100 \quad \dots(7)$$

a = masa vzorca (odtehta) (g)

b = masa ostanka netopne vlaknine (g)

c = masa pepela v netopnem ostanku (g)

d = masa beljakovin v netopnem ostanku (g)

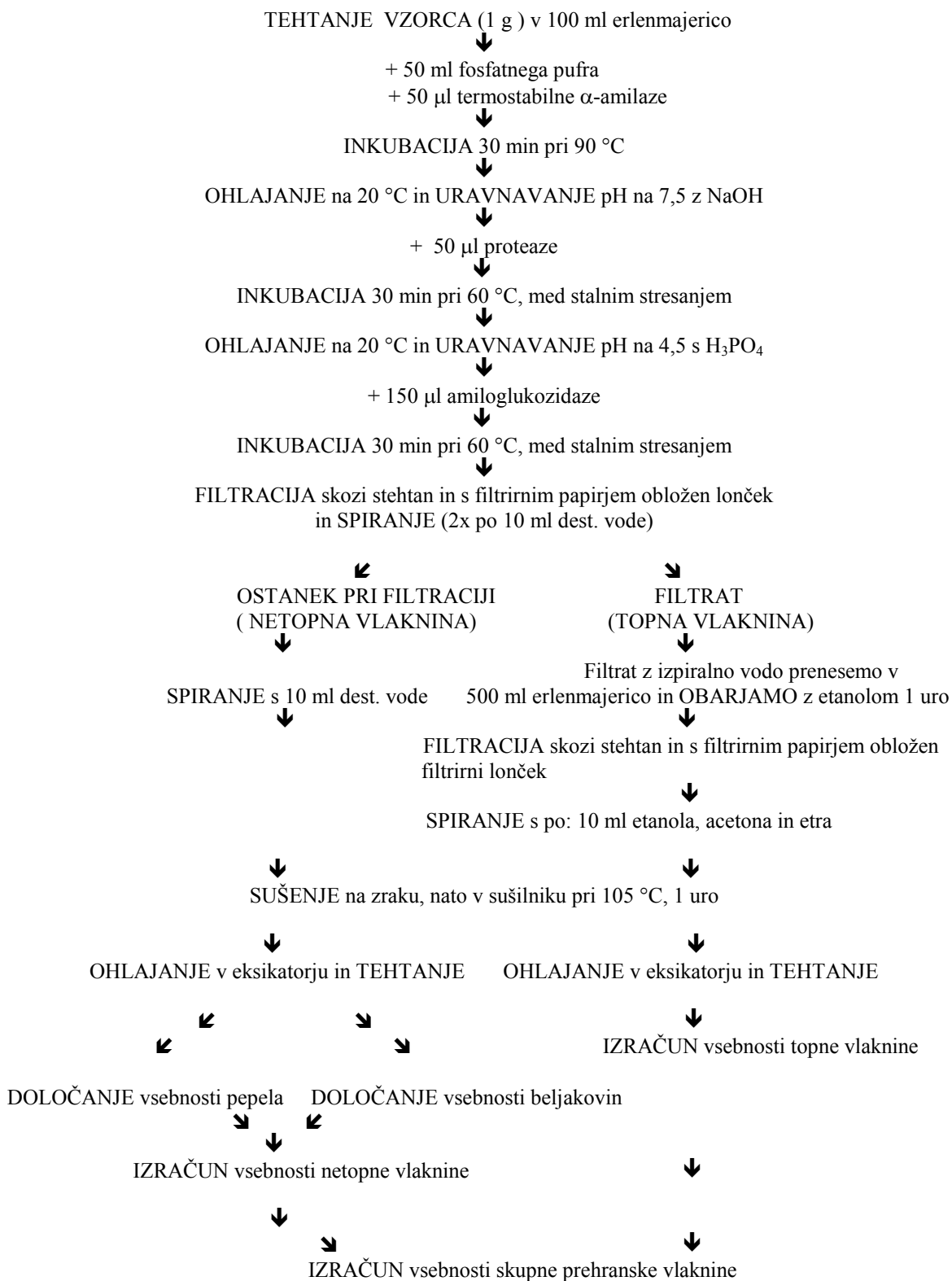
$$\text{vsebnost topne vlaknine (g/100 g)} = b/a * 100 \quad \dots(8)$$

a = masa vzorca (odtehta) (g)

b = masa ostanka topne vlaknine (g)

$$\text{skupna VL (g/100 g)} = \text{topna VL (g/100 g)} + \text{netopna VL (g/100 g)} \quad \dots(9)$$

Izvedba: Postopek določanja topne in netopne vlaknine je prikazan na sliki 5.



Slika 5: Prikaz encimsko-gravimetrične metode določanja po Proskyju (Plestenjak in Golob, 2003)

3.3.2.6 Izračun vsebnosti izkoristljivih ogljikovih hidratov

Količino izkoristljivih ogljikovih hidratov izračunamo iz rezultatov predhodno opravljenih analiz in znanih vsebnosti vode oziroma suhe snovi, pepela, vlaknine, maščob in beljakovin. Vsebnost skupnih ogljikovih hidratov predstavlja vsota vsebnosti skupne prehranske vlaknine in izkoristljivih ogljikovih hidratov (Plestenjak in Golob, 2003).

$$\text{vsebnost izk.OH (g/100 g)} = \text{s.s. (g/100 g)} - (\text{pepel (g/100 g)} + \text{VL (g/100 g)} + \text{maščobe (g/100 g)} + \text{beljakovine (g/100 g)}) \quad \dots(10)$$

3.3.2.7 Izračun energijske vrednosti

Energijsko vrednost posameznih hranljivih snovi smo izračunali tako, da smo maso hranljive snovi v 100 g vzorca (%) pomnožili s pretvorbenim faktorjem (Plestenjak in Golob, 2003).

$$\text{EV beljakovin (kJ/100 g)} = \% \text{ beljakovin} * 17 \quad \dots(11)$$

$$\text{EV maščob (kJ/100 g)} = \% \text{ maščob} * 37 \quad \dots(12)$$

$$\text{EV ogljikovih hidratov (kJ/100 g)} = \% \text{ OH} * 17 \quad \dots (13)$$

$$\text{EV 100 g izdelka} = \text{EV beljakovin} + \text{EV maščob} + \text{EV skupnih OH} \quad \dots(14)$$

3.4 STATISTIČNA ANALIZA

3.4.1 Izračun koeficienta variabilnosti

Koeficient variacije meri, kolikšen odstotek aritmetične sredine predstavlja standardni odklon. Koeficient variacije je relativna mera variabilnosti in omogoča primerjavo variabilnosti različnih spremenljivk (Košmelj, 2001).

$$\text{KV} = \text{SD} / \bar{x} * 100 \quad \dots(15)$$

3.4.2 Povprečna vrednost ali aritmetična sredina (\bar{x})

Aritmetična sredina je poleg mediane, modusa, geometrijske in harmonične sredine ena izmed najbolj uporabljenih reprezentančnih vrednosti za spremenljivko. Definirana je kot vsota vseh vrednosti, deljena s številom enot v populaciji (oziroma v našem primeru v vzorcu). Primerna je za številske, približno normalno (unimodalno) porazdeljene spremenljivke (Košmelj, 2001).

Analitično jo izračunamo s pomočjo naslednje formule:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{n} (x_1 + \dots + x_n) \quad \dots(16)$$

3.4.3 Standardna deviacija ali standardni odklon (SD, s)

Standardni odklon je ena izmed mer razpršenosti (variabilnosti). Definiran je kot kvadratni koren iz variance, ki je prav tako ena izmed mer razpršenosti (Košmelj, 2001).

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^K f(x_i - \bar{x})^2}{n - 1} = \frac{\sum_{i=1}^K f x_i^2 - n \bar{x}^2}{n - 1} \quad \dots(17)$$

3.4.4 Korelacija

Korelacija ponazarja linearno povezavo dveh številskih spremenljivk (Košmelj, 2001).

Izračunali smo Pearsonov koeficient korelacije in z njim ocenili moč povezave. Pearsonov koeficient korelacije lahko zavzame vrednosti v intervalu od -1 do +1. Kadar je koeficient pozitiven in blizu 1, gre za pozitivno povezanost, če pa je negativen in blizu -1, gre za negativno povezanost. Če je koeficient korelacije blizu 0, spremenljivki nista povezani (Košmelj, 2001).

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\left(n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right) \left(n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right)}} \quad \dots(18)$$

3.4.5 ANOVA in Duncanov test

Z analizo variance (ANOVA) smo ugotavljali ali so med skupinami vzorcev statistično značilne razlike pri stopnji tveganja $p \leq 0,05$. Preverili smo tudi predpostavko ANOVA, da ima vsaka skupina neodvisne spremenljivke isto varianco, za kar smo izvedli Levenov test homogenosti variance. Ob izpolnjenih obeh pogojih smo nadaljevali z Duncanovim testom, s katerim smo vrste vzorcev na osnovi povprečnih vrednosti analiziranih parametrov razdelili v skupine (Košmelj, 2001).

4 REZULTATI

4.1 REZULTATI ANALIZ ŽITNIH IZDELKOV IN PRIMERJAVA S PODATKI IZ DEKLARACIJE OZIROMA LITERATURE

V preglednicah so podane statistično obdelane vrednosti osnovnih hranljivih snovi in EV za posamezen izdelek: povprečna vrednost (\bar{x}), najmanjša (min) in najvišja (max) vrednost, standardna deviacija (SD) in koeficient variabilnosti (KV). Povprečne vrednosti smo izračunali iz rezultatov analiz vzorcev dveh različnih proizvajalcev vsakega izdelka. Izračunana EV je vsota energijskih vrednosti beljakovin, maščob in skupnih ogljikovih hidratov, pri EV z vlaknino pa smo upoštevali vsebnost izkoristljivih ogljikovih hidratov in ločeno vsebnost skupne prehranske vlaknine ter pretvorbeni faktor za prehransko vlaknino 8 kJ/g.

4.1.1 Rezultati analize prosene kaše

V preglednici 15 je prikazana povprečna hranilna sestava analiziranih vzorcev prosene kaše.

Preglednica 15: Vsebnost osnovnih hranljivih snovi in energijska vrednost prosene kaše

Sestavine (g/100 g)	n	\bar{x}	min	max	SD	KV (%)
voda	6	11,81	11,07	12,58	0,81	0,92
pepel	6	1,08	0,93	1,22	0,12	11,33
maščobe	6	3,32	3,07	4,07	0,37	11,25
beljakovine	6	12,63	12,22	13,23	0,41	3,26
netopna vlaknina	4	1,67	0,83	2,70	0,77	46,15
topna vlaknina	4	3,01	2,81	3,29	0,22	7,35
skupna vlaknina	4	4,68	3,64	5,79	0,88	18,92
izkoristljivi ogljikovi hidrati	4	66,45	65,01	67,49	1,08	1,62
EV (kJ /100 g)	2	1547	1488	1621	26,8	1,8
EV z vlaknino (kJ /100 g)	2	1505	1456	1569	26,4	1,7

Povprečna vsebnost vode v proseni kaši je 11,8 g/100 g, kar je v skladu s Pravilnikom o kakovosti izdelkov iz žit (2014), kjer je za oluščeno žito dovoljeno največ 14,5 % vode. Koeficient variacije je relativno majhen in znaša 0,92 %, kar pomeni, da so bili vzorci približno enako suhi. Vsebnost pepela je 1,08 g/100 g, kar je pričakovano, saj smo z luščenjem zrna odstranili večji del mineralnih snovi. Proizvajalec navaja na deklaraciji vzorca A2 naslednje podatke za vsebnosti: 3,6 g/100 g maščob, 12,3 g/100 g beljakovin, 65,7 g/100 g ogljikovih hidratov, in EV 1460 kJ/100 g. Na deklaraciji vzorca A1 so

navedene naslednje vrednosti: EV 1540 kJ/100 g, vsebnost beljakovin 12 g/100 g, maščob 4 g/100 g, ogljikovih hidratov 70 g/100 g, prehranske vlaknine 3 g/100 g. Naše vrednosti so prikazane v preglednici 15 in so primerljive tem podatkom, z izjemo vrednosti za izkoristljive ogljikove hidrate in prehransko vlaknino, ki se pri A1 nekoliko razlikujejo od naših, vendar je na deklaraciji navedeno, da se hranilna vrednost lahko spreminja glede na kakovost letine. Najmanjša vsebnost skupne vlaknine v analiziranih vzorcih je 3,64 g/100 g, največja pa 5,79 g/100 g, koeficient variabilnosti je okoli 19 %, pri topni vlaknini pa 7,35 %. Največja razlika med minimalno in maksimalno vrednostjo je pri netopni vlaknini, kjer je koeficient variabilnosti kar 46,15 %. Tako velik koeficient variabilnosti kaže, da vzorci vendarle niso bili tako homogeni, kot smo pričakovali.

