

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Jerca MARINČ

**HRANILNA VREDNOST ŽIT, KAŠ IN MOK  
SLOVENSKEGA IZVORA**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij – 2. stopnja Živilstvo

Ljubljana, 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Jerca MARINČ

**HRANILNA VREDNOST ŽIT, KAŠ IN MOK SLOVENSKEGA  
IZVORA**

MAGISTRSKO DELO  
Magistrski študij – 2. stopnja Živilstvo

**NUTRITIONAL VALUE OF CEREALS, GROATS AND FLOUR OF  
SLOVENIAN ORIGIN**

M. SC. THESIS  
Master Study Programmes: Field Food Science and Technology

Ljubljana, 2015

Magistrsko delo je zaključek magistrskega študijskega programa druge stopnje Živilstvo. Opravljeno je bilo na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje je za mentorico magistrskega dela imenovala doc. dr. Mojco Korošec in za recenzenta doc. dr. Tomaža Požrla.

Mentorica: doc. dr. Mojca Korošec

Recenzent: doc. dr. Tomaž Požrl

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Jerca Marinč

**KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI)**

- ŠD Du2
- DK UDK 641.1:664.6/.7:543.61(043)=163.6
- KG žita/ajda/ječmen/koruza/oves/pira/proso/pšenica/rž/moka/kaša/zdrob/kemijska sestava/hranilna vrednost/prehranske tabele
- AV MARINČ, Jerca, dipl. inž. živ. in preh. (UN)
- SA KOROŠEC, Mojca (mentorica)/POŽRL, Tomaž (recenzent)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
- LI 2015
- IN HRANILNA VREDNOST ŽIT, KAŠ IN MOK SLOVENSKEGA IZVORA
- TD Magistrsko delo (Magistrski študij – 2. stopnja Živilstvo)
- OP XI, 77 str., 15 pregl., 14 sl., 1 pril., 67 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Namen magistrske naloge je bil ovrednotiti hranilno vrednost različnih vrst žit in njihovih izdelkov ter rezultate primerjati s podatki tujih prehranskih baz. V raziskavo smo vključili 8 vrst žit in analizirali 72 vzorcev. Vzorcem smo določili vsebnost vode, beljakovin, pepela, maščob, prehranske vlaknine, mineralov in nekaterih maščobnih kislin. Iz dobljenih rezultatov smo izračunali vsebnost ogljikovih hidratov, energijske deleže posameznih hranil in energijsko vrednost. Ugotovili smo, da so imele posamezne skupine žit različno hranilno in energijsko vrednost. Rezultati analiz so pokazali, da ima najnižjo energijsko vrednost ječmen (1518 kJ/100 g), najvišjo pa ovseni kosmiči (1650 kJ/100 g). Rezultati vsebnosti vode so bili v vseh skupinah žit zelo podobni. Vsebnost pepela se je gibala od 0,33 g/100 g v pšeničnem zdrobu do 2,51 g/100 g v prosenem zrnju, vsebnost maščob pa je bila od 0,35 g/100 g v instant polenti do 7,50 g/100 g v ovsenih kosmičih. Vsebnost beljakovin je bila najmanjša v beli polenti (6,42 g/100 g) in največja v ajdovi kaši (17,26 g/100 g). Vsebnost prehranske vlaknine smo določili pri samo 23 vzorcih, največja vsebnost je bila v rženih polnozrnatih kosmičih, najmanjša pa v pšenični moki tip 500. Ugotovili smo, da so naši rezultati analiz večinoma primerljivi s podatki tujih prehranskih baz, vendar pri določenih vzorcih in parametrih prihaja do odstopanj.

**KEY WORD DOCUMENTATION**

- DN Du2
- DC UDC 641.1:664.6/.7:543.61(043)=163.6
- CX cereals/buckwheat/barley/maize/spelt/millet/wheat/rye/flour/groats/meal/chemical composition/nutritional value/food composition tables
- AU MARINČ, Jerca
- 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 2015
- TI NUTRITIONAL VALUE OF CEREALS, GROATS AND FLOUR OF SLOVENIAN ORIGIN
- DT M. Sc. Thesis (Master Study Programmes: Field Food Science and Technology)
- NO XI, 77 p., 15 tab., 14 fig., 1 ann., 67 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB The purpose of this thesis was to evaluate the nutritional value of different types of cereals and their products, and to compare these values with data from foreign food tables. The study included 8 types of cereals and a total of 72 samples were analyzed. All samples were analyzed for the content of water, protein, ash, fat, dietary fiber, minerals and certain fatty acids. From the analytical data, we calculated the carbohydrate content, energy shares of the nutrients and energy value. The results showed that there were differences among different types of cereals in the content of nutrients and energy value. The results are showing that the barley has the lowest energy value (1518 kJ/100 g) and oat flakes have the highest (1650 kJ/100 g). The water contents in all groups of cereals were very similar. The ash content ranged from 0,33 g/100 g in wheat grits to 2,51 g/100 g in millet grain, and fat content from 0,35 g/100 g in instant maize grits to 7,50 g/100 g in oat flakes. The protein content was the lowest in white maize grits (6,42 g/100 g) and the highest in buckwheat groats (17,26 g/100 g). The content of dietary fiber was determined in only 23 samples, the highest content was in wholegrain rye flakes and the lowest in wheat flour type 500. We have found that our analytical results are comparable with data in foreign food tables, but in certain samples and parameters differences were observed.

## KAZALO VSEBINE

<b>KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI)</b> .....	<b>III</b>
<b>KEY WORD DOCUMENTATION</b> .....	<b>IV</b>
<b>KAZALO VSEBINE</b> .....	<b>V</b>
<b>KAZALO PREGLEDNIC</b> .....	<b>VIII</b>
<b>KAZALO SLIK</b> .....	<b>IX</b>
<b>KAZALO PRILOG</b> .....	<b>X</b>
<b>OKRAJŠAVE IN SIMBOLI</b> .....	<b>XI</b>
<b>1 UVOD</b> .....	<b>1</b>
1.1 NAMEN DELA.....	2
1.2 DELOVNE HIPOTEZE .....	2
<b>2 PREGLED OBJAV</b> .....	<b>3</b>
2.1 ZNAČILNOSTI POSAMEZNIH VRST ŽIT .....	3
2.1.1 Ajda.....	3
2.1.2 Koruza .....	4
2.1.3 Ječmen .....	5
2.1.4 Oves.....	6
2.1.5 Pira .....	7
2.1.6 Proso .....	8
2.1.7 Rž .....	9
2.1.8 Pšenica .....	10
2.2 PREHRANSKE TABELE.....	12
2.2.1 Zgodovina .....	13
2.2.2 Uporaba prehranskih tabel .....	14
2.2.2.1 Klinična prehrana .....	15
2.2.2.1.1 Analiza prehranskih navad ljudi .....	15
2.2.2.1.2 Oblikovanje posebnih diet za bolnike .....	16
2.2.2.1.3 Informiranje in izobraževanje ljudi .....	16
2.2.2.2 Epidemiološke raziskave .....	17

2.2.2.3 Živilska industrija in sestava živil .....	17
<b>2.2.3 Omejitve uporabe prehranskih tabel.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.4 Slovenska prehranska baza podatkov .....</b>	<b>19</b>
<b>3 MATERIAL IN METODE DELA.....</b>	<b>21</b>
3.1 NAČRT DELA .....	21
3.2 MATERIAL .....	21
3.3 ANALITSKE METODE .....	22
<b>3.3.1 Določanje vsebnosti vode v vzorcih (AOAC 925.10) (Lane, 1999).....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.2 Določanje vsebnosti pepela (AOAC 923.03) (Lane, 1999) .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.3 Določanje beljakovin z metodo po Kjeldahlu (AOAC 979.09) (Lane, 1999)</b> .....	<b>24</b>
<b>3.3.4 Določanje vsebnosti maščob po Weibull-Stoldt (AOAC 922.06) (Lane,</b> <b>1999).....</b>	<b>26</b>
<b>3.3.5 Analiza prehranske vlaknine z metodo AOAC 991.43.....</b>	<b>27</b>
<b>3.3.6 Določanje vsebnosti elementov z metodo rentgenske fluorescenčne</b> <b>spektrometrije s totalnim odbojem (TXRF) .....</b>	<b>27</b>
<b>3.3.7 Določanje vsebnosti maščobnih kislin .....</b>	<b>28</b>
<b>3.3.8 Izračun vsebnosti ogljikovih hidratov (Plestenjak in Golob, 2003).....</b>	<b>28</b>
<b>3.3.9 Izračun energijske vrednosti (EV) in energijskih deležev posameznih</b> <b>hranljivih snovi (ED) (Plestenjak in Golob, 2003).....</b>	<b>28</b>
3.4 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV .....	29
<b>3.4.1 Aritmetična sredina ali povprečje.....</b>	<b>30</b>
<b>3.4.2 Varianca (<math>\sigma^2</math>) in standardni odklon (<math>\sigma</math>).....</b>	<b>30</b>
<b>3.4.3 Parametrični in neparametrični testi.....</b>	<b>31</b>
3.4.3.1 Analiza variance ali ANOVA.....	31
3.4.3.2 Kruskal-Wallisov test .....	32
3.4.3.3 Pearsonov koeficient korelacije (r).....	32
<b>3.4.4 Multivariatna analiza .....</b>	<b>33</b>
3.4.4.1 Analiza glavnih komponent (PCA) .....	33
3.4.4.2 Diskriminantna analiza .....	34
<b>4 REZULTATI Z RAZPRAVO .....</b>	<b>35</b>