4.1.2 Rezultati analize rženih kosmičev

Povprečna vsebnost vode v rženih kosmičih je 10,1 g/100 g kar ustreza pravilniku (Pravilnik o kakovosti ... , 2014). Vzorci so bili približno enako suhi, saj je razlika med minimalno in maksimalno vsebnostjo vode majhna (preglednica 16). Vsebnost pepela v kosmičih variira od 1,47 g/100 g do 1,69 g/100 g, zato je koeficient variabilnosti zelo velik. Vzrok za tolikšen razmik med vrednostmi je v vrsti kosmičev, saj smo analizirali navadne in polnozrnate kosmiče. Za polnozrnate kosmiče je značilna večja vsebnost pepela. Večje razlike med minimalno in maksimalno vrednostjo so tudi pri maščobah in topni vlaknini.

Preglednica 16: Vsebnost osnovnih hranljivih snovi in energijska vrednost rženih kosmičev

Sestavine (g/100 g)	n	\bar{x}	min	max	SD	KV (%)
voda	6	10,05	9,67	10,32	0,22	0,25
pepel	6	1,58	1,47	1,69	0,08	54,67
maščobe	6	1,47	1,41	1,56	0,05	32,50
beljakovine	6	9,94	8,72	11,41	1,10	11,06
netopna vlaknina	6	11,60	10,44	12,61	1,10	9,49
topna vlaknina	6	5,62	4,01	6,78	1,20	21,31
skupna vlaknina	6	16,84	16,48	17,39	0,39	2,32
izkoristljivi ogljikovi hidrati	5	63,72	58,95	77,69	7,86	12,33
EV(kJ/100 g)	2	1593	1483	1868	4,1	0,3
EV z vlaknino (kJ/100 g)	2	1441	1334	1712	1,8	0,1

Proizvajalec rženih kosmičev vzorca B1 navaja na embalaži naslednje vrednosti: 7,3 g/100 g beljakovin, 1,4 g/100 g maščob, 59,7 g/100 g ogljikovih hidratov in 14,3 g/100 g prehranske vlaknine, EV je 1180 kJ. Naši rezultati so primerljivi tem, razen EV, ki je večja. Vsebnost beljakovin, ogljikovih hidratov in prehranske vlaknine je na deklaraciji B1

manjša od povprečnih analitskih vrednosti za kosmiče, za polnozrnate kosmiče (vzorec B2) pa vrednosti niso navedene.

4.1.3 Rezultati analize pšeničnih kosmičev

Povprečna vsebnost vode v pšeničnih kosmičih je bila 10,3 g/100 g, kar je manj od najvišje zakonsko dovoljene vrednosti. Kot je predstavljeno v preglednici 17, so pšenični kosmiči vsebovali povprečno 1,49 g/100 g pepela, pri čemer razlike med vzorci niso bile velike, saj znaša KV 5,47 %.

Preglednica 17: Vsebnost osnovnih hranljivih snovi in energijska vrednost pšeničnih kosmičev

Sestavine (g / 100 g)	n	\bar{x}	min	max	SD	KV (%)
voda	6	10,25	10,08	10,77	0,26	0,29
pepel	6	1,49	1,37	1,60	0,08	5,47
maščobe	6	1,93	1,87	1,99	0,04	2,13
beljakovine	6	12,60	11,85	13,10	0,46	3,62
netopna vlaknina	8	11,40	10,12	12,26	0,98	8,85
topna vlaknina	8	4,88	4,35	5,51	0,39	7,98
skupna vlaknina	8	15,91	14,50	17,58	1,34	8,44
izkoristljivi ogljikovi hidrati	6	63,11	56,15	74,34	8,56	13,56
EV (kJ/100 g)	2	1629	1472	1859	21,6	1,7
EV z vlaknino (kJ/100 g)	2	1486	1341	1701	8,9	0,6

Vsebnost topne vlaknine v analiziranih pšeničnih kosmičih variira, kot je prikazano v preglednici 17, od 4,35 g/100 g do 5,51 g/100 g, vsebnost netopne vlaknine pa se nahaja v območju od 10,12 g/100 g do 12,26 g/100 g. Skupne vlaknine je od 14,50 g/100 g do 17,58 g/100 g. Koefficient variabilnosti je največji pri izkoristljivih ogljikovih hidratih in znaša 13,56 %. Na deklaraciji kosmičev vzorca C2 ni bilo podatkov o vsebnosti hranljivih snovi, za vzorec C1 pa so naslednji podatki: vsebnost beljakovin 9,7 g/100 g, maščob 1 g/100 g, ogljikovih hidratov 60,3 g/100 g in 14,2 g/100 g prehranske vlaknine. Analitski rezultati tega izdelka so za 2,9 g/100 g večji za vsebnost beljakovin, 0,93 g/100 g večji za vsebnost maščob in 1,71 g/100 g večji za prehransko vlaknino.

4.1.4 Rezultati analize instant polente

V vzorcih instant polente smo določili povprečno 11,0 g/100 g vode, 0,38 g/100 g pepela, 1,49 g/100 g maščob, 7,47 g/100 g beljakovin, 8,60 g/100 g skupne vlaknine in 73,95 g/100 g izkoristljivih ogljikovih hidratov. Koefficient variabilnosti za pepel znaša 14,8 % in je največji med izračunanimi KV.

Preglednica 18: Vsebnost osnovnih hranljivih snovi in energijska vrednost polente

Sestavine (g/100 g)	n	\bar{x}	min	max	SD	KV(%)
voda	6	10,97	9,93	11,72	0,73	0,82
pepel	6	0,38	0,30	0,44	0,05	14,80
maščobe	6	1,49	1,44	1,54	0,03	2,24
beljakovine	6	7,47	6,69	7,78	0,43	5,70
netopna vlaknina	8	6,10	5,18	6,74	0,68	11,13
topna vlaknina	8	2,50	2,02	2,91	0,26	10,47
skupna vlaknina	8	8,60	7,39	9,25	0,83	9,70
izkoristljivi ogljikovi hidrati	6	73,95	70,02	80,54	4,53	6,12
EV (kJ/100 g)	2	1585	1483	1716	3,7	0,2
EV z vlaknino (kJ/100 g)	2	1508	1416	1632	10,2	0,7

Analizirali smo polento dveh proizvajalcev, kar je lahko tudi vzrok za tolikšne razlike v vsebnosti pepela. Vrednosti med paralelkami istega vzorca se med seboj namreč niso razlikovale v tolikšni meri. Na deklaraciji vzorca D2 so navedene vrednosti za beljakovine 7,2 g/100 g, ogljikove hidrate 78 g/100 g, maščobe 0,6 g/100 g in EV 1470 kJ. Naše vrednosti so tem primerljive, le vsebnost maščob je v našem primeru več kot še enkrat večja, nekoliko večja, kot jo navaja proizvajalec, pa je tudi izračunana vsebnost skupnih ogljikovih hidratov. Podatki iz deklaracije vzorca D1 so naslednji: beljakovine 8 g/100 g, ogljikovi hidrati 71,5 g/100 g, maščobe 1 g/100 g, prehranska vlaknina 7 g/100 g in EV 1390 kJ. Če bi vzeli podatke za posamezno hranilno snov iz obeh deklaracij in izračunali povprečje, bi dobili podobne vrednosti osnovnih hranljivih kot smo jih pri naši analizi, prikazane v preglednici 18. Vsebnost maščob, določena z analizo, pa je tudi v tem primeru večja od navedene na deklaracijah, enako velja za energijsko vrednost.

4.1.5 Rezultati analize koruznega zdroba

V preglednici 19 so predstavljeni povprečni rezultati analize hranilne vrednosti vzorcev koruznega zdroba dveh proizvajalcev. Povprečna vsebnost vode je znašala 10,6 g/100 g in bila skladna z zakonodajo (Pravilnik o kakovosti ... , 2014). Povprečna vsebnost pepela je bila 0,40 g/100 g. Na deklaraciji vzorca E1 so navedene vrednosti za beljakovine 8 g/100 g, prehransko vlaknino 7 g/100 g in ogljikove hidrate 71,5 g/100 g, na vzorcu E2 pa hranilna vrednost ni bila navedena. Naši rezultati so primerljivi z deklaracijo na vzorcu E1, večja je bila edino analitsko določena vrednost skupne vlaknine. Pravilnik o kakovosti izdelkov iz žit (2014) za koruzni zdrob dovoljuje največ 3 g/100 g maščob, mi smo jih določili povprečno 1,45 g/100 g, kar je v skladu z zahtevo pravilnika.

Preglednica 19: Vsebnost osnovnih hranljivih snovi in energijska vrednost koruznega zdroba

Sestavine (g/100 g)	n	\bar{x}	min	max	SD	KV (%)
voda	6	10,60	9,56	11,77	1,13	1,26
pepel	6	0,40	0,36	0,43	0,03	7,97
maščobe	6	1,45	1,28	1,66	0,14	9,51
beljakovine	6	9,12	8,72	9,48	0,31	3,36
netopna vlaknina	8	5,83	5,31	6,17	0,37	6,39
topna vlaknina	8	4,07	3,41	4,69	0,46	11,45
skupna vlaknina	8	9,89	9,51	10,21	0,29	3,00
izkoristljivi ogljikovi hidrati	6	71,84	67,09	80,01	5,35	7,45
EV (kJ/100 g)	2	1598	1498	1756	19,4	1,4
EV z vlaknino (kJ/100 g)	2	1509	1412	1664	21,0	1,4

Z analizo določena povprečna vsebnost topne vlaknine je 4,07 g/100 g in netopne 5,83 g/100 g, skupaj povprečno 9,89 g/100 g. Koeficient variabilnosti za topno vlaknino je največji in znaša 11,45 %, kar je tudi posledica analitske metode. Koeficienti variabilnosti kažejo tudi na razlike med vsebnostmi posamezne hranljive snovi v vzorcih, ki so lahko posledica različne kakovosti koruznega zdroba dveh proizvajalcev.

4.1.6 Rezultati analize ješprenja

Povprečna vsebnost vode v vzorcih ješprenja je 11,0 g/100 g, kar je v skladu s Pravilnikom o kakovosti izdelkov iz žit (2014), ki dovoljuje največ 14,5 g/100 g vode v oluščnem žitu. Koeficient variabilnosti za vodo je 0,22 %, kar nam pove, da so bili vzorci približno enako suhi (preglednica 20).

Preglednica 20: Vsebnost osnovnih hranljivih snovi in energijska vrednost ješprenja

Sestavine (g/100 g)	n	\bar{x}	min	max	SD	KV (%)
voda	6	11,00	10,68	11,28	0,19	0,22
pepel	6	1,21	1,14	1,29	0,05	4,72
maščobe	6	2,11	2,03	2,22	0,08	3,74
beljakovine	6	10,50	9,87	11,13	0,54	5,14
netopna vlaknina	8	14,60	14,01	15,10	0,57	3,91
topna vlaknina	8	6,81	6,02	7,78	0,54	7,97
skupna vlaknina	8	21,42	20,84	22,05	0,49	2,31
izkoristljivi ogljikovi hidrati	6	60,89	52,3	76,11	11,23	18,45
EV (kJ/100 g)	2	1656	1486	1940	9,1	0,8
EV z vlaknino (kJ/100 g)	2	1463	1299	1742	5,3	0,4

V vzorcih smo določili povprečno 10,5 g/100 g beljakovin, minimalna vsebnost beljakovin je bila 9,87 g/100 g maksimalna pa 11,13 g/100 g. Največji interval vrednosti med minimalno in maksimalno vsebnostjo je pri izkoristljivih ogljikovih hidratih (preglednica 20), povprečna vsebnost je znašala 60,9 g/100 g, koeficient variacije pa 18,45 %.

Vsebnost skupne vlaknine je 21,42 g/100 g, od tega je 14,60 g/100 g netopne in 6,81 g/100 g topne. Koeficient variabilnosti za topno vlaknino in velika vsebnost skupne vlaknine nakazujeta na morebitno napako pri določanju vlaknin, saj je postopek precej zapleten in podvržen vplivu različnih faktorjev. Posledično vpliva večja variabilnost vrednosti za prehransko vlaknino tudi na variabilnost izračunanih vrednosti za izkoristljive ogljikove hidrate. Hranilne vrednosti na deklaraciji obeh izdelkov ni bilo.