4.1 REZULTATI VSEBNOSTI VODE V ŽITIH.....	35
4.2 REZULTATI VSEBNOSTI PEPELA V ŽITIH .....	37
4.3 REZULTATI VSEBNOSTI ELEMENTOV V ŽITIH .....	39
4.4 REZULTATI VSEBNOSTI MAŠČOBE V ŽITIH .....	44
4.5 REZULTATI VSEBNOSTI MAŠČOBNIH KISLIN V ŽITIH.....	46
4.6 REZULTATI VSEBNOSTI BELJAKOVIN V ŽITIH.....	49
4.7 REZULTATI VSEBNOSTI PREHRANSKE VLAKNINE V ŽITIH.....	51
4.8 REZULTATI VSEBNOSTI SKUPNIH OGLJIKOVIH HIDRATOV .....	53
4.9 ENERGIJSKA VREDNOST ŽIT .....	56
4.10 ENERGIJSKI DELEŽI HRANLJIVIH SNOVI V ŽITIH .....	58
4.11 PRIMERJAVA PODATKOV S TUJIMI PREHRANSKIMI BAZAMI.....	59
4.12 REZULTATI STATISTIČNE OBDELAVE .....	62
<b>4.12.1 Neodvisna povezava med analiziranimi parametri.....</b>	<b>62</b>
<b>4.12.2 Analiza glavnih komponent (PCA).....</b>	<b>64</b>
<b>4.12.3 Linearna diskriminantna analiza (LDA).....</b>	<b>66</b>
<b>5 SKLEPI .....</b>	<b>68</b>
<b>6 POVZETEK.....</b>	<b>70</b>
<b>7 VIRI .....</b>	<b>71</b>
<b>ZAHVALA</b>	
<b>PRILOGE</b>	



**KAZALO PREGLEDNIC**

Preglednica 1: Seznam analiziranih žit.....	22
Preglednica 2: Mejne vrednosti za presojanje jakosti povezave med spremenljivkami (Kožuh, 2013).....	33
Preglednica 3: Osnovni statistični parametri za vsebnost vode (g/100 g) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih.....	36
Preglednica 4: Osnovni statistični parametri za vsebnost pepela (g/100 g) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih.....	38
Preglednica 5: Osnovni statistični parametri za vsebnosti analiziranih elementov (mg/100 g) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih.....	42
Preglednica 6: Osnovni statistični parametri za vsebnost maščobe (g/100 g) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih.....	45
Preglednica 7: Osnovni statistični parametri za vsebnost maščobnih kislin (g/100 g) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih.....	48
Preglednica 8: Osnovni statistični parametri za vsebnost beljakovin (g/100 g) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih.....	50
Preglednica 9: Osnovni statistični parametri za vsebnosti skupne prehranske vlaknine (g/100 g) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih.....	52
Preglednica 10: Osnovni statistični parametri za vsebnost skupnih in izkoristljivih ogljikovih hidratov (g/100 g) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih.....	55
Preglednica 11: Osnovni statistični parametri za energijsko vrednost z upoštevanjem skupnih (EV <sub>s</sub> skOH) ali izkoristljivih (EV <sub>z</sub> izOH) ogljikovih hidratov (kJ/100 g) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih.....	57
Preglednica 12: Osnovni statistični parametri za energijske deleže beljakovin, maščob in skupnih ogljikovih hidratov (%) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih.....	59
Preglednica 13: Primerjava naših (slo) rezultatov vsebnosti hranil s podatki nemških (nem) prehranskih tabel (Souci in sod., 2008).....	61
Preglednica 14: Statistično značilne zveze med analiziranimi parametri žit (n=72).....	62
Preglednica 15: Uvrščanje vzorcev v posamezne vrste glede na število vzorcev.....	67

**KAZALO SLIK**

Slika 1: Povprečna vsebnost vode (g/100 g) v različnih tipih (izdelkih) posamezne vrste žita .....	35
Slika 2: Povprečna vsebnost pepela (g/100 g) v različnih izdelkih posamezne vrste žita...	37
Slika 3: Povprečna vsebnost elementov (mg/100 g) v posameznih vrstah žit in njihovih izdelkih .....	39
Slika 4: Povprečne vsebnosti maščobe (g/100 g) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih .....	44
Slika 5: Povprečna vsebnost nekaterih maščobnih kislin (mg/100 g) v posameznih vrstah žit in njihovih izdelkih .....	46
Slika 6: Povprečna vsebnost beljakovin (g/100 g) v posameznih vrstah žit in njihovih izdelkih .....	49
Slika 7: Povprečne vrednosti skupne vlaknine (g/100 g) v izbranih vzorcih žit in njihovih izdelkih .....	51
Slika 8: Vsebnost topne in netopne vlaknine (g/100 g) v posameznih vzorcih žit in njihovih izdelkih .....	52
Slika 9: Povprečne vrednosti izkoristljivih in skupnih ogljikovih hidratov (OH) (g/100 g) v izbranih vzorcih žit .....	54
Slika 10: Povprečne energijske vrednosti z upoštevanjem izkoristljivih (EVzizOH) in skupnih ogljikovih hidratov (EVsskOH) (kJ/100 g) v izbranih vzorcih žit .....	56
Slika 11: Energijski deleži beljakovin (EDB), maščob (EDM) in skupnih ogljikovih hidratov (EDOH) v različnih vrstah žit (%) .....	58
Slika 12: Razporeditev vrste žit in parametrov na osi 1 in 2 (PCA) .....	65
Slika 13: Razporeditev vrste žit in parametrov na osi 1 in 3 (PCA) .....	66
Slika 14: Razvrstitev vzorcev žit v skupine s pomočjo metode LDA .....	67

## **KAZALO PRILOG**

Priloga A: Pearsonovi korelacijski koeficienti med analiziranimi parametri žit

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

AOAC	Association of Official Analytical Chemists
B	beljakovine
ED	energijski delež
EFSA	Evropska organizacija za varnost hrane
EV	energijska vrednost
EVsskOH	energijska vrednost z upoštevanjem skupnih ogljikovih hidratov
EVzizOH	energijska vrednost z upoštevanjem izkoristljivih ogljikovih hidratov
HCl	klorovodikova kislina
kJ	kilojoule
LDA	linearna diskriminantna analiza
M	maščobe
max	najvišja vrednost
min	najnižja vrednost
NaOH	natrijev hidroksid
OH	ogljikovi hidrati
PCA	analiza glavnih osi
PV	prehranska vlaknina
SURS	Statistični urad Republike Slovenije
TXRF	rentgenska fluorescenčna spektrometrija s totalnim odbojem

## 1 UVOD

Žita so pomemben del človeške prehrane tako v preteklosti kot danes. Arheološka izkopavanja so pokazala, da sta se pšenica in ječmen pojavila že 8000 let pred našim štetjem (Brown, 2011). Žita lahko gojimo na vseh celinah, z izjemo Antarktike. Večina žit spada v skupino trav (Poaceae), njihova semena pa se uporabljajo kot hrana za človeka ali krma za živali (Wrigley, 2004). Velika večina žit predelajo in uporabijo kot surovina v živilsko prehrabni industriji (npr. v pekarstvu in slaščičarstvu, proizvodnji testenin, piva in drugih alkoholnih pijač ter kosmičev).

V svetovnem merilu so gospodarsko najpomembnejša žita pšenica, ječmen, rž, oves, riž, koruza, sirek in proso (Wrigley, 2004). V Sloveniji je bilo v letu 2013 99.231 ha površin posejanih z žiti. Največ je bilo posejane koruze za zrnje, sledi pšenica, ječmen, rž, oves, ajda, pira in proso (SURS, 2014).

Vsa žita imajo podobno sestavo zrna. 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 maščobe. Pri meljavi v belo moko se ta del zrna odstrani. Endosperm zavzema do 83 % zrna, ki ga sestavlja večinoma škrob. Iz endosperma dobimo belo moko, potem ko odstranimo vse ostale plasti zrna vključno s kalčkom. Kalček zavzema okoli 2,5 % teže zrna in je bogat z maščobo, beljakovinami, minerali in vitamini (B in E) (Brown, 2011).

Žita so najpomembnejši vir ogljikovih hidratov v človeški prehrani. Med ogljikovimi hidrati v žitu najdemo največ škroba, ki zavzema med 70 in 80 % zrna. Žita predstavljajo tudi dober vir beljakovin, čeprav nimajo idealne aminokislinske sestave, še posebno jim primanjkuje aminokislina lizina (Wrigley, 2004). Žita vsebujejo relativno malo maščob. Polnozrnati žitni izdelki vsebujejo več maščob v primerjavi z drugimi izdelki, saj jim med predelavo ne odstranijo kalčka. Vsebnost mineralov in vitaminov v žitih je večja pri izdelkih iz celega zrna, kot pri rafiniranih izdelkih, kjer se odstrani luska in kalček. Polnozrnati žitni izdelki so prav tako dober vir prehranske vlaknine in sicer topne prehranske vlaknine, ki pomagata zmanjševati krvni holesterol in uravnavati raven sladkorja v krvi, in netopne vlaknine, ki zmanjšuje tveganje za nastanek raka na debelem črevesu (Brown, 2011).

## 1.1 NAMEN DELA

Namen naloge je bil določiti hranilno vrednost žit, kaš in mok slovenskega izvora ter dobljene rezultate primerjati s podatki tujih prehranskih baz. S kemijskimi analizami smo določili vsebnost vode, beljakovin, maščob, pepela, prehranske vlaknine, mineralov ter določenih maščobnih kislin. Iz pridobljenih podatkov smo izračunali vsebnost ogljikovih hidratov, energijske deleže in energijsko vrednost izbranih vzorcev žit, mok, kaš in zdrobov. Dobljene rezultate smo uporabili za ovrednotenje hranilne vrednosti ter za oblikovanje slovenske baze podatkov za žita in žitne izdelke.

## 1.2 DELOVNE HIPOTEZE

Pred začetkom raziskave smo postavili naslednji hipotezi:

- da bo vsebnost hranljivih snovi med posameznimi analiziranimi vzorci različna; razlike pričakujemo predvsem glede na vrsto žita (ajda, pšenica, koruza,..) in tehnološki proces predelave (moka, kaša, zrno, zdrob),
- da bodo rezultati naših analiz primerljivi s podatki tujih baz o sestavi živil.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 ZNAČILNOSTI POSAMEZNIH VRST ŽIT

#### 2.1.1 Ajda

Ajda izvira iz Kitajske, od koder se je razširila južno od Himalaje v Butan, Nepal, Indijo in Pakistan ter proti severu Kitajske in Sibiriji, od koder pa se je kasneje prek Rusije in Ukrajine razširila v srednjo Evropo in nato naprej do zahodne Evrope. V Sloveniji je prvič omenjena leta 1426 (Kreft, 1995).

Ajda ne spada v družino trav, vendar jo kljub temu štejemo med žita zaradi podobne sestave zrna, načina predelave in podobne uporabe. Je dvokaličnica, uvrščamo jo v rod *Fagopyrum* in v družino dresnovk (Polygonaceae). Najbolj pogosti vrsti sta navadna in tatarska ajda, ki pa jo gojijo in uživajo predvsem na Kitajskem (Cai in sod., 2004).

Navadna ajda (*Fagopyrum esculentum*) ima velika klična lista, plitev koreninski sistem, steblo je sočno, žilavo, kiselkastega okusa, navadno rdeče obarvano in visoko okoli 70 cm. Daljše kot je steblo večja je možnost, da se ajda poleže, s tem pa se zmanjša pridelek, saj so spodnji listi osenčeni, lahko pa pride tudi do gnitja. Listi so srčkasto puščičasti in se pri različnih vrstah ajde rahlo razlikujejo po velikosti. Cvetovi so v socvetju, v njem pa je skrit rastni vršiček, ki omogoča nadaljnjo rast stebela. Cvetni listi so bele, rožnate ali rdečkaste barve, izrazitost rdeče barve pa je sortna lastnost, lahko pa je odvisna tudi od vplivov okolja. Semena so triroba, dolga 4 do 7 mm. Seme je lahko sivo, svetlosivo, sivo s pegami, rjavo, temnorjavo ali črno (Kreft, 1995).

Tatarski ajdi (*Fagopyrum tataricum*) pravimo tudi zelena ajda, pri nas pa raste kot plevel v navadni ajdi. Od navadne ajde se razlikuje po barvi listov, ki so pri tatarski ajdi bolj zeleni, cvetni listi so manjši, oblika semen je prav tako triroba, vendar pa so robovi zaokroženi in ne krilati. Pomembna lastnost tatarske ajde je, da se po naravnih ujmah lahko hitreje obnovi in preraste navadno ajdo (Kreft, 1995).

V ajdi najdemo visoko kakovostne beljakovine, ogljikove hidrate, maščobe, vlaknino, minerale, vitamine in druge funkcionalne komponente (Cai in sod., 2004).

Beljakovine ajde imajo izredno biološko vrednost, saj je aminokislinska sestava prehransko zelo ugodna, vsebujejo pa tudi pomembne esencialne aminokisliline (lizin in arginin). Povprečna vsebnost beljakovin v ajdi je 14 % (Kreft, 1995; Cai in sod., 2004).

Ajda vsebuje med 59 in 74 % ogljikovih hidratov, ki predstavljajo glavni vir energije. Najbolj pomemben je škrob, vendar pa so pomembni tudi neprebavljivi ogljikovi hidrati kot so celuloza, hemiceluloza in lignin, ki predstavljajo netopno vlaknino. Ajda vsebuje v povprečju med 9,3 in 10,9 % vlaknine, od tega predstavlja 20-30 % topna prehranska vlaknina ( $\beta$ -glukani) (Cai in sod., 2004).

V ajdi najdemo med 2 in 2,6 % maščob, ki nakazujejo na kakovost ajdove moke in kaše, ki ni primerna za dolgotrajno skladiščenje (oksidacija). Najbolj zastopane maščobne kisline, ki jih najdemo v ajdi, so palmitinska, oleinska in linolenska kislina (Kreft, 1995; Cai in sod., 2004).

V ajdi se nahajajo tudi pomembni vitamini in minerali. Med elementi so najpogostejši magnezij, selen, železo, kalij, baker, mangan in cink. Med vitamini pa najdemo predvsem vitamin B1 (tiamin), B2 (riboflavin) in vitamin E. V primerjavi z navadno ajdo tatarska vsebuje več vitaminov skupine B in manj vitamina E (Cai in sod., 2004).

### **2.1.2 Koruza**

Koruza (*Zea mays* L.) izvira iz Srednje in Južne Amerike. V Evropo jo je prinesel Krištof Kolumb. Iz Španije se je razširila na Portugalsko in Italijo, nato pa naprej po Evropi ter v Afriko in Azijo. Ni točno znano kdaj in od kod je koruza prišla na območje Slovenije, vendar pa obstajata dve domnevi. Prva predvideva, da je koruza k nam prišla iz Lombardije, druga pa da naj bi koruza prišla k nam iz Turškega cesarstva. Je najbolj razširjena poljščina v Sloveniji, vendar kljub temu vsako leto uvozimo približno enako količino koruze kot jo pridelamo sami (Čergan, 2008).

Je enoletna rastlina, ki spada v skupino trav. Na osnovi lastnosti zrnja ločimo več zvrsti ali hibridov, ki imajo spremenjeno kemijsko sestavo zrnja. Najbolj znani hibridi so hibridi sladke koruze, koruze pokovke, visokolizinski hibridi, oljni hibridi, hibridi koruze voščenske in hibridi z belim zrnjem. Poznamo tudi različne zvrsti koruze, ki se glede na delež klenega in moknatega endosperma delijo na zabanke, trdinke, polzabanke in poltrdinke. Koruza se prideluje predvsem za prehrano ljudi, živali, industrijsko predelavo, vedno bolj pa se koruza uporablja za predelavo v razna goriva (Čergan, 2008).

Proteini koruze se v večjem obsegu nahajajo v endospermu (v alevronski plasti) in kalčku. V endospermu je približno med 9 in 15 % proteinov. Poznamo dve obliki endosperma: kleni in moknati. Kleni endosperm ima več proteinov in je mehansko bolj odporen od



moknatega. Vsebnost proteinov je odvisna tudi od tipa, teksture, velikosti zrna, genotipa in okoljskih pogojev rasti koruze (Žeželj, 1989; Li in Vasal, 2004).