4.1.7 Rezultati analize ječmenovih kosmičev

V analiziranih ječmenovih kosmičih smo določili povprečno 9,15 g/100 g vode, 1,31 g/100 g pepela, 9,39 g/100 g beljakovin in 1,93 g/100 g maščob. Vsebnost maščob v vzorcih variira od 1,76 g/100 g do 2,10 g/100 g. Vzorci se med seboj razlikujejo predvsem po vsebnosti maščob, topne vlaknine in ogljikovih hidratov. Največji koeficient variabilnosti je pri topni vlaknini in znaša 14,83 % (preglednica 21).

Povprečna vsebnost izkoristljivih ogljikovih hidratov je bila 68,9 g/100 g. Povprečna vsebnost skupne vlaknine je bila 13,42 g/100 g, od tega povprečno 7,87 g/100 g netopne in 5,56 g/100 g topne vlaknine. Povprečna energijska vrednost ječmenovih kosmičev je bila 1630 kJ/100 g, ko smo pri preračunu ločeno upoštevali vrednosti za izkoristljive ogljikove hidrate in prehransko vlaknino.

Preglednica 21: Vsebnost osnovnih hranljivih snovi in energijska vrednost ječmenovih kosmičev

Sestavine (g/100 g)	n	\bar{x}	min	max	SD	KV (%)
voda	6	9,51	9,17	9,95	0,29	0,32
pepel	6	1,31	1,25	1,37	0,06	4,83
maščobe	6	1,93	1,76	2,10	0,16	8,30
beljakovine	6	9,39	8,86	9,91	0,55	5,82
netopna vlaknina	8	7,87	7,57	8,44	0,41	5,18
topna vlaknina	8	5,56	4,40	6,67	0,82	14,83
skupna vlaknina	8	13,42	12,62	14,07	0,61	4,55
izkoristljivi ogljikovi hidrati	6	68,90	63,57	78,31	6,87	9,97
EV (kJ/100 g)	2	1630	1511	1817	17,3	1,3
EV z vlaknino (kJ/100 g)	2	1510	1397	1690	12,1	0,8

4.1.8 Primerjava hranilne sestave analiziranih žit

Z analizo variance smo ugotavljali razlike med vrstami vzorcev v povprečnih vrednostih analiziranih in izračunanih parametrov hranilne vrednosti. Predhodno smo izvedli Levenov test homogenosti varianc, ki je pokazal, da pri podatkih za vlaknino in izkoristljive ogljikove hidrate ni bil izpolnjen pogoj homogenosti varianc, zato rezultatov ANOVE za te parametre nismo upoštevali. Nadaljevali smo z Duncanovim testom s katerim smo ugotavljali, katere vrste vzorcev se v izbranem parametru statistično značilno razlikujejo.

V preglednici 22 so predstavljene povprečne vrednosti parametrov, v katerih se vrste analiziranih žitnih izdelkov statistično značilno razlikujejo ($p \leq 0,05$).

Razvidno je, da je vsebnost vode v proseni kaši največja in se statistično značilno razlikuje od vrednosti v ostalih vrstah izdelkov. Med povprečno vsebnostjo vode v instant polenti in ješprenju ter koruznem zdrobu in pšeničnih kosmičih ni statistično značilnih razlik. Najmanj vode so vsebovali ječmenovi kosmiči, ki so se v tem parametru statistično značilno razlikovali od prosene kaše, ješprenja, instant polente in koruznega zdroba.

Povprečne vsebnosti pepela v vrstah izdelkov so bile zelo različne. Statistično značilne razlike v tem parametru nismo ugotovili razen za instant polento in koruzni zdrob, kar pa je razumljivo.

Glede na povprečno vsebnost maščob lahko analizirane vrste žitnih izdelkov razvrstimo v tri skupine, med katerimi so statistično značilne razlike: prvo skupino, z najmanj maščob, predstavljajo rženi kosmiči, instant polenta in koruzni zdrob, v drugi skupini so pšenični in ječmenovi kosmiči ter ješprenj, v tretji skupini, z največjo vsebnostjo maščob pa je prosena kaša.

Različna je bila tudi vsebnost beljakovin. Instant polenta, z najmanjšo vsebnostjo, se je statistično značilno razlikovala od ostalih vrst izdelkov. Prosena kaša in pšenični kosmiči so bili najbolj bogati z beljakovinami in statistično značilno različni od ostalih. Nadaljnja primerjava je razvidna iz preglednice 22.

Razlike v vsebnosti hranljivih snovi so se odražale tudi v izračunani energijski vrednosti. Pri izračunu EV smo upoštevali podatek za skupne ogljikove hidrate, pri izračunu EV z vlaknino pa podatka za izkoristljive ogljikove hidrate in skupno prehransko vlaknino. Najvišjo EV, različno od ostalih vrst, je imel ješprenj, najnižjo in prav tako različno od ostalih pa prosena kaša. Ko smo pri izračunu EV upoštevali tudi podatek za prehransko vlaknino smo ugotovili, da so imeli najvišjo EV z vlaknino prosena kaša, instant polenta,

koruzni zdrob in ječmenovi kosmiči. Statistično značilno so se v tem parametru razlikovali od ostalih izdelkov. Najnižjo EV z vlaknino in značilno drugačno so imeli rženi kosmiči.

Preglednica 22: Primerjava povprečnih vrednosti analiziranih parametrov, v katerih se vrste izdelkov statistično značilno razlikujejo ($p \leq 0,05$)

Vrsta izdelka	Voda (g/100 g)	Pepel (g/100 g)	Maščobe (g/100 g)	Beljakovine (g/100 g)	EV (kJ/100 g)	EV z vlak. (kJ/100 g)
prosena kaša	11,81 ^d	1,08 ^b	3,32 ^c	12,63 ^c	1547 ^a	1505 ^d
rženi kosmiči	10,05 ^{a, b}	1,58 ^f	1,47 ^a	9,95 ^{c, d}	1593 ^b	1441 ^a
pšenični kosmiči	10,25 ^{a, b, c}	1,49 ^e	1,93 ^b	12,60 ^c	1629 ^c	1486 ^c
instant polenta	10,97 ^c	0,38 ^a	1,49 ^a	7,47 ^a	1585 ^b	1508 ^d
koruzni zdrob	10,60 ^{b, c}	0,40 ^a	1,45 ^a	9,12 ^b	1598 ^b	1509 ^d
ječprenj	11,00 ^c	1,21 ^c	2,11 ^b	10,50 ^d	1656 ^d	1463 ^b
ječmenovi kosmiči	9,51 ^a	1,31 ^d	1,93 ^b	9,39 ^{b, c}	1630 ^c	1510 ^d

*^{a, b, c} Vrednosti z različnimi indeksi v isti koloni se statistično razlikujejo ($p \leq 0,05$)

4.1.9 Korelacije med obravnavanimi parametri

Korelacija ponazarja medsebojno povezavo dveh neodvisnih številskih spremenljivk oziroma v našem primeru vsebnosti dveh sestavin. S pomočjo Pearsonovega koeficienta korelacije lahko ugotovljamo moč korelacije med parametri v žitnih izdelkih. V preglednici 23 so prikazane statistično značilne zveze, ki so vsaj zmerno povezane ($r \geq 0,40$).

Preglednica 23: Pearsonovi korelacijski koeficienti (r) med nekaterimi parametri

	Beljakovine	Netop.VL	Top.VL	Skup.VL	Izk. OH	EV z VL
Pepel	0,554**	0,509**	0,595**	0,554**	-0,456**	
Maščobe	0,657**	-0,424*		-0,374*		
Beljakovine					-0,442**	
Netop.VL			0,721**	0,982**	-0,847**	-0,978**
Top. VL				0,836**	-0,355*	-0,753**
Skup. VL					-0,869**	-0,969**
OH						0,829**
EV						0,993**

* statistično značilna zveza pri $p < 0,05$; ** statistično značilna zveza pri $p < 0,01$

Vsebnost pepela je zmerno povezana z vsebnostjo beljakovin, netopne, topne in skupne vlaknine. Zveze so pozitivne, medtem ko sta vsebnosti pepela in izkoristljivih ogljikovih hidratov obratno sorazmerni. Pozitivno zmerno povezanost smo ugotovili tudi za vsebnost

beljakovin in maščob, vsebnost izkoristljivih ogljikovih hidratov in EV z upoštevanjem vlaknine pa sta zelo močno povezani. To pomeni, da se z večanjem količine ogljikovih hidratov v izdelku energijska vrednost izdelka viša.

Zelo močna je tudi korelacija med skupno vlaknino in topno oziroma netopno vlaknino, med skupno vlaknino in izkoristljivimi ogljikovimi hidrati ter skupno vlaknino in EV z VL pa velja zelo močna negativna korelacija. Tudi obe komponenti prehranske vlaknine sta v obratno sorazmerni zvezi z EV, pri kateri smo upoštevali prehransko vlaknino.

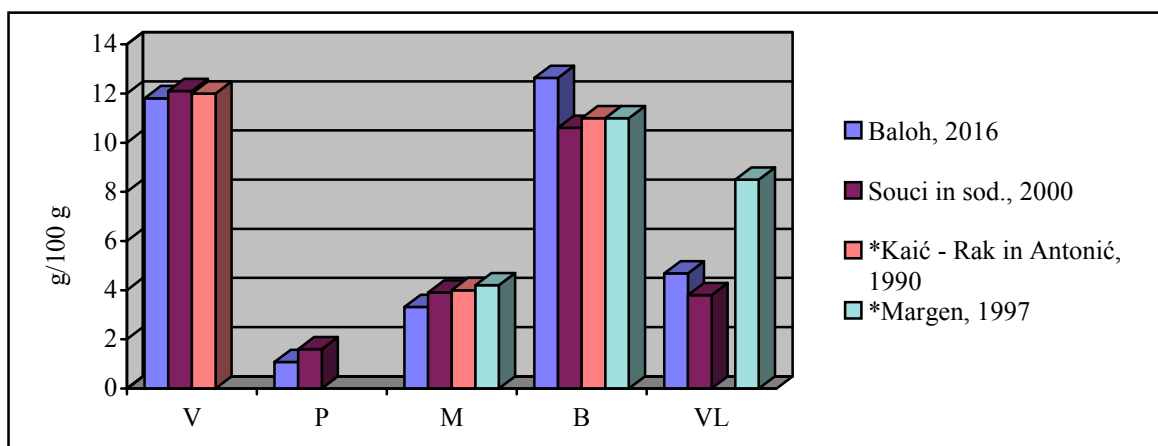
5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Iz rezultatov fizikalno-kemijskih analiz in statistične obdelave smo ugotovili, da se izdelki med seboj razlikujejo v vsebnosti osnovnih hranljivih snovi in energijski vrednosti. V nadaljevanju smo rezultate naših analiz primerjali s podatki iz tujih razpoložljivih virov. Primerjave podatkov za posamezne izdelke so prikazane v nadaljevanju.

5.1.1 Primerjava rezultatov analiz prosene kaše s podatki iz literature

Vrednosti, ki jih navajajo Kaić-Rak in Antonić (1990) ter Margen (1997) za posamezno hranljivo snov v prošenem zrnju (prikazano na sliki 6) so si med seboj podobne. Če primerjamo hranilno sestavo naše prosene kaše s podatki za proseno zrno ugotovimo, da se razlikujejo predvsem v vsebnosti skupne vlaknine in beljakovin, manj pa po vsebnosti vode in maščob. Menimo, da pride do razlike zaradi postopka obdelave prosenega zrna, kjer z luščenjem zrno izgubi velik del vlaknine, z odstranitvijo kalčka pa del maščob.