Maščoba, ki jo najdemo v koruzi, v veliki meri izvira iz kalčka. Vsebnost maščobe je genetsko pogojena, vrednosti pa segajo od 3 do 18 %. Vsebnost nasičenih maščobnih kislin je majhna, vendar vsebuje relativno velike vrednosti večkrat nenasičenih maščobnih kislin. Kljub temu je maščoba v koruzi stabilna, saj vsebuje veliko naravnih antioksidantov (FAO, 1992).

Vsebnost pepela v koruznem zrnju je okoli 1,3 %, vendar pa je vsebnost mineralov v veliki meri odvisna od okoljskih pogojev rasti. Največji delež mineralov najdemo v kalčku in alevronski plasti, najmanj pa ga je v endospermu. V največjih količinah so zastopani fosfor, kalij, magnezij, natrij in kalcij, v manjših količinah pa najdemo železo, mangan, baker in cink (Tajnšek, 1991; FAO, 1992).

Piccolli da Silva in sod. (2005) v svoji raziskavi ugotovijo, da koruza v povprečju vsebuje 13,07 % skupnih vlaknin in ima v primerjavi z drugimi žiti majhno vsebnost topne vlaknine (1,5 %).

### **2.1.3 Ječmen**

Ječmen (*Hordeum vulgare* L.) je eno najstarejših in najpomembnejših žit na svetu, prvič pa naj bi se pojavil na Bližnjem Vzhodu okoli leta 8000 pred našim štetjem (Kling in sod., 2004). Ker je dobro prilagodljiv in lahko raste v različnih okoljskih pogojih, ga lahko najdemo tako v subtropskem pasu kot v hladnejših območjih, kjer nadomesti druga žita. Ječmen uporabljamo kot osnovno surovino v pivovarski industriji, ter kot prehrana ljudi in živali (Henry R.J., 2004).

Ječmenovo zrno je sestavljeno v glavnem iz ogljikovih hidratov (78-83 %), proteinov (8-15 %) in lipidov (2-3 %). Na sestavo pa zelo pomembno vplivajo genetski in okoljski dejavniki (Izydorczyk in Dexter, 2004).

Ječmen ima veliko vsebnost celokupne prehranske vlaknine, ki znaša med 10 in 20 %. Netopno prehransko vlaknino, ki jo zastopajo celuloza, hemiceluloza in lignin, najdemo predvsem v luski. Z obdelavo ječmenovega zrna, kjer se odstranijo zunanje plasti zrna, se vsebnost netopne vlaknine zmanjša. Beta glukani spadajo med topno prehransko vlaknino in so pomembna sestavina ječmena, saj dokazano znižujejo plazemski holesterol, znižajo

glikemični indeks ječmena in zmanjšajo tveganje za razvoj raka na debelem črevesu (Izydorczyk in Dexter, 2004).

Ječmen vsebuje različne skupine beljakovin, ki jih lahko glede na topnost razdelimo na albumine, globuline, prolamine in gluteline. Največ beljakovin najdemo v endospermu in alevronskih celicah ter tudi v kalčku. Proteini ječmena vsebujejo majhne koncentracije esencialnih aminokislin, kot sta treonin in lizin (MacGregor, 2003; Izydorczyk in Dexter, 2004).

Delež vseh maščob v ječmenu je najvišji v endospermu, kjer najdemo kar 70 % vseh maščob, le 20 % pa se jih nahaja v kalčku (MacGregor, 2003). Ječmen vsebuje spojine, kot so tokoferoli in tokotrienoli, ki imajo pomembne antioksidativne lastnosti. Pomembni pa so tudi kot inhibitorji sinteze holesterola, prav tako kot tudi  $\alpha$ -linolenska kislina (Izydorczyk in Dexter, 2004).

V ječmenu najdemo tudi vitamine skupine B, predvsem tiamin, piridoksin, pantotensko kislino in niacin (Izydorczyk in Dexter, 2004).

Vsebnost mineralov se giblje med 2 in 3 %. Najpomembnejši so fosfor, ki je prisoten kot fitinska kislina v alevronski plasti, kalij in kalcij, v manjši meri pa so zastopani tudi klor, magnezij, žveplo in natrij, ki se nahajajo v zunanjih plasteh zrna (MacGregor, 2003).

#### **2.1.4 Oves**

V rodu *Avena* so samorasle in kulturne rastline, ki izvirajo iz srednje Evrope, Sredozemlja, severovzhodne Afrike in jugovzhodne Azije. Oves (*Avena sativa* L.) so poznali že Grki in Rimljani, ki pa ga niso uporabljali za prehrano ljudi, ampak samo kot krmo za živali. V Evropi so se z ovsom prehranjevala ljudstva severno od Alp (Kocjan Ačko, 1999).

Oves je tudi danes zelo pomembno žito, glede na svetovno proizvodnjo pa se uvršča na šesto mesto, takoj za koruzo, rižem, pšenico, ječmenom in sirkom. Približno 70 % celotne svetovne pridelave ovsu se uporabi kot krma za živali, 20 % za prehrano ljudi, 5 % pa v industriji. Glavni produkti, ki jih proizvajamo iz ovsu so ovseni kosmiči, ovsena kaša, moka in različni pekovski izdelki (Hareland in Manthey, 2003; Zwer, 2004).

Oves vsebuje od 12-14 % proteinov z visoko biološko vrednostjo (Vasal, 2004). Največja koncentracija proteinov se nahaja v otrobih in endospermu. Proteini v ovsu so s prehranskega vidika zelo pomembni, saj vsebujejo pomembne esencialne aminokislino, ki

jih telo samo ne more sintetizirati. Te aminokisljine so lizin, metionin, valin, izolevcin, levcin, fenilalanin in triptofan (Hareland in Manthey, 2003).

Koncentracija lipidov v ovsu je gensko pogojena in lahko niha med 2 in 12 %. V primerjavi z drugimi žiti vsebuje oves razmeroma veliko maščob, ki pa so dober vir nenasičenih maščobnih kislin. Najbolj zastopana je esencialna linolna kislina, ki predstavlja med 31,3 in 46,2 % vseh maščobnih kislin. V ovsu najdemo tudi oleinsko (25,8-47,5 % maščobnih kislin), palmitinsko (15,6-25,8 %), linolensko (0,9-3,7 %), miristinsko (0,4-4,9 %) in stearinsko (0,8-3,9 %) kislino. Zaradi vsebnosti polinenasičenih maščobnih kislin lahko pri nepravilnem skladiščenju (visoka temperatura in vlaga) pride do kemijskih sprememb (oksidacije lipidov) in zmanjšanja kakovosti izdelkov (Hareland in Manthey, 2003; Biel in sod., 2009).

Dodevska in sod. (2013) so v svoji raziskavi ugotovili, da vsebujejo ovseni kosmiči približno 16 % vlaknine, od tega velik delež beta glukana, ki spadajo med topno prehransko vlaknino in so zelo pomembni s prehranskega vidika. Beta glukani naj bi vplivali na zniževanje ravni holesterola, s tem pa se zmanjša tudi potencialno tveganje za nastanek bolezni srca (Hareland in Manthey, 2003).

Oves je bogat vir fosforja in kalija, v manjših količinah pa najdemo tudi kalcij, magnezij, železo, cink in baker (Dewettinck in sod., 2008).

### **2.1.5 Pira**

Pira (*Triticum aestivum* L. var. *spelta*) spada v rod pšenice (*Triticum*), v katerem so samorasle in kultivirane vrste in zvrsti. Med pšeničnimi zvrstmi sta danes v svetu najpomembnejši navadna in durum pšenica. Pomembna pšenična zvrst v preteklosti je bila pira, ki so jo pridelovali zlasti na višje ležečih hribovitih območjih. Izvira iz Azije, v Evropo pa je prišla približno 4000 let pred našim štetjem. Pira je bila v srednji Evropi razširjena predvsem v Belgiji, Nemčiji, Avstriji, Severni Italiji in Sloveniji, kjer so jo gojili na območjih Gorenjske, Koroške, na Goričkem, Kozjanskem, Dolenjskem in v Beli krajini. Po drugi svetovni vojni se je pridelovanje pira zmanjševalo, saj so jo izpodrinile nekatere druge vrste poljščin z obilnejšimi pridelki (Kocjan Ačko, 1998; Bonafaccia in sod., 2000).