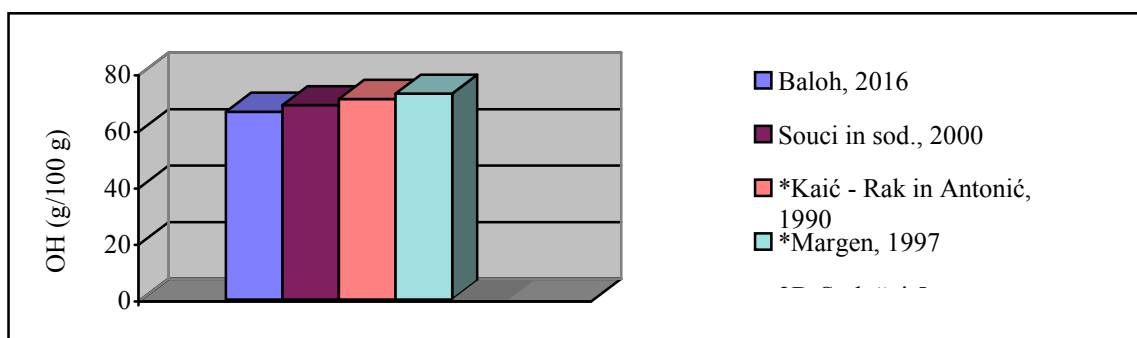


V-voda, P-pepel, M-maščobe, B-beljakovine, VL-skupna vlaknina

* Podatki za celo zrno

Slika 6: Primerjava rezultatov analizirane prosene kaše s podatki iz literature

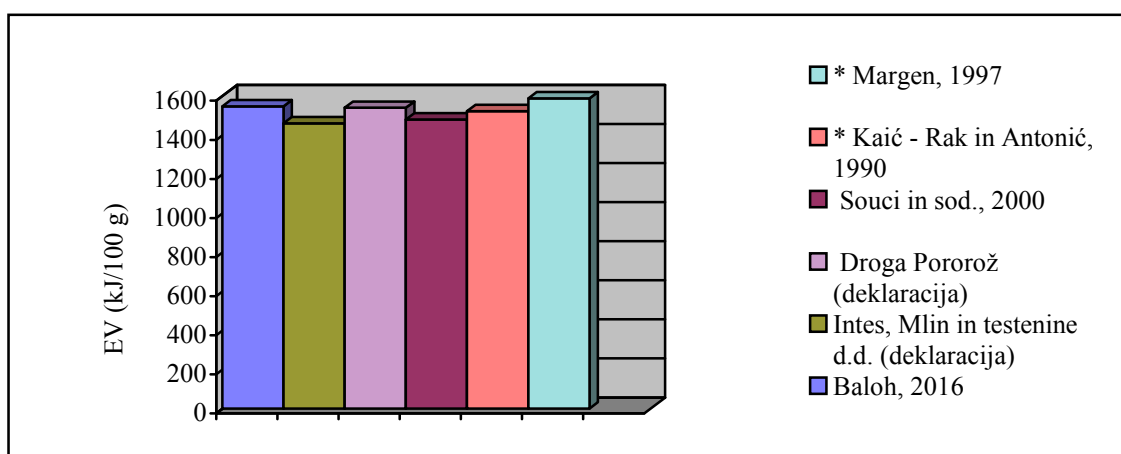
Če primerjamo analizirane vrednosti s podatki iz nemških prehranskih tabel (Souci in sod., 2000), ugotovimo večje razlike v vsebnosti beljakovin, ki so v našem primeru za 2,03 g /100 g večje kot v nemškem viru. Souci in sod. (2000) navajajo za pepel in maščobe približno za 0,5 g/100 g višji vrednosti od naših. Količina vode je skoraj enaka.



*Podatki za celo zrno

Slika 7: Primerjava vsebnosti ogljikovih hidratov v analizirani proseni kaši s podatki iz literature

Vsebnost ogljikovih hidratov v analizirani kaši je v primerjavi z vrednostjo, ki jo navajajo Souci in sod. (2000) nekoliko manjša in znaša 66,45g/100 g (slika 7). Vrednosti, ki ju navajajo Kaić–Rak in Antonić (1990) ter Margen (1997) sta precej večji, saj veljata za proseno zrno.

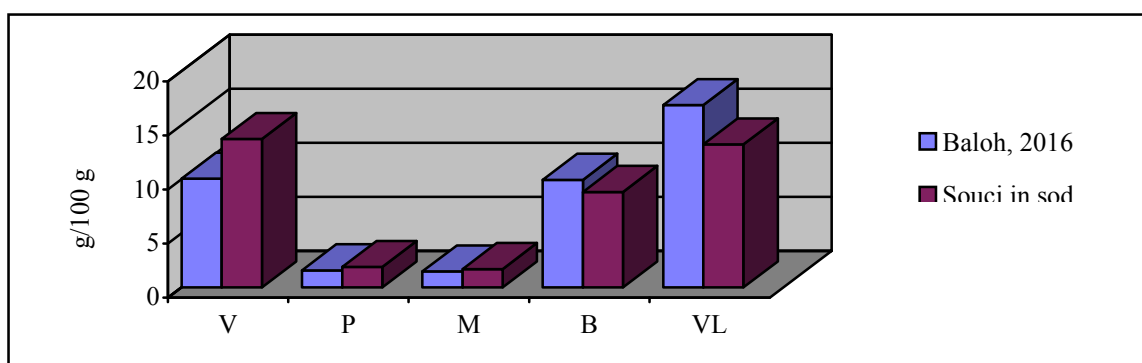


Slika 8: Primerjava EV analizirane prosene kaše s podatki iz literature

Energijska vrednost analizirane prosene kaše je 1547 kJ/100 g in je primerljiva z navedbami na Drogini deklaraciji, najbolj pa se razlikuje od vrednosti, ki jo navaja Margen (1997) 1588 kJ/100 g. Njihova prosena kaša ima večjo vsebnost maščob in ogljikovih hidratov od naše, kar doprinese k višji energijski vrednosti.

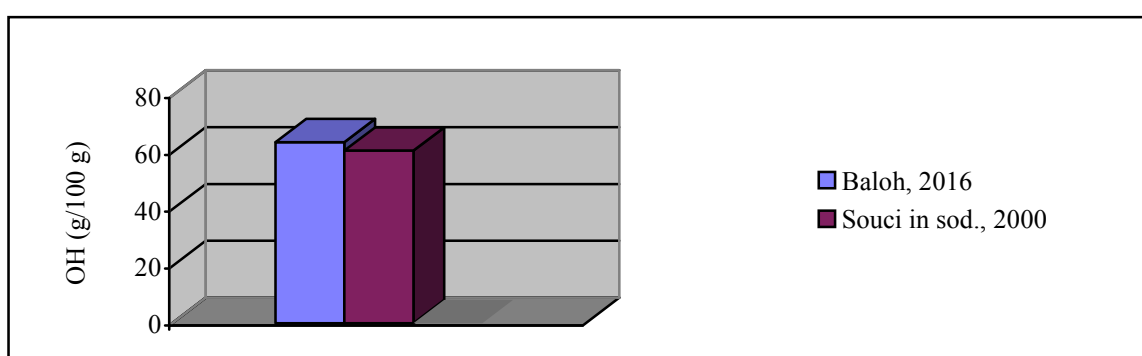
5.1.2 Primerjava rezultatov analiz rženih kosmičev s podatki iz literature

Za ržene kosmiče nismo našli podatkov o vsebnosti osnovnih hranljivih snovi in energijski vrednosti, zato smo za primerjavo uporabili podatke za celo zrno iz nemških prehranskih tabel (Souci s sod., 2000). Primerjava rezultatov je prikazana na sliki 9.



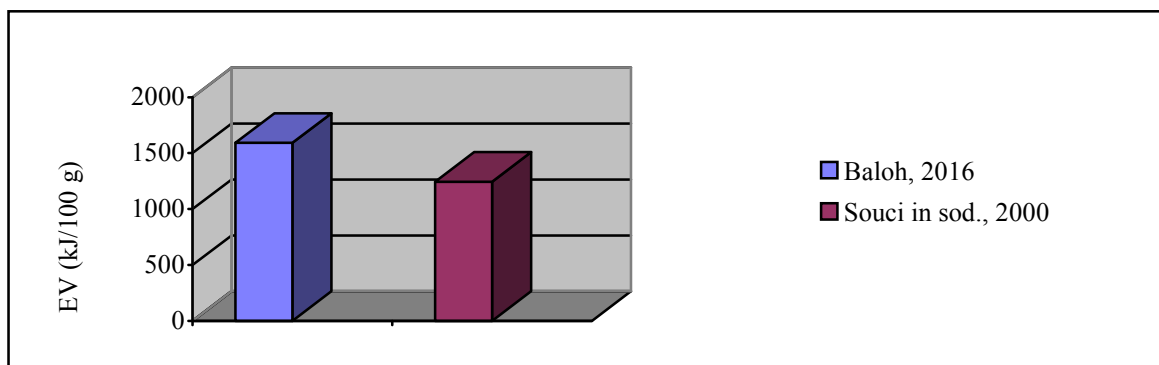
Slika 9: Primerjava rezultatov analiziranih rženih kosmičev s podatki iz nemških prehranskih tabel (Souci in sod., 2000)

V celem rženem zrnju (Souci in sod., 2000) je vsebnost vode, maščob in pepela večja, medtem ko je vsebnost skupne vlaknine manjša kot v rženih kosmičih. Enako smo ugotovili tako za naše analitske vrednosti kot tudi za podatke na deklaraciji izdelka. Glede na to, da pri pridobivanju rženih kosmičev zrno oluščimo, bi moralo biti več skupne vlaknine v celem zrnju, vendar vsebnost posameznih hranljivih snovi lahko variira glede na sorto in kakovost letine.



Slika 10: Primerjava vsebnosti ogljikovih hidratov v analiziranih rženih kosmičih s podatki iz nemških prehranskih tabel (Souci in sod., 2000)

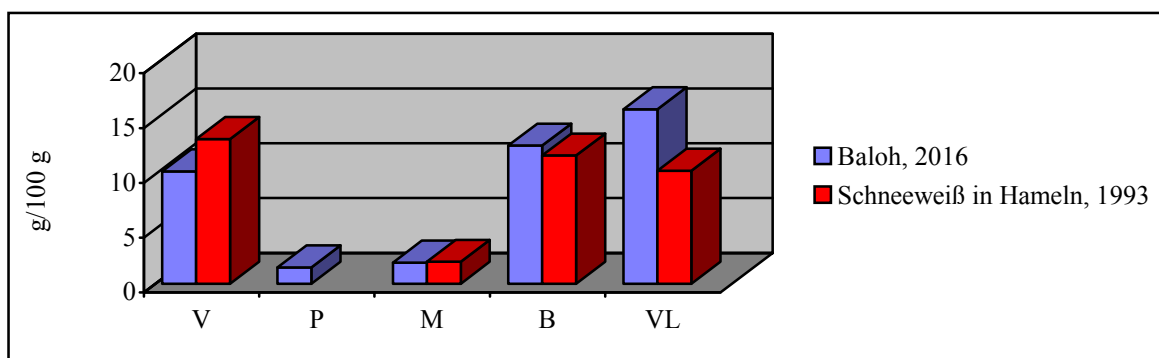
Souci in sod. (2000) navajajo, da rženo zrno vsebuje 60,7 g/100 g izkoristljivih ogljikovih hidratov v rži vrednosti. Iz slike 10 vidimo, da je to manj kot smo določili v analiziranih rženih kosmičih. Razlika je pričakovana, saj se z luščenjem zrna pri proizvodnji kosmičev poveča količina izkoristljivih ogljikovih hidratov.



Slika 11: Primerjava EV analiziranih rženih kosmičev s podatkom iz nemških prehranskih tablic (Souci in sod., 2000)

Energijska vrednost analiziranih rženih kosmičev prikazana na sliki 11, je višja od vrednosti, navedene v nemških prehranskih tabelah za rženo zrno. Pričakovali smo da bo energijska vrednost rženega zrna nižja od energijske vrednosti kosmičev, saj je vsebnost beljakovin, izkoristljivih ogljikovih hidratov in maščob v kosmičih večja kot v rži, tako da je tudi energijska vrednost posledično višja.

5.1.3 Primerjava rezultatov analiz pšeničnih kosmičev s podatki iz literature

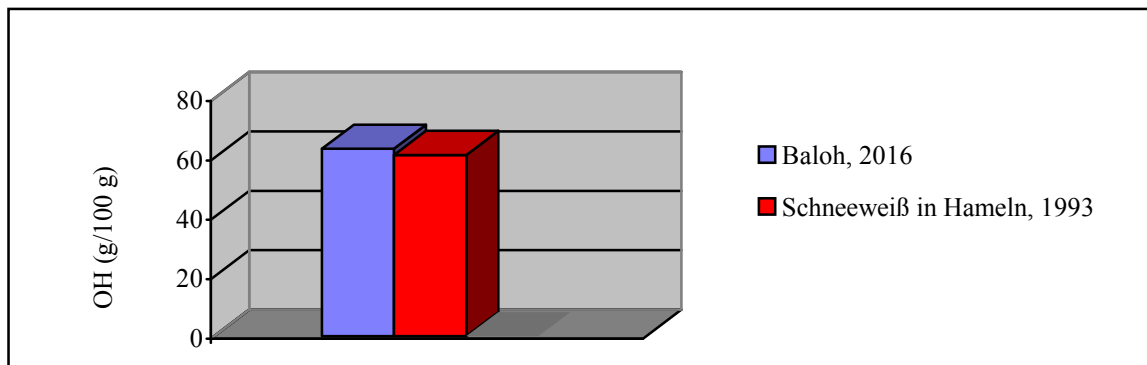


V - voda, P - pepel, M - maščobe, B - beljakovine, VL - skupna vlaknina

Slika 12: Primerjava rezultatov analiziranih pšeničnih kosmičev s podatki iz tuje literature (Schneeweiß in Hameln, 1993)

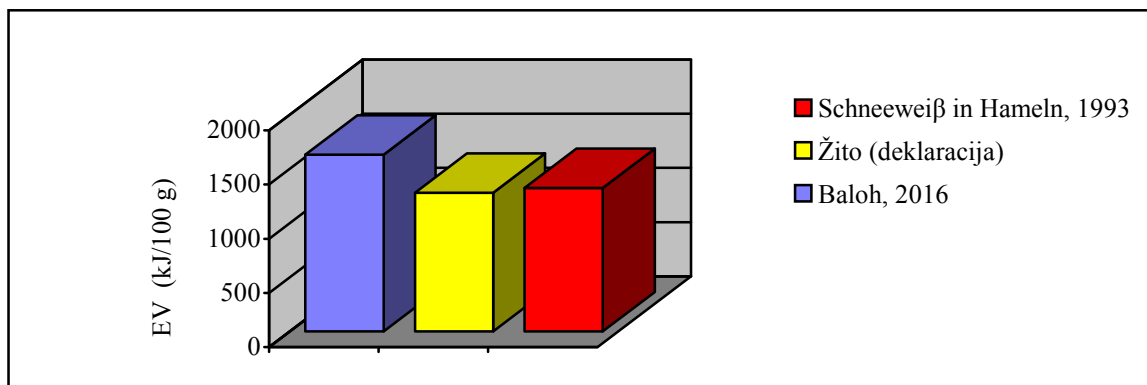
Analizirani pšenični kosmiči so pridobljeni iz pšenice bogate z vlaknino in beljakovinami, saj je vsebnost skupne vlaknine 15,9 g/100 g, od tega je topne 4,88 g in netopne 11,04 g. Količina beljakovin znaša 12,6 g/100 g. Schneeweiß in Hameln (1993) navajata za vsebnost skupne vlaknine 10,3 g/100 g, od tega 1,8 g topne in 8,5 g netopne. Vsebnost vode v naših vzorcih je manjša za 2,95 g/100 g od vrednosti, ki jo navajata omenjena

avtorja. Količina maščob je skoraj enaka. Podatka o vsebnosti pepela ni, medtem ko smo mi določili 1,49 g/100 g pepela v kosmičih, kot prikazuje slika 12.



Slika 13: Primerjava vsebnosti ogljikovih hidratov v analiziranih pšeničnih kosmičih s podatkom iz tuje literature (Schneeweiß in Hameln, 1993)

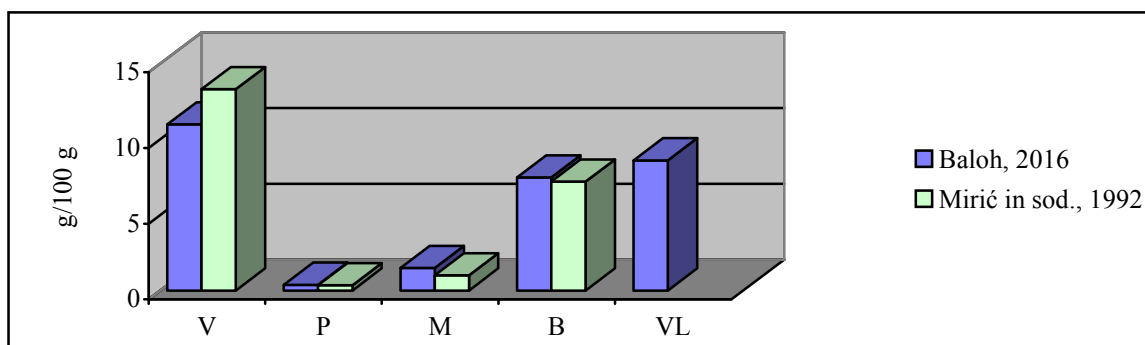
Iz slike 13 je razvidna manjša razlika med vsebnostjo izkoristljivih ogljikovih hidratov v analiziranih pšeničnih kosmičih in vsebnostjo, ki jo navajata Schneeweiß in Hameln (1993). Za analizirane kosmiče smo izračunali, da vsebujejo 63,5 g/100 g ogljikovih hidratov, Schneeweiß in Hameln pa navajata 61 g/100 g ogljikovih hidratov.



Slika 14: Primerjava EV analiziranih pšeničnih kosmičev s podatki iz literature

Na sliki 14 je primerjava treh energijskih vrednosti pšeničnih kosmičev. Energijska vrednost analiziranih kosmičev je bolj primerljiva z vrednostjo, ki jo navajata Schneeweiß in Hameln (1993), in znaša 1629 kJ/100 g, kot pa z vrednostjo navedeno na deklaraciji.

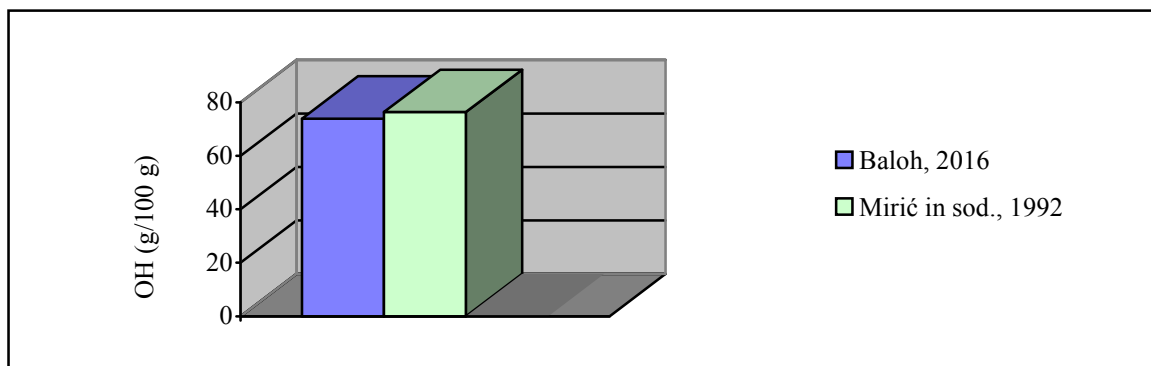
5.1.4 Primerjava rezultatov analiz instantne polente s podatki iz literature



V- voda, P-pepel, M-maščobe, B-beljakovine, OH- ogljikovi hidrati

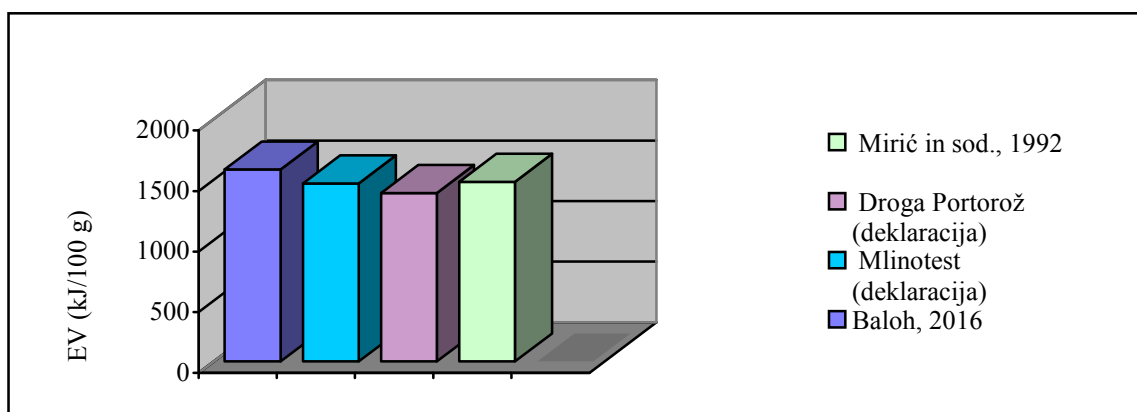
Slika 15: Primerjava rezultatov analizirane instant polente s podatki iz literature

Mirič s sod. (1992) navaja približno za 2,4 g/100 g večjo vrednost za vsebnost vode od naše analitske vrednosti. Vsebnost pepela je približno enaka, vsebnosti maščob in beljakovin sta po Miriču in sod. (1992) za 0,49 g oziroma 0,27 g/100 g manjši od naših. Kot je razvidno s slike 15, podatkov za skupno vlaknino v tem izdelku v primerjani literaturi ni.



Slika 16: Primerjava vsebnosti ogljikovih hidratov v analizirani instant polenti s podatkom iz tuje literature

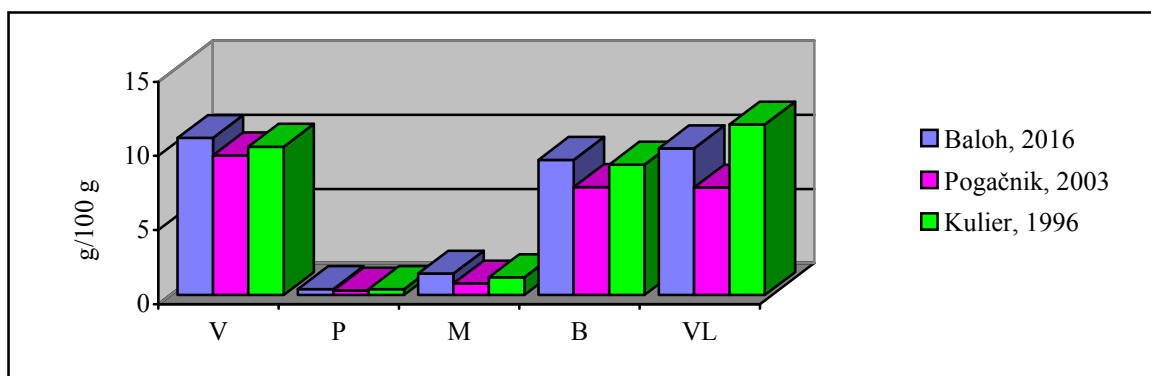
V polenti smo določili 74,0 g/100 g ogljikovih hidratov. Mirič in sod. (1992) navajajo nekoliko višjo vrednost in sicer 76,4 g/100 g. Ker podatka o vsebnosti skupne vlaknine v tej literaturi ni in glede na nekoliko večjo vrednost ogljikovih hidratov sklepamo, da avtorji navajajo vrednost za skupne ogljikove, ki vključuje tudi prehransko vlaknino.



Slika 17: Primerjava EV analizirane polente s podatki iz literature

Na sliki 17 vidimo, da je naša EV je višja od energijske vrednosti, ki jo navajajo Mirić in sod. (1992), vendar je to pričakovano, saj je naša polenta vsebovala manj vode, vsebnost maščob in beljakovin je bila večja, kar doprinese k višji energijski vrednosti. Vsebnost posameznih hranilnih snovi na Drogini deklaraciji ni bilo navedenih, zato tudi ne vemo od kod izhajajo razlike v energijski vrednosti.