V skupino diploidnih pšenic uvrščamo enozrno piro (*Triticum monoccocum* var. *monoccocum*), ki ima v klasku le eno zrno, le to pa je drobnejše in rdeče barve. Je odporna proti nizkim temperaturam, vročini in suši, danes jo pridelujejo le še v Turčiji, Grčiji ter južni Italiji. Med tetraploidnimi zvrstmi najdemo najstarejše kultivirano dvozrno piro

(*Triticum turgidum* var. *dicoccum*) z rdečo, škrlatno ali belo barvo zrna. Prilagojena je na rast v toplem in suhem okolju na skromnih tleh. Najpomembnejša je večzrna pira (*Triticum aestivum* var. *spelta*), ki se ji bomo bolj posvetili. Spada v skupino heksaploidnih pšenic in je zelo odporna na nizke temperature ter tako primerna za sejanje v višje ležečih predelih (Tajnshek, 1988).

Vrsto let se je pridelava pira zmanjševala, vendar pa se je v zadnjem času zanimanje za ekološko pridelavo pira povečalo, saj je pira nezahtevna za gojenje, lahko raste brez uporabe pesticidov in uspeva tudi v težkih okoljskih pogojih (Bonafaccia in sod., 2000). Piro uporabljamo kot celo zrno, lahko je obrušena v kašo, stisnjena v kosmiče ali zmleta v moko ali zdrob (Kocjan Ačko, 1999). Pred pridelavo moramo zrnu odstraniti pleve s postopkom luščenja. Pleve pa lahko porabimo za polnjenje blazin. Meljava v moko poteka podobno kot pri navadni pšenici (Nikolić, 1998).

Vsebnost beljakovin v piri se giblje med 14 in 19 %. Aminokislinska sestava pira je zelo raznolika, najvišja je vsebnost glutaminske kisline in prolina. Med esencialnimi aminokislinami pa vsebuje največ levcina, manjša pa je vsebnost metionina, lizina in treonina. Pira vsebuje med 2 in 3 % maščob, od tega delež nenasičenih maščobnih kislin, ki varovalno vplivajo na zdravje potrošnika (Kocjan Ačko, 1999; Bonafaccio in sod. 2000).

Vsebnost pepela v različnih sortah pira so raziskovali Bonafaccio in sod. (2000) in ugotovili, da se vrednosti gibljejo med 1,76 in 1,85 %. Pira je bogata z elementi kot so fosfor, železo, magnezij, cink in baker ter z vitamini pretežno iz skupine B, vendar pa najdemo tudi vitamine A, D in E (Kocjan Ačko, 1999; Escarnot in sod., 2010).

Escarnot in sod. (2010) so ugotovili, da vsebuje moka iz celega pirinega zrna med 7,8 in 10,1 % netopne in med 0,8 in 2,0 % topne vlaknine. Pira ima večji delež netopne prehranske vlaknine, ker vsebuje veliko celuloze (1,7 %) in hemiceluloze (5,4 %).

### **2.1.6 Proso**

Proso (*Panicum miliaceum* L.) so začeli pridelovati že 6000 do 7000 let pred našim štetjem v srednji Aziji. V rod *Panicum* spadajo poleg navadnega prosa še bar ali italijansko proso in mohar ali mali bar, ki so med prvimi žiti, ki so jih v Evropi pridelovali za prehrano ljudi (Kocjan Ačko, 1999). Poznamo tudi druge sorte prosa, ki se med seboj razlikujejo po različnih zahtevah glede pogojev za rast (klima in tla), po dolžini rastne dobe, sestavi in velikosti zrna ter okusu (Gomez in Gupta, 2003).

Pridelovanje prosa je danes zelo pomembno na Kitajskem, v Rusiji, Afriki, vzhodni Evropi, Bližnjem Vzhodu, Indiji in Severovzhodni Aziji (Baltensperger in Cai, 2004). Pridelava prosa je bila na našem ozemlju pomembna predvsem na Gorenjskem, kjer so pridelovali rumeno gorenjsko proso in v Prekmurju, kjer je bilo pomembno belo prekmursko proso. Po letu 1960 pa je pridelava prosa na našem ozemlju začela upadati (Kocjan Ačko, 1999). Leta 2013 je bilo s prosom posejanih 169 ha površin, pridelek pa je bil 189 ton (SURS, 2014).

Proso se večinoma uporablja za prehrano ljudi, vendar ga lahko uporabimo tudi pri varjenju piva ter kot krmo za živali (ptice, živina). Za prehrano ljudi sta najpomembnejši prosena kaša in moka, iz njiju pa lahko pripravimo različne pekavske izdelke ter alkoholne in brezalkoholne pijače (Baltensperger in Cai, 2004).

Razpon vsebnosti beljakovin v prosu je lahko zelo širok, vendar pa se vrednosti najpogosteje gibljejo okoli 13,5 % (Gomez in Gupta, 2003). Proso ima ugodno aminokislinsko sestavo, ki se lahko primerja z visokovrednimi beljakovinami stročnic (Kocjan Ačko, 1999).

Maščobe v prosu se nahajajo večinoma v kalčku, njihova vsebnost pa znaša med 2,3 in 4,9 %. Delež nasičenih maščobnih kislin v prosu znaša med 17,9 in 21,6 %, prisotnost nenasičenih maščobnih kislin pa je bistveno večja in znaša med 78 in 82 % (FAO, 1995; Gomez in Gupta, 2003).

Proso vsebuje med 2,8 in 3,7 % pepela. Med mineralnimi snovmi najdemo fosfor, kalij in magnezij (Kocjan Ačko, 1999; Gomez in Gupta, 2003).

Vsebnost ogljikovih hidratov se giblje med 60,6 in 80,1 %, prehranske vlaknine pa med 0,7 in 9,0 % (Gomez in Gupta, 2003).

### **2.1.7 Rž**

Rž (*Secale cereale* L.) izvira iz jugozahodne Azije, najverjetneje iz območij današnjih držav Turčije, Irana in Iraka. Od tam se je rž razširila na ostala območja po svetu, vendar pa pot migracije ni povsem jasna (Lindhauer in Dreisoerner, 2003). Danes rž gojijo po vsem svetu, vendar pa največ rži pridelajo v Nemčiji, Rusiji, na Poljskem, Belorusiji in Ukrajini (Bushuk, 2004).

Na območju Slovenije so se površine, posejane z ržjo, z leti zmanjševale, do začetka 20. stoletja je bilo z ržjo posejanih kar 50.000 hektarjev površine, v letu 1999 pa le še 891 hektarjev. Najugodnejša območja za pridelovanje rži so območja severovzhodne Slovenije ter višje ležeča območja Koroške, Gorenjske, Dolenjske in Kočevske (Kocjan Ačko, 1999).

Rž najpogosteje uporabljamo za peko kruha ter za predelavo v druge izdelke namenjene prehrani ljudi ali kot krma za živali (Kamal-Eldin in sod., 2008)

Kot pri vseh žitih tudi rž vsebuje največ ogljikovih hidratov, ki predstavljajo okoli 80 % zrna (Bushuk, 2004). Rž vsebuje med 10 in 15 % proteinov, ki imajo zaradi dobre aminokislinske sestave pomembno vlogo pri prehrani človeka (Lindhauer in Dreisoerner, 2003).

Zelo pomembna je tudi prisotnost prehranske vlaknine, ki je rženo zrno v povprečju vsebuje med 15 in 17 % (Lindhauer in Dreisoerner, 2003). Picolli da Silva in sod. (2005) so ugotovili, da rž vsebuje najvišjo vsebnost celokupne in netopne prehranske vlaknine med žiti, kar naj bi bilo posledica debelejših luske, ki je sestavljena pretežno iz celuloze, hemiceluloze in lignina.

### **2.1.8 Pšenica**

Pridelava pšenice (*Triticum aestivum* L.) sega daleč nazaj v zgodovino in je bila osnovno živilo glavnih civilizacij v Evropi, zahodni Aziji in severni Afriki (Curtis, 2002). Zgodovinske najdbe iz obdobja okoli leta 7000 pr. n. št. kažejo na to, da je bila prvobitna pšenica divja zvrst enozrne pira, ki so jo na začetku samo nabirali in šele kasneje tudi pridelovali. S pridelovanjem pšenice pa se je začelo ločevati kmetijstvo od obrti, kar je omogočilo tudi razvoj mest (Tajnšek, 1988). Danes je pšenica najbolj razširjeno in uporabljeno žito, ki ga pridelujejo po vsem svetu, saj lahko raste v različnih okoljskih pogojih ter zagotavlja potrošnikom več hranil kot katerikoli drugo žito (Paulsen in Shroyer, 2004). Glavni proizvajalci pšenice v svetu so Kitajska, Evropska Unija, Indija, ZDA, Rusija, Kanada in Avstralija (Worden, 2004).

Poznamo dve glavni vrsti pšenice, in sicer navadno pšenico in durum pšenico, ki jo uporabljajo predvsem v proizvodnji testenin (O'Brien in DePauw, 2004). Približno 67 % pšenice se porabi za prehrano, 20 % za živalsko krmo, 7 % za seme in 6 % v industriji (Grundas, 2003).

Navadna pšenica (*Triticum aestivum* var. *aestivum*) je heksaploidna. Poznamo različne sorte navadne pšenice, ki se ločijo glede na letni čas setve (jara in ozimna pšenica), glede trdote endosperma (moknato in kleno) in barvo luske. Navadna pšenica se uporablja predvsem za peko različnih pekovskih izdelkov, za tortilje in azijske rezance pa tudi za pecivo in krekerje (Paulsen in Shroyer, 2004).

Durum pšenica (*Triticum turgidum* var. *durum*) je tetraploidna, njena proizvodnja pa obsega približno 8 % svetovne proizvodnje pšenice. Je bolj odporna na vročino in sušo kot navadna pšenica, zato jo večinoma gojijo v regijah, kjer je pričakovana večji okoljski stres za rastlino. Njeno zrno je zelo trdo, zato se uporablja večinoma za proizvodnjo testenin in kuskusa, vendar pa jo na nekaterih območjih uporabljajo tudi za peko kruha (Paulsen in Shroyer, 2004).

Pšenica se ne uporablja samo za prehrano ljudi, ampak tudi kot krma za živali. Slamo, ki ostane pri spravilu pa lahko uporabimo za nastiljo in krmljenje živine. Škrob iz žita ima pomembno vlogo v industriji papirja, lepil in polimernih materialov (Paulsen in Shroyer, 2004).

Pšenica je pomemben vir beljakovin, ogljikovih hidratov, mineralov, vlaknin in vitaminov. Kemijska sestava pšeničnega zrna je odvisna od genetskih in okoljskih faktorjev (podnebje, tla) ter od fizikalnih in kemijskih vplivov med skladiščenjem (Grundas, 2003).

Pšenica se lahko v prehrani ljudi uporablja kot celo zrno, vendar pa večino pšenice zmeljemo in jo uporabimo kot različne polproizvode ali mlevske frakcije. Glavne frakcije, ki jih dobimo z mletjem pšenice so moka, zdrob, otrobi in kalčki. Pri mletju durum pšenice pa dobimo v glavnem zdrob. Otrobi predstavljajo zunanje plasti zrna in alevronsko plast. Proizvodi, ki jih dobimo, imajo raznoliko sestavo in funkcionalnost in so primerni za pripravo skoraj vseh živil (Dexter in Sarkar, 2004).

Lastnosti mlevskih izdelkov so odvisne od pogojev mletja in kakovosti pšenice. Sodobni postopki mletja vključujejo več faz, tako da dobimo več vrst moke, vsaka pa ima edinstveno sestavo in funkcionalne lastnosti (Dexter in Sarkar, 2004).

Belo moko pridobivamo iz škrobnatega endosperma, ki vsebuje najnižji delež mineralnih snovi glede na ostale komponente zrna in predstavlja 85 % zrna. V endospermu najdemo protein gluten, ki daje testu viskoelastične lastnosti, ki so pomembne predvsem pri peki kruha (Dexter in Sarkar, 2004).

Pšenično zrno vsebuje v povprečju med 10,7 in 14,5 % proteinov. Zörb in sod. (2009) so ugotovili, da na koncentracijo proteinov vpliva tudi način pridelave (ekološko ali konvencionalno kmetovanje). V vzorcih pšeničnih zrn pridobljenih s konvencionalnim načinom kmetovanja je bila koncentracija proteinov višja, kot pri vzorcih pridobljenimi z ekološkim kmetovanjem. Na koncentracijo proteinov vpliva tudi prisotnost dušikovih gnojil.

Proteini, ki jih najdemo v kalčku in luski imajo višjo hranilno vrednost kot proteini v endospermu, saj so bolj bogati s pomembnimi aminokislinami (levcin, lizin in asparaginska kislina) (Grundas, 2003).

S povečevanjem odstotka uporabe celega zrna pri meljavi se poveča hranilna vrednost moke (Dexter in Sarkar, 2004). Moke z višjo stopnjo ekstrakcije vsebujejo tudi višjo vsebnost proteinov, celuloze, vitaminov skupine B in več mineralov, kot so fosfor, železo, kalcij, magnezij, cink in baker, vendar pa vsebujejo nižji odstotek škroba. Pšenično zrno vsebuje med 2 in 2,5 % maščobe, ki se nahaja pretežno v kalčku in alevronski plasti (Grundas, 2003).

## 2.2 PREHRANSKE TABELE

Prehranske tabele so zbirke podatkov o sestavi različnih živil. Če želimo, da so prehranske tabele celovite in zanesljive, moramo pri njihovem oblikovanju upoštevati določene kriterije (Greenfield and Southgate, 2003):

- podatki morajo biti reprezentativni (vrednosti morajo predstavljati običajno sestavo živila v obliki, ki ga najpogosteje uporabljamo oziroma uživamo),
- podatki morajo biti pridobljeni s kakovostno analizo živil (podatke tujih baz, prepisane in izračunane podatke uporabimo samo takrat ko analitični podatki niso na voljo),
- baza podatkov naj vključuje vse skupine živil (prehranske tabele morajo vključevati živila, ki jih uživamo vsak dan in čim več živil, ki spadajo v skupino manj pogosto zaužitih živil),
- v bazo podatkov je potrebno vključiti čim več hranil in drugih sestavin, ki imajo pomemben vpliv na zdravje ljudi,
- opisi živil morajo biti zapisani jasno in nedvoumno,
- podatke je potrebno dosledno in nedvoumno zapisati (obvezno je potrebno zapisati enoto),
- potrebno je zapisati in poznati izvor živila, ker le ta lahko vpliva na hranilno vrednost živila,



- prehranske tabele in baze podatkov morajo biti enostavne in razumljive za uporabo,
- podatki iz različnih prehranskih baz morajo biti skladno zapisani (opisi živil, vrednosti in enote bi morale biti skladne z mednarodnimi standardi),
- prehranske baze podatkov ali tablice naj vsebujejo podatke za vsa določana hranila pri vseh analiziranih živilih.

### 2.2.1 Zgodovina

Začetki oblikovanja prehranskih tabel segajo v leto 1818, ko so se v povezavi s preskrbo s prehrano v zaporih pojavile prve tako imenovane prehranske lestvice (Somgoyi, 1974; Percy in Vaquelin, 1818; cit. po Church, 2005). Prehranske tabele kot jih poznamo danes pa so se pojavile šele konec 19. stoletja. Prve so bile objavljene v Nemčiji leta 1878. Nemčija je veljala kot glavna država na področju prehranskih tabel v Evropi in drugod po svetu še nekaj let po objavi (Konig, 1878; Atwater in Woods, 1896; cit. po Church, 2005).

Kmalu po objavi nemških tablic so leta 1896 tudi Američani izdali svoje. Sprva so podatke o hranilni vrednosti živil pridobivali iz nemških laboratorijev, med leti 1878 in 1881 pa so opravili prvo raziskavo ameriških živilskih proizvodov. V prehranskih tabelah so zajeli okoli 2600 živil iz različnih skupin: meso, žita, sadje in zelenjava, pa tudi predelana živila kot so: čokolada, klobase in krekerji (Atwater and Woods, 1896; cit. po Church, 2005). Analizirali so vsebnost vode, proteinov, maščob, pepela in izračunali vsebnost ogljikovih hidratov in energijske vrednosti (Church, 2006).

Pomembna prelomnica je bila tudi publikacija organizacije FAO izdana leta 1949. Čeprav so bile nacionalne tabele bolj točne, pa vse države v tistih časih niso imele svojih prehranskih tabel. Zato je bila uporaba teh mednarodnih prehranskih tabel praktično orodje, s katerim so si pomagali pri ocenjevanju hranilne vrednosti zalog hrane. Vsebovale so vrednosti za vodo, energijo, beljakovine, ogljikove hidrate, maščobo in pepel (Chatfield, 1949 in 1954; cit. po Church, 2005). Leta 1954 pa so dodali še vrednosti za vitamine in minerale. V 60. in 70. letih 19. stoletja je FAO pripravil regionalne prehranske tabele za Azijo, Afriko, Latinsko Ameriko in Bližnji Vzhod. V začetku leta 1990 pa se je odločil izboljšati svoje prehranske tabele, tako obseg kot kakovost, s pomočjo drugih organizacij (Church, 2005).

Pomembne so tudi prve Britanske prehranske tabele, ki so se začele razvijati šele med prvo svetovno vojno, objavljene pa so bile leta 1921 (Plimmer, 1921; cit. po Church, 2005). Britanci so leta 1925 v surovi in kuhani zelenjavi analizirali razpoložljive ogljikove hidrate, kar je pomenilo velik napredek, saj so do takrat poznali samo vrednost celokupnih.