5.1.5 Primerjava rezultatov analiz koruznega zdroba s podatki iz literature

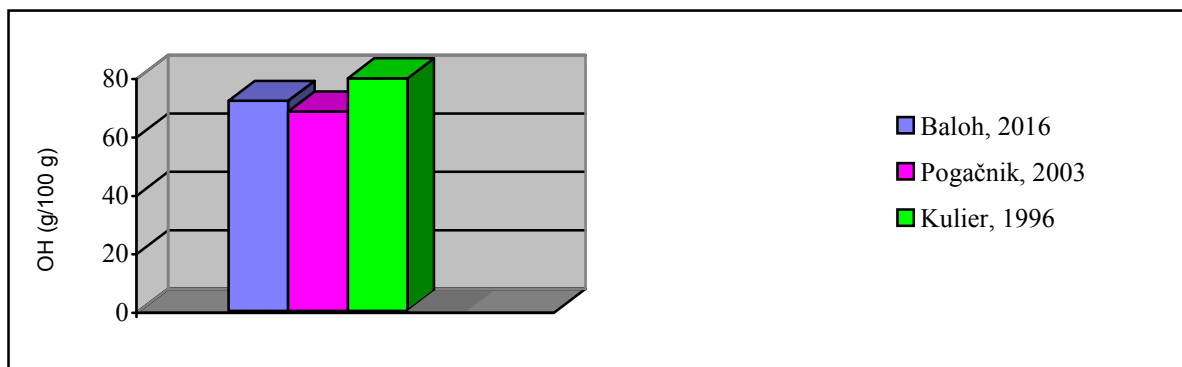


V-voda, P-pepel, M-maščobe, B-beljakovine, VL-skupna vlaknina

Slika 18: Primerjava rezultatov analiziranega koruznega zdroba s podatki iz literature

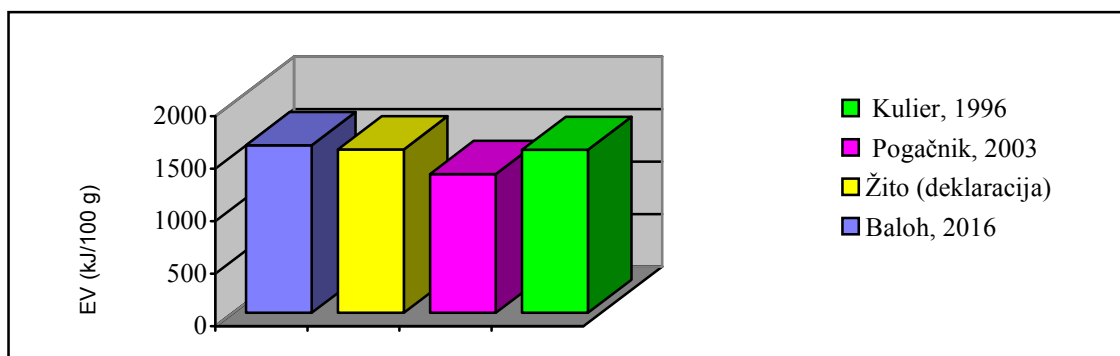
Če primerjamo vsebnost analiziranih osnovnih hranljivih snovi s podatki, ki jih navaja Pogačnikova (2003) ugotovimo, da so vse vrednosti večje od naših. Naši rezultati so bolj primerljivi s podatki, ki jih navaja Kulier (1996) v prehranskih tabelah, kar se vidi tudi iz slike 18. Kulier (1996) navaja za koruzni zdrob 11,5 g/100 g skupne vlaknine, medtem ko smo mi določili 9,9 g/100 g skupne vlaknine, od tega 5,8 g/100 g netopne in 4,1 g/100 g

topne vlaknine. Pogačnikova (2003) je določila 7,2 g/100 g skupne vlaknine, od tega 1 g topne in 6,2 g netopne. Vsebnost maščob in beljakovin v analiziranem koruznem zdrobu je večja od vrednosti, ki jo je določila Pogačnikova in od vrednosti, ki je navedena v prehranskih tablicah (Kulier, 1996). Vsebnost pepela v analiziranem zdrobu je 0,4 g/100 g in je enaka vrednosti v prehranskih tablicah (Kulier, 1996) ter nekoliko večja od navedb Pogačnikove (2003).



Slika 19: Primerjava vsebnosti ogljikovih hidratov v analiziranem koruznem zdrobu s podatki iz literature

Iz slike 19 je razvidno, da je vsebnost izkoristljivih ogljikovih hidratov v analiziranem koruznem zdrobu večja od vrednosti, ki jo navaja Pogačnikova (2003), ki je določila 68,2 g/100 g izkoristljivih ogljikovih hidratov v zdrobu. Kulier (1996) navaja precej večjo vrednost in sicer 79,6 g/100g.

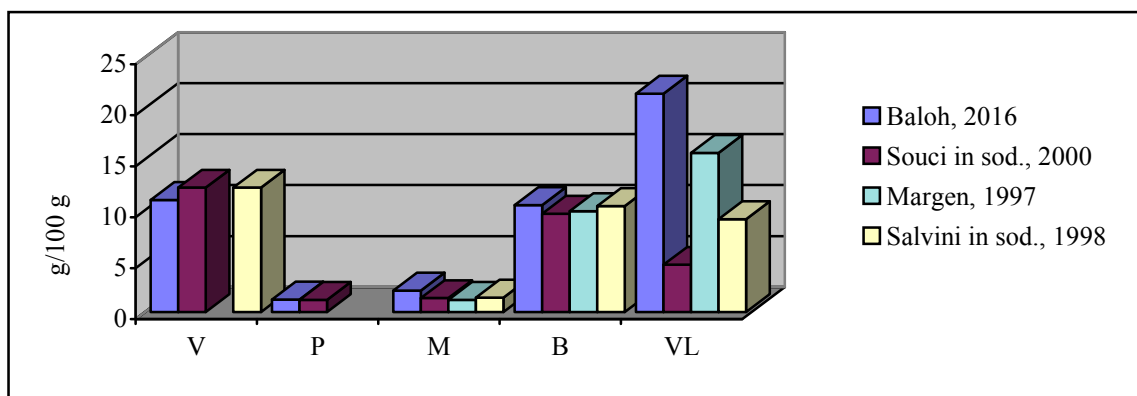


Slika 20: Primerjava EV analiziranega koruznega zdroba s podatki iz literature

Iz slike 20 se vidi, da je EV analiziranega koruznega zdroba povsem primerljiva z vrednostjo, ki jo navaja Kulier (1996) in z vrednostjo na Žitovi deklaraciji. EV, ki jo navaja Pogačnikova (2003), je nižja od naše, kar je posledica manjše vsebnosti ogljikovih hidratov, beljakovin in maščob.

5.1.6 Primerjava rezultatov analiz ješprenja s podatki iz literature

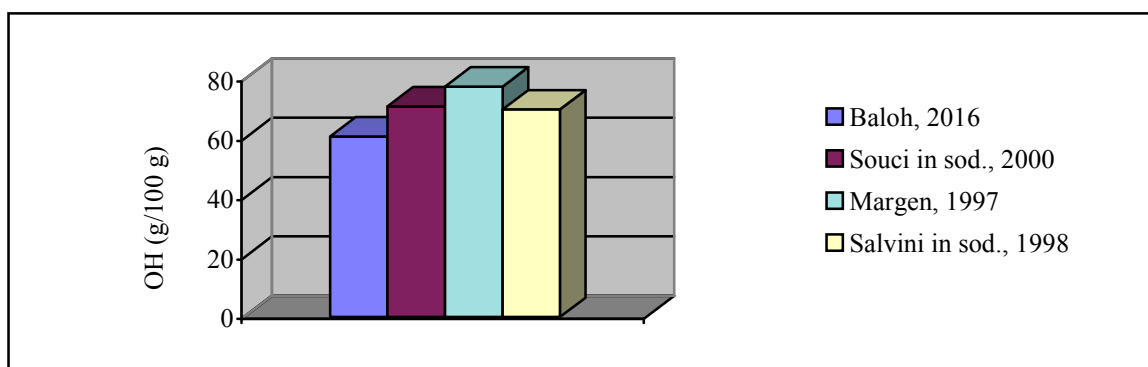
Če primerjamo vsebnost maščob in beljakovin v analiziranem ješprenju z vrednostmi, ki jih navaja Margen (1997) ugotovimo, da so vrednosti podobne. Večja in bolj pomembna pa je razlika med podatki za skupno vlaknino, kot je to prikazano na sliki 21. Za vsebnost vode in pepela v ješprenju Margen (1997) ne navaja podatkov.



M-maščobe, B-beljakovine, VL-vlaknina, OH-ogljikovi hidrati

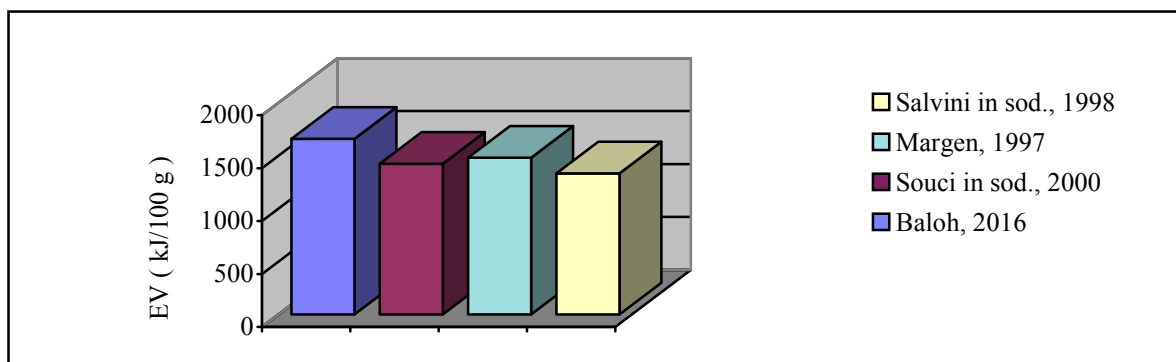
Slika 21: Primerjava rezultatov analiziranega ješprenja s podatki iz literature

Souci in sod. (2000) ter Salvini in sod. (1998) v prehranskih tabelah navajajo vrednosti 1,36 g/100 g oziroma 1,4 g/100 g za maščobe v ješprenju. Vrednosti sta nekoliko nižji od naše, saj smo določili 2,11 g/100 g. Količina beljakovin je v vseh primerih podobna. Z metodo za določanje vlaknine po Proskyju smo določili 21,4 g/100 g skupne vlaknine. Iz slike 21 vidimo, da vsebnost skupne vlaknine glede na druge vire zelo odstopa. Razlog za tolikšno razliko bi lahko bile različne metode določanja prehranske vlaknine. Vsebnost pepela je 1,21 g/100 g in je enaka vrednosti, ki jo navajajo Souci in sod. (2000).



Slika 22: Primerjava vsebnosti ogljikovih hidratov v analiziranem ješprenju s podatki iz tuje literature

Vsebnost izkoristljivih ogljikovih hidratov v analiziranem ješprenju je 60,9 g/100 g, kar je za 16,8 g/100 g manj kot navaja Margen (1997), za 10,11 g/100 g manj od Salvinijevih navedb (Salvini in sod., 1998), ter za 9,61 g/100 g manj od podatka v nemških prehranskih tabelah (Souci in sod., 2000). V vseh treh tujih virih so namreč podali podatek za skupne in ne za izkoristljive ogljikove hidrate.

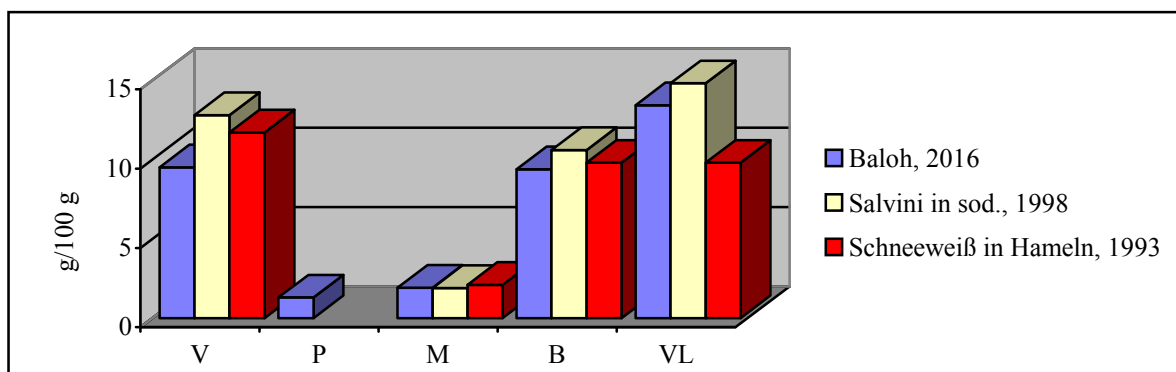


Slika 23: Primerjava EV analiziranega ješprenja s podatki iz tuje literature

Energijske vrednosti, ki jih lahko vidimo na sliki 23 so primerljive. Najbližja naši vrednosti je vrednost 1478 kJ/100 g, ki jo navaja Margen (1997), ostali dve vrednosti pa sta malo nižji.

5.1.7 Primerjava rezultatov analiz ječmenovih kosmičev s podatki iz literature

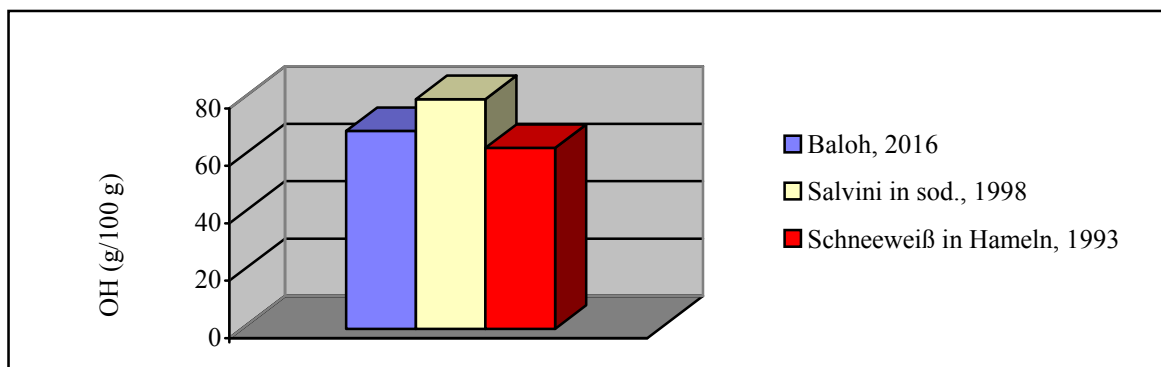
Pravilnik o kakovosti izdelkov iz žit (2014) navaja, da količina vode v kosmičih ne sme presegati 14 g/100 g. Iz slike 24 vidimo, da količina vode v analiziranih kosmičih ustreza pravilniku in je manjša od vrednosti, ki jo navajajo Salvini in sod. (1998) ter Schneeweiß in Hameln (1993). Vsebnost pepela v pregledani literaturi ni navedena. Podatki za beljakovine se razlikujejo za največ 1,21 g/100 g.