Raziskave so razširili tudi na druge skupine živil (meso, ribe, žita, mlečni proizvodi, pijače, konzervirana živila in slaščice) v katerih so poleg ogljikovih hidratov analizirali tudi proteine, maščobe in minerale (McCance in Lawrence, 1929; McCance in Shipp, 1933; cit. po Church, 2006). Leta 1940 so tako objavili prvo izdajo knjige z naslovom Sestava hrane, pri kateri je bilo nenavadno to, da je vsebovala poleg hranilne vrednosti surovih živil tudi sestavo kuhanih živil in jedi (McCance in Widdowson, 1940; cit. po Church, 2005).

Skozi leta so zaradi nenehnega razvoja prehranske industrije in vse bolj raznolike prehrane prebivalstva, ter zaradi pojava novih ali izboljšanih proizvodov in živil izdali še več knjig. Leta 1978 so poleg tiskane izdaje pripravili tudi računalniško berljiv trak, ki je bil pomemben mejnik, saj je zaznamoval postopen odmik od tiskanih prehranskih tabel proti elektronskim formatom (Church, 2005).

Idealno bi bilo, če bi imela vsaka država razvite svoje prehranske tabele, saj se lahko vsebnost hranil v živilih med različnimi državami zelo razlikuje na račun različnih kultivarjev, prsti, podnebja in kmetijske prakse. Če prehranske tabele vsebujejo podatke za celotne jedi, se lahko razlike v vsebnosti hranilnih snovi pojavijo zaradi različnih receptov in uporabljenih sestavin za pripravo. Različni so tudi tehnološki postopki predelave. Zato je zelo pomembno, da vsaka država na nacionalni ravni razvije svoje prehranske tabele (Greenfield and Southgate, 2003). Ker drage analize niso bile v celoti izkoriščene in niso primerljive na mednarodni ravni, so se zaradi vedno večjih zahtev po mednarodno primerljivih podatkih oblikovale tudi številne kooperacije in mreže, ki imajo pomembno vlogo pri razvoju prehranskih tabel (Church, 2005).

### **2.2.2 Uporaba prehranskih tabel**

Prehranske baze podatkov zagotavljajo podrobne informacije o hranilni sestavi različnih vrst živil. V njih najdemo podatke za energijsko in hranilno vrednost (beljakovine, maščobe, ogljikovi hidrati, vitamini in minerali) posamezne vrste živila. Vrednosti temeljijo na kemijskih analizah opravljenih v analitičnih laboratorijih ali pa so povzete iz drugih verodostojnih virov. Lahko jih najdemo v tiskanih (tabele) ali v elektronskih oblikah (Williamson, 2005).

Prehranske baze podatkov se uporabljajo predvsem za ocenjevanje in načrtovanje vnosa energije in hranil (Greenfield and Southgate, 2003). Podatki o sestavi živil pa so zelo uporabni tudi na drugih področjih. Uporabljajo se za (Williamson, 2005; Church, 2006):

- oceno zdravstvenega stanja in prehranjenosti na ravni posameznika, ter na regionalni, nacionalni in mednarodni ravni,

- oblikovanje ustreznih terapevtskih diet za posameznike in jedilnikov v šolah, bolnišnicah, vojašnicah in zaporih,
- informiranje ljudi na področju prehrane in kako le ta vpliva na zdravje,
- epidemiološke raziskave za odkrivanje razmerja med prehrano in razvojem različnih bolezni,
- označevanje hranilne vrednosti na prehranskih izdelkih,
- razvoj novih izdelkov z izboljšano hranilno vrednostjo,
- nadzor nad hranilno vrednostjo, varnostjo in avtentičnostjo živil na trgu z namenom varstva potrošnika,
- izboljšanje preskrbe s hrano, z zlahtnjenjem rastlin in novimi metodami gojenja, pridelovanja in konzerviranja.

Prehranske tabele morajo s podatki predstavljati prehrano, značilno za določeno državo, vendar so analize zelo drage, zato nekatere države povzamejo prehranske tabele drugih držav in tako oblikujejo svoje nacionalne prehranske baze podatkov. Problem se pojavi, če imajo živila drugačno hranilno vrednost kot privzeti podatki drugih držav. Prav tako pa morajo biti prehranske tabele ažurne in dostopne populaciji. Vsakih nekaj let je pomembno ponoviti analize hranil za živila, saj lahko pride do sprememb pri njihovi pridelavi ali predelavi, s tem pa se lahko spremeni tudi njihova kemijska sestava (Williamson, 2005).

#### 2.2.2.1 Klinična prehrana

Prehranske tabele se uporabljajo na področju klinične prehrane za analizo prehrane ljudi, za oblikovanje posebnih diet za bolnike in za informiranje ljudi.

##### 2.2.2.1.1 Analiza prehranskih navad ljudi

Za oceno prehranskega statusa ali prehranskega tveganja bolnika je potrebno najprej oceniti njegove prehranske navade, ki so podlaga za zagotovitev ustreznega prehranskega svetovanja in pomoči. Določitev prehranskih navad lahko uporabimo za:

- oceno uravnoteženosti prehrane,
- pridobitev ocene vnosa energije in specifičnih hranil,
- ugotovitev pomanjkanja ali presežka določenih hranil,
- oceno rizika nezadostne prehrane,
- spremljanje skladnosti s prehranskimi nasveti.

Poznamo različne metode za določitev prehranskih navad. Najpogosteje se uporablja metoda, pri kateri pacienti zapišejo vso hrano in pijačo, ki so jo zaužili v zadnjih 24 urah.

Ta metoda je sicer hitra, vendar pa ne da realne ocene prehranskega vnosa/navad, kljub temu pa se rezultati lahko uporabijo kot izhodišče za morebitne nadaljnje preiskave (Williamson, 2005). Uporabljajo se lahko tudi prehranski dnevniki. Bolj natančne so metode, kjer bolniki merijo in zapišejo tudi točno količino zaužite hrane in pijače. Te podatke nato vnesejo v prehranski analitični program, ki izračuna energijski vnos in vnos hranil posameznika. Na podlagi teh podatkov nato določijo nov prehranski režim, ki ustreza posamezniku (Williamson, 2005).

#### 2.2.2.1.2 Oblikovanje posebnih diet za bolnike

Ocena prehranskih navad in energijskega vnosa ter vnosa hranil je ključnega pomena pri določitvi posebne prehrane za posameznega pacienta, pri kateri upoštevamo tudi klinično stanje pacienta. Terapevtska prehrana mora biti uravnotežena, pri nadzoru ali omejevanju vnosa določenih hranil pa moramo dobro poznati sestavo živil, pri čemer nam pomagajo prehranske tabele (Williamson, 2005).

Nekatera klinična stanja pacientov, ki potrebujejo posebno oblikovano prehrano so: debelost, sladkorna bolezen, celiakija, hipertenzija, anemija in hiperlipidemija. Pri načrtovanju takšne prehrane so nam v veliko pomoč prehranske tabele. Problem se pojavi pri določenih kliničnih stanjih, kjer prehranske baze ne vsebujejo podatkov o določeni sestavini živila, kot je npr. gluten (Greenfield in Southgate, 2003). Uporaba prehranskih tabel za razvoj terapevtske prehrane je zahtevala napredek na področju informacijske tehnologije, zlasti na področju razvoja prehranske analize in programov za načrtovanje obrokov (Church, 2006).

#### 2.2.2.1.3 Informiranje in izobraževanje ljudi

Podatki, ki so jih raziskovalci pridobili iz epidemioloških študij, ter nacionalne ocene stanja prehranjenosti prebivalstva so pripeljali do povečanja izobraževanja na področju izbire zdrave hrane (Church, 2006).

Zanesljive in izčrpne prehranske baze podatkov so bile ključne za razvoj prehranskih smernic in brošur, ki pomagajo prebivalstvu, da izboljša svoje prehranjevalne navade. Prehranske smernice navadno izdajo ministrstva, vendar pa jih lahko izdajo tudi nevladne organizacije (Williamson, 2005).

Prehranske tabele in baze podatkov so pomembne pri učenju in razumevanju vloge hrane pri zagotavljanju potrebnih hranil. Prehranske baze podatkov se uporabljajo za pripravo

izobraževalnih gradiv, pa tudi kot učno gradivo pri specialnih predmetih v šolah in na fakultetah (Williamson, 2005).

Informacije o sestavi živil so danes vedno bolj dostopne potrošnikom tudi preko raznih programov na spletu. Tako lahko potrošniki spoznajo sestavo posameznega živila in se naučijo kako izbira hrane vpliva na njihov vnos hranil in energije (Harrison, 2004).