V-voda, P-pepel, M-maščobe, B-beljakovine, VL-skupna vlaknina

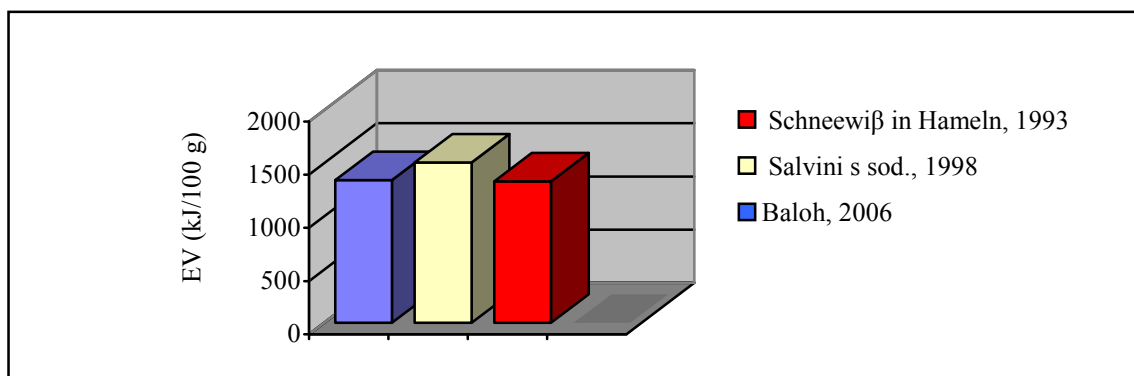
Slika 24: Primerjava rezultatov analiziranih ječmenovih kosmičev s podatki iz literature

Schneeweiß in Hameln (1993) navajata za vsebnost skupne vlaknine 9,8 g/100 g, od tega 1,7 g topne in 8,1 g netopne vlaknine. Mi smo določili več vlaknine, in sicer 13,4 g/100 g, od tega 5,56 g topne in 7,87 g netopne vlaknine. Bolj podoben naši vrednosti je podatek 14,8 g/100 g, ki ga za skupno vlaknino v tem izdelku navajajo Salvini in sod. (1998).



Slika 25: Primerjava vsebnosti ogljikovih hidratov v analiziranih ječmenovih kosmičih s podatki iz tuje literature

Podatki za vsebnost izkoristljivih ogljikovih hidratov v ječmenovih kosmičih se precej razlikujejo, Salvini navaja največjo vrednost, 80 g/100 g, ki najverjetneje vključuje tudi prehransko vlaknino. Schneeweiß in Hameln (1993) navajata manj kot smo določili v naši raziskavi, 63 g/100 g. Primerjava podatkov je prikazana na sliki 25.



Slika 26: Primerjava EV analiziranih ječmenovih kosmičev s podatki iz literature

Energijske vrednosti ječmenovih kosmičev, določene v različnih raziskavah, so prikazane na sliki 26. Glede na predhodno ugotovljene razlike, predvsem v vsebnosti vode, ogljikovih hidratov in beljakovin, se naš rezultat bistveno razlikuje od energijske vrednosti,

ki jo za ječmenove kosmiče navajata Schneeweiß in Hameln (1993), manj pa od vrednosti, ki jo navaja Salvini in sod. (1998).

5.2 SKLEPI

Na osnovi rezultatov fizikalno-kemijskih analiz in statistične obdelave lahko sprejmemo naslednje sklepe:

- Analizirane vrste žitnih izdelkov se razlikujejo v vsebnosti hranljivih snovi in energijski vrednosti.
- Izdelki vsebujejo od 9,5 g/100 g do 11,8 g/100 g vode. Vsebnost vode v izdelkih je v skladu s Pravilnikom o kakovosti izdelkov iz žit (2014).
- Vsebnost pepela se giblje od 0,38 g/100 g do 1,58 g/100 g in je primerljiva s podatki iz literature. Vsebnost pepela v polenti in koruznem zdrobu je najmanjša in se statistično značilno razlikuje od ostalih vzorcev.
- Vsebnost maščob v analiziranih izdelkih se nahaja v območju od 1,45 g/100 g do 3,32 g/100 g in je z izjemo koruznega zdroba, primerljiva s podatki iz literature. Prosenka kaša se statistično značilno razlikuje od ostalih vzorcev v vsebnosti maščob.
- Vsebnost beljakovin v žitnih izdelkih je med 7,5 g/100 g in 12,6 g/100 g. Vzorca prosene kaše in pšeničnih kosmičev vsebujeta največ beljakovin in se statistično značilno razlikujeta od ostalih vzorcev.
- Vsebnost topne vlaknine v izdelkih je med 2,5 g/100 g in 6,81 g/100 g. Podatki o vsebnosti topne vlaknine v pšeničnih in ječmenovih kosmičih ter koruznem zdrobu se nekoliko razlikujejo od podatkov iz literature, za ostale izdelke nismo našli podatkov.
- Izdelki vsebujejo od 1,67 g/100 g do 14,60 g/100 g netopne vlaknine. Najmanj netopne vlaknine vsebuje prosena kaša, največ pa ješprenj. Podatkov o vsebnosti netopne vlaknine v proseni kaši, rženih kosmičih, polenti in ješprenju nismo našli v literaturi, za preostale izdelke pa so podatki primerljivi.
- Vsebnost skupne prehranske vlaknine v žitnih izdelkih je v intervalu od 4,68 g/100 g do 21,42 g/100 g. Največ skupne vlaknine vsebuje ješprenj, sledijo rženi in pšenični kosmiči. V primerjavi naših rezultatov s podatki iz literature smo ugotovili večja

odstopanja pri ješprenju in pšeničnih kosmičih, podatka o vsebnosti v polenti nismo našli.

- Vsebnost izkoristljivih ogljikovih hidratov se giblje od 60,9 g/100 g do 74,0 g/100 g. V polenti in koruznem zdrobu je največ ogljikovih hidratov, najmanj pa v ješprenju. Podatki za izkoristljive ogljikove hidrate niso bili vedno primerljivi z vrednostmi iz literature, kjer so pogosto predstavljeni le skupni ogljikovi hidrati.
- Energijska vrednost analiziranih izdelkov je med 1547 kJ/100 g in 1656 kJ/100 g. Ješprenj in prosena kaša se statistično značilno razlikujeta v energijski vrednosti, saj ima ješprenj najvišjo energijsko vrednost, najnižjo pa ima prosena kaša. Energijska vrednost izdelkov je primerljiva z energijsko vrednostjo iz literature.

6 POVZETEK

Človeški organizem nima potreb po določenih živilih, temveč potrebuje energijo hrane in esencialne hranljive snovi. To pomeni, da je mogoče potrebe vsakega človeka po hrani zadostiti z neštetimi možnimi kombinacijami živil. S kakovostnimi prehranskimi tabelami lahko ocenimo hranilno, biološko in energijsko vrednost hrane (Pokorn, 1994).

Vsebnost hranljivih snovi in energijska vrednost sta z Uredbo 1169/2011 o zagotavljanju informacij o živilih potrošnikom obvezna podatka na etiketi. Današnji način življenja zahteva, da se moramo več posvečati zdravemu prehranjevanju, za kar pa so tovrstne informacije nujno potrebne. Ker večina potrošnikov nima dostopa do tujih prehranskih tablic in ker so vrednosti za naše izdelke velikokrat slabo primerljive, je pomembno, da imamo Slovenci svoje prehranske tabele. Pri ustvarjanju slovenskih prehranskih tabel bodo pomagali tudi rezultati naših analiz, opravljenih na vzorcih prosene kaše, polente, koruznega zdroba, ješprenja, pšeničnih, rženih in ječmenovih kosmičih. V vzorcih smo določali vsebnost vode, pepela, maščob, beljakovin, topne, netopne ter skupne vlaknine, izračunali vsebnost izkoristljivih ogljikovih hidratov in energijsko vrednost živila. Vse rezultate smo nato statistično obdelali.

Primerjava žitnih izdelkov glede na vsebnost vode kaže, da največ vode vsebuje prosena kaša, sledita ješprenj in polenta, najmanj pa ječmenovi kosmiči. Prosenka kaša se statistično značilno razlikuje od ostalih vzorcev v vsebnosti vode. Največ pepela vsebujejo kosmiči, predvsem rženi. Polenta in koruzni zdrob vsebujeta najmanj pepela in se tudi statistično značilno razlikujeta od ostalih vzorcev. Vsebnost maščob je največja v proseni kaši in znaša 3,32 g/100 g, sledi ješprenj z 2,11 g/100 g, pšenični in ječmenovi kosmiči vsebujejo 1,93 g/100 g maščob, najmanj maščob pa vsebuje koruzni zdrob 1,45 g/100 g. Glede na vsebnosti maščob smo z Duncanovim testom izdelke razvrstili v tri skupine. V prvi skupini je prosena kaša, ki vsebuje največ maščob, v drugi skupini so pšenični in ječmenovi kosmiči ter ješprenj, v tretji skupini pa so rženi kosmiči, polenta in koruzni zdrob, pri katerih je vsebnost maščob najmanjša. Z beljakovinami bogati so pšenični kosmiči in prosena kaša, saj vsebujejo približno 12,6 g/100 g beljakovin, najmanj beljakovin pa vsebuje polenta in sicer 7,47 g/100 g. Največ skupne vlaknine vsebuje ješprenj, če predpostavimo, da je rezultat pravilen, in sicer 21,4 g/100 g, od tega 6,81 g topne in 14,6 g netopne vlaknine, katerih vsebnost je tudi največja. Sledijo rženi in pšenični kosmiči. V instantni polenti in koruznem zdrobu se nahaja največ izkoristljivih ogljikovih hidratov, 74,0 g/100 g oziroma 71,8 g/100 g, najmanj pa v ješprenju 60,9 g/100 g. Ješprenj se statistično značilno razlikuje od polente in koruznega zdroba v vsebnosti ogljikovih hidratov. Ješprenj in prosena kaša se statistično značilno razlikuje v energijski vrednosti, saj ima ješprenj najvišjo energijsko vrednost, najnižjo pa ima prosena kaša.

Večina analitskih vrednosti je bila primerljiva s podatki za tovrstne izdelke tujih avtorjev, za izdelke kot so rženi kosmiči in prosena kaša pa podatkov v literaturi nismo našli in smo zato analitske vrednosti primerjali s podatki za rženo zrno oziroma proso.

7 VIRI

- Abram V., Zelenik-Blatnik M. 1996. Vaje iz živilske kemije za študente živilske tehnologije. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 17-17
- Boyer R. 2005. Temelji biokemije. Ljubljana, Študentska založba: 195-197
- Brown A. 2011. Understanding food: principles and preparation. 4th ed. Belmont, Wadsworth Cengage Learning : 625 str.
- Eckhoff S.R., Paulsen M.R. 2003. Maize. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 6. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 3647-3653
- Ensminger H.A, Ensminger M.E, Konlande E.J.,Robson R.K.J. 1993. Food & Nutrition Encyclopedia. Vol. 1. 2nd ed. Boca Raton, CRC Press : 334-338
- Ewaidah E.E., Al-Kahtani H.A. 1992. Nutrient composition and biological evaluation of wheat flakes processed from Saudi Wheat. Cereal Foods World, 37, 5: 386-390
- Golob T., Bertoncej J., Korošec M. 2012. Pomen prehranske vlaknine v prehrani. Acta Agriculturae Slovenica, 99, 2: 203-211
- Gomez M. I., Gupta C.S. 2003. Millets. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 6. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 3974-3979
- Grundas S.T. 2003. Wheat. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 10. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 6130-6146
- Hoseney R.C. 1994. Principles of cereal science and technology. St. Paul, Minnesota, American Association of Cereal Chemists: 378 str.
- Hrovat M. 2000. Surovine v pekarstvu in slaščičarstvu. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 5-23
- Jamnik M., Golob T., Stibilj V. 2003. Slovenske prehranske tablice - predstavitev projekta. Meso in mesnine, 4, 1: 59-64

- Jamnik S. 1992. Sestava olj in masti rastlinskega porekla. V: Lipidi. 14. Bitenčevi živilski dnevi '92. Ljubljana, 4. in 5. junij, 1992. Klofutar C., Žlender B., Hribar J., Plestenjak A. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 61-64
- Kadan R.S., Caldwell E.T. 2003. Breakfast cereals. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 2. 2nd ed. Caballero B., Trugo L. C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 1023-1027
- Kaić-Rak A., Antić K. 1990. Tablice o sastavu namirnica i pića. Zagreb, Zavod za zaštitu zdravlja SR HR: 38-38
- Kent N.L., Evers A.D. 1994. Technology of cereals: an introduction for students of food science and agriculture. 4th ed. Oxford, Pergamon: 334 str.
- Klofutar C. 1992. Fizikalno kemijske lastnosti triacilglicerolov. V: Lipidi. 14. Bitenčevi živilski dnevi '92. Ljubljana, 4. in 5. junij 1992. Klofutar C., Žlender B., Hribar J., Plestenjak A. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 11-16
- Koch V., Pavčič M., Salobir K. 1993. Vlaknine v prehrani. V: Ogljikovi hidrati. 15. Bitenčevi živilski dnevi '93. Ljubljana, 10. in 11. junij 1993. Plestenjak A., Žlender B., Hribar J., Zelenik-Blatnik M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 40-45
- Koren A. 1993. Presnova ogljikovih hidratov. V: Ogljikovi hidrati. 15. Bitenčevi živilski dnevi '93. Ljubljana, 10. in 11. junij 1993. Plestenjak A., Žlender B., Hribar J., Zelenik-Blatnik M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 31-37
- Koren A. 1999. Presnova, termoregulacija in prebava : skripta. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 105 str.
- Korošec M., Golob T., Bertonec J., Stibilj V., Koroušić Seljak B. 2013. The Slovenian food composition database. Food Chemistry, 140: 495–499
- Košmelj K. 2001. Uporabna statistika. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 161-171
- Kulier I. 1996. Standardne euro tablice kemijskog sastava namirnica. Zagreb, Hrvatski farmer, d.d.: 178-178

- Lindhauer M. G., Dreisoerner. 2003. Rye. V: Encyclopedia of food science and nutrition. Vol. 8. 2nd ed. Caballero B., Trugo L. C., Finglas P. M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 5027-5031
- MacGregor A.W. 2003. Barley. V: Encyclopedia of food science and nutrition. Vol. 1. 2nd ed. Caballero B., Trugo L. C., Finglas P. M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 379-382
- Margen S. 1997. The Wellnes nutrition counter: the essential guide to complete nutritional information on over 6.000 foods and products. New York, Rebus: 154-155
- Mirić M., Dorđević B., Lalić Ž., Martinović V. 1992. Kvalitet i hraniljiva vrednost nekih proizvoda od kukuruza. Hrana i ishrana, 33, 1-2: 27-30
- Mongeau R., Brooks S.P.J. 2003. Dietary fibre V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 3. 2nd ed. Caballero B., Trugo L. C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 1813-1859
- Plestenjak A., Golob T. 2003. Analiza kakovosti živil. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 88-96
- Pogačnik M. 2003. Osnovne hranilne snovi in energijska vrednost slovenskih mok in zdrobov. Diplomaska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 37 str.
- Pokorn D. 1994. Prehrana bolnika. Murska Sobota, Pomurska založba: 44-44
- Pokorn D. 1996. Higiena prehrane. Skripta za interno uporabo. Ljubljana, Medicinska fakulteta: 223 str.
- Pokorn J. 1976. Hranilna vrednost in dietna kakovost živil na podlagi žit. V: Zdravje in hrana. 2. Živilski dnevi '76. Ljubljana, 17-18 december 1976. Bučar F. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 107-110
- Pravilnik o kakovosti izdelkov iz žit. 2014. Uradni list Republike Slovenije, 24, 1: 2-6
- Prosky L., De Vries J. 1992. Controlling dietary fiber in food products. New York, Van Nostrand Reinhold: 161-161

- Referenčne vrednosti za vnos hranil. 2004. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije: 214 str.
- Rihter I. 2010. Osnovne vrste kruha in pekovskega peciva. Ljubljana, Ministrstvo za šolstvo in šport Republike Slovenije: 50 str.
http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/ss/Gradiva_ESS/Biotehniska_podrocja__sole_za_zivljenje_in_razvoj/BT_PODROCJA__108ZIVILSTVO_Osnovne_Rihter.pdf (julij 2016)
- Salvini S., Parpinel M., Gnagnarella P., Maisonneuve P., Turrini A. 1998. Dati di composizione degli alimenti per studi epidemiologici in Italia. Milano, Istituto Europeo di Oncologia: 81-98
- Schneeweiß V., Hameln. 1993. Maiskeimextrudate-Entwicklung, Zusammensetzung und Einsatzmöglichkeiten. Getreide Mehl und Brot, 47, 2: 49-49
- Slavin J.L. 2003. Impact of the proposed definition of dietary fiber on nutrient databases. Journal of Food Composition and Analysis, 16, 3: 287-291
- Souci S.W., Fachmann, Kraut H., Scherz H., Senser F. 2000. Food composition and nutrition tables. 6th ed. Stuttgart, Scientific Publishers: 534- 563
- Sundberg B., Abrahamsson L., Aman P. 1994. Quality of rolled barley flakes as affected by batch of grain and processing technique. Plant Foods Human Nutrition, 45: 145-154
- SURS. 2015. Posevki na njivah, osnovna površina, Slovenija, po letih. Pridelava poljščin, Slovenija, letno. Ljubljana, Statistični urad RS: baza podatkov
http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/viewplus.asp?ma=H200S&ti=&path=../Database/Hitre_Repozitorij/&lang=2 (avgust 2016)
- Tanjšek A. 1980. Strnine in koruza v Sloveniji. Ljubljana. Kmečki glas: 107-107
- WHO/FAO. 2004. Vitamin and mineral requirements in human nutrition. 2nd ed. Joint WHO Expert Consultation on Human Vitamin Mineral Requirement. Geneva, World Health Organization/Food and Agricultural Organization of the United Nations: 341-341
<http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/9241546123/en/> (avgust 2016)

Willan A. 1995. Velika šola kuhanja. Žita in stročnice. 3. izd. Ljubljana, Slovenska knjiga: 319-321

Wrigley C. 2004. Cereals. V: Encyclopedia of grain science. Vol. 1. Wrigley C., Corke H., Walker C.E. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 187-201

Žeželj M. 1989. Tehnologija i oprema za prerađu žita. Beograd, Naučna knjiga: 9-43

ZAHVALA

Za strokovne nasvete, vodenje in pomoč pri izdelavi diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorici doc. dr. Mojci Korošec in recenzentu doc. dr. Tomažu Požrlu.

Zahvalila bi se tudi prof. dr. Tereziji Golob, ki je prvotno prevzela mentorstvo nad diplomsko nalogo, za vso pomoč, nasvete in spodbudo pri nastajanju diplomske naloge.

Za pomoč pri opravljanju eksperimentalnega dela se zahvaljujem laborantki Eleni Majerič-Kenda ter ostalim sodelavcem Katedre za tehnologijo mesa in vrednotenje živil.

Najlepša hvala za pomoč pri iskanju literature, za protiplagiatorski in tehnični pregled diplomskega dela, univ. dipl. bibl. Barbari Slemenik.

Še posebej pa bi se zahvalila staršema, ki sta mi omogočila študij in me spodbujala. Draga mami, tvoje življenje se je prehitro končalo, pogrešamo te. Vedno si verjela vame in upam, da veš, da mi je uspelo, to je bila tudi tvoja velika želja.

Zahvaljujem se možu in sinu za vso potrpežljivost, spodbudne besede. Hvala, ker sta verjela vame da zmorem.

Hvala sorodnikom in vsem, ki ste verjeli vame in me spodbujali.

PRILOGE

Priloga A: Rezultati vsebnosti hranilnih snovi in energijska vrednost v vzorcih analiziranih žitnih izdelkov

Vz.	Para- lelka	Voda (%)	Pepela (%)	M (%)	B (%)	netopVL (%)	topVL (%)	skupVL (%)	OH (%)	EV (kJ/100 g)	EVzVL (kJ/100 g)
A1	1	12,58	1,118	3,065	12,433	2,699	3,09	5,79	65,01	1488	1456
	2	12,58	1,222	3,259	12,284	0,831	2,81	3,64	67,01		
	3	12,50	1,218	3,189	12,219						
A2	1	11,09	1,013	4,072	13,031	1,646	2,86	4,51	66,29	1621	1569
	2	11,07	0,933	3,110	12,597	1,514	3,29	4,80	67,49		
	3	11,07	0,988	3,255	13,231						
B1	1	10,18	1,552	1,481	10,271	12,468	4,01	16,48	60,04	1868	1712
	2	10,32	1,506	1,454	10,935	12,614	4,22	16,83	58,95		
	3	9,95	1,474	1,454	11,407						
B2	1	10,04	1,634	1,492	8,915	10,889	6,23	17,39	60,53	1483	1334
	2	10,12	1,691	1,414	8,718	10,437	6,78	16,68	61,38		
	3	9,67	1,650	1,556	9,431		6,5		77,69		
	4						5,98				
C1	1	10,16	1,565	1,986	13,095	10,121	4,41	14,50	58,69	1859	1701
	2	10,18	1,478	1,872	12,890	10,390	4,35	15,24	58,34		
	3	10,77	1,597	1,919	11,850		5,03		73,86		
	4						4,67				
C2	1	10,23	1,445	1,916	12,778	11,377	4,88	16,34	57,29	1472	1341
	2	10,10	1,474	1,971	12,722	12,257	5,05	17,58	56,15		
	3	10,08	1,373	1,929	12,279		5,51		74,34		
	4						5,14				
D1	1	11,51	0,444	1,502	7,770	5,180	2,02	7,39	71,39	1483	1416
	2	11,72	0,419	1,490	7,612	6,033	2,39	8,74	70,02		
	3	11,53	0,420	1,440	7,83		2,91		78,83		
	4						2,51				
D2	1	10,33	0,385	1,472	6,694	6,447	2,7	9,03	72,09	1716	1632
	2	10,82	0,303	1,541	7,276	6,741	2,47	9,25	70,81		
	3	9,93	0,326	1,485	7,717		2,63		80,54		
	4						2,39				
E1	1	9,58	0,360	1,656	8,881	5,314	4,69	9,84	69,68	1756	1664
	2	9,56	0,397	1,275	8,953	5,808	4,37	10,21	69,61		
	3	9,59	0,360	1,319	8,721		4,29		80,01		
	4						4,51				
E2	1	11,54	0,420	1,469	9,475	6,170	3,94	10,01	67,09	1498	1412
	2	11,58	0,431	1,460	9,382	6,013	3,74	9,51	67,64		
	3	11,77	0,422	1,516	9,295		3,41		77,00		
	4						3,58				
F1	1	11,07	1,193	2,221	9,872	14,005	7,78	21,39	54,26	1940	1742
	2	10,96	1,217	2,203	10,270	14,221	6,98	20,84	54,51		
	3	10,68	1,167	2,074	9,966		7		76,11		
	4						6,23				
F2	1	10,99	1,135	2,058	11,130	15,095	6,91	22,05	52,63	1486	1299
	2	11,28	1,256	2,029	10,816	15,088	7,01	21,39	53,23		
	3	11,03	1,290	2,108	10,978		6,59		74,59		
	4						6,02				

... se nadaljuje

Nadaljevanje **Priloge A**: Rezultati vsebnosti hranilnih snovi in energijska vrednost v vzorcih analiziranih žitnih izdelkov

Vz.	Para- lelka	Voda (%)	Pepela (%)	M (%)	B (%)	netopVL (%)	topVL (%)	skupVL (%)	OH (%)	EV (kJ/100 g)	EVzVL (kJ/100 g)
G1	1	9,32	1,362	2,072	8,956	7,860	5,13	12,62	65,67	1817	1690
	2	9,17	1,372	2,103	8,881	8,444	4,4	13,35	65,12		
	3	9,42	1,365	2,054	8,856		5		78,31		
	4						4,82				
G2	1	9,43	1,245	1,781	9,906	7,566	6,34	14,07	63,57	1511	1397
	2	9,78	1,249	1,762	9,881	7,594	6,67	13,65	63,68		
	3	9,95	1,260	1,818	9,894		6,19		77,08		
	4						5,92				