#### 2.2.2.2 Epidemiološke raziskave

Leta 1940 sta McCance in Widdowson rekla, da je znanje poznavanja kemične sestave živil pomembno pri zdravljenju bolezni povezanih s prehrano. To naj bi predstavljalo tudi motivacijo za študije sestave hrane, saj so želeli identificirati in določiti kemijske lastnosti živil ter ugotoviti, kako vplivajo na zdravje ljudi (McCance in Widdowson, 1940, cit. po Williamson, 2005).

Veljavnost prehranske epidemiološke študije je odvisna od natančnosti podatkov o sestavi živil in zaužite hrane, zato so verodostojne in natančne prehranske baze podatkov zelo pomembne za kvantitativne prehranske raziskave (Greenfield in Southgate, 2003). Epidemiologija ugotavlja razmerja med prehrano in zdravjem človeške populacije, ki uživajo normalne količine hrane in hranil. Glavni namen je ugotoviti/identificirati potencialne prehranske dejavnike, ki bi lahko vplivali na nastanek bolezni, kot so sladkorna bolezen, rak in kardiovaskularne bolezni, ter vplivati na te dejavnike oziroma navade, z namenom zmanjšati tveganje za pojav določene bolezni. Uporabljajo se različne metode za ugotavljanje prehranskih navad in količine zaužite hrane. Pridobljeni podatki se nato vnesejo v posebne programe, ki izračunajo dnevni vnos hrane, energije in hranil, epidemiolog pa nato ugotovi, kako ti podatki vplivajo na pojav bolezni. Računalniške baze podatkov so epidemiologom v veliko pomoč, saj tako lažje ravnajo s podatki, dodajajo nove vrednosti, izračun in analiza vnosa hranil pa sta lažja (Church, 2005; Williamson, 2005).

#### 2.2.2.3 Živilska industrija in sestava živil

Povečevanje mednarodne trgovine je pripeljalo do večjih potreb po podatkih o hranilni vrednosti živil iz drugih držav. Zelo pomembno je, da poznamo sestavo uvoženih živil, da bi lahko zagotovili primerno prehransko kakovost in varnost hrane za potrošnika (Williamson, 2005).

Označevanje hranilne vrednosti živil je pogosto, v nekaterih državah pa zakonsko obvezno. Tudi v državah članicah Evropske unije je označevanje hranilne vrednosti obvezno in določeno z Uredbo (EU) št. 1169/2011 (2011). Zavedanje potrošnika o možnosti izbire je spodbudilo proizvajalce hrane, da na svoje izdelke zapišejo hranilno vrednost (Church, 2006). Potrošnike še posebej zanima hranilna sestava otroške hrane, zaradi vse večjega porasta kardiovaskularnih bolezni, raka in debelosti, pa jih zanimajo tudi vsebnosti maščob, sladkorja in soli (Williamson, 2005). Nekateri proizvajalci sami izvajajo analize vsebnosti hranil, vendar so takšne analize drage in zamudne, zato kot alternativo uporabljajo nacionalne prehranske baze podatkov (Southgate, 2000).

V večini primerov so na embalaži izdelkov podani podatki o energijski vrednosti, vsebnosti proteinov, ogljikovih hidratov, sladkorjev, maščob, prehranske vlaknine in natrija na 100 g živila. Glede na vsebnost posameznega hranila se lahko na živilo napiše tudi prehranska trditev, ki more biti odobrena s strani evropske agencije za varnost hrane EFSA in ne sme zavajati potrošnika ali biti neresnična (Williamson, 2005).

Prehranska priporočila lahko proizvajalci živil uporabijo pri razvoju novih izdelkov, predvsem pri tako imenovanih »zdravih izdelkih«, ki zahtevajo nižje vsebnosti maščob, sladkorja in natrija. Ker na trg prihajajo vedno novi ali izboljšani izdelki je pomembno, da se prehranske tabele in baze podatkov redno posodablja, tako na področju novih izdelkov kot tudi novih hranil (Greenfield in Southgate, 2003; Williamson, 2005).

### **2.2.3 Omejitve uporabe prehranskih tabel**

Vse osnovne surovine so naravnega izvora, zato se njihova kemijska sestava lahko spreminja glede na:

- okoljske dejavnike (klima in tla),
- različne kmetijske prakse,
- različne načine shranjevanje oz. skladiščenja.

Druge omejitve pri uporabi prehranskih baz podatkov so lahko (Greenfield in Southgate, 2003):

- delna ali nepopolna pokritost živil ali analiziranih hranil, ki jih imamo v prehranski bazi podatkov,
- neustrezne baze podatkov in napačno vnesene vrednosti sestave živil (predvsem elektronske baze podatkov, kjer lahko potrošniki sami vnesejo sestavo posameznega živila),
- napake, ki nastanejo pri uporabi prehranske baze podatkov (neznanje uporabnika),

- razlike v programskih paketih.

Tudi tehnološko predelana hrana ima lahko različno kemijsko sestavo, ki je odvisna od sestave vhodnih surovin, načina obdelave, pakiranja in skladiščenja (Williamson, 2005). Zato kljub trudu, da bi uskladili opise živil, terminologijo, analitske, računske in pripravljalne metode, podatki iz prehranskih baz niso vedno primerljivi med različnimi državami (Greenfield in Southgate, 2003).

Veliko težavo predstavljajo nihanja v kemijski sestavi, kjer o največjih razlikah lahko govorimo pri vsebnosti mikronutrientov (vitamini in minerali), medtem ko so pri makronutrientih (ogljikovi hidrati in proteini) ta odstopanja manj pogosta. V prehranskih tabelah lahko dobimo okvirne oziroma tipične vrednosti hranil za posamezno živilo, saj je njihova kemijska sestava odvisna od mnogih dejavnikov ter se lahko rahlo spreminja (Southgate, 2000).

Problem pri prehranskih bazah podatkov lahko predstavlja tudi odsotnost določenih podatkov, kot je na primer vsebnost bioaktivnih komponent, ki jih večina prehranskih tabel ne vsebuje. To predstavlja težavo prehranskim epidemiologom, ki težko ocenijo vnos teh komponent in ovrednotijo njihov vpliv na zdravje (Williamson, 2005).

Pomembno je redno posodabljanje prehranskih tabel, vendar je zaradi pojavljanja vedno novih izdelkov ter izdelkov s spremenjeno sestavo to izredno težko. Zaradi težkega sledenja prehranski industriji in novim izdelkom, lahko pride do manj zanesljivih podatkov glede sestave in hranilnega vnosa (Greenfield in Southgate, 2003)

#### **2.2.4 Slovenska prehranska baza podatkov**

Študije kemijske sestave slovenskih živil se izvajajo na Biotehniški fakulteti že od leta 1974, rezultati pa so bili objavljeni v strokovnih revijah, disertacijah ter laboratorijskih in projektnih poročilih (Korošec in sod., 2013). Vendar pa se je prvi projekt razvoja nacionalne prehranske baze podatkov začel šele med leti 2001 in 2003. Analiziranih je bilo 320 živil in pijač, tablice pa so vsebovale podatke za vodo, pepel, maščobo, proteine in ogljikove hidrate (Church, 2005). V raziskavi so bili slovenski strokovnjaki za prehrano in živilska industrija pozvani, da povedo katere baze podatkov uporabljajo v svojih študijah. Ugotovljeno je bilo, da se njihovi podatki razlikujejo od dejanskih analiz, zato so le ti manj zanesljivi (Korošec in sod., 2013).

Med leti 2004 in 2006 so bile oblikovane prehranske tablice za meso in mesne izdelke slovenskega porekla (Church, 2005). Primerjava podatkov o hranilni sestavi mesa in mesnih izdelkov iz slovenskih tablic s podatki iz druge literature je pokazala pomembne razlike, posebej pri vsebnosti maščob, maščobnih kislin in holesterola. Ker Slovenci pojemo veliko mesa, so ti podatki pomembni tudi s prehranskega vidika. Vzorčenje mesa in mesnih izdelkov za analizo je potekalo direktno pri proizvajalcih, v klavnicah in trgovinah na drobno. Izbrani so bili vsi kosi živali, analiza pa je zajela vsa pomembna osnovna hranila, sestavo maščobnih kislin, minerale, holesterol in vsebnost hidroksiprolina. Vrednosti za vsebnost vitaminov in aminokislinsko sestavo so bile vzete iz tujih prehranskih baz. Rezultati so bili objavljeni v knjigi Slovenske prehranske tabele – meso in mesni izdelki (Golob in sod., 2006), podatki pa so dostopni tudi na spletu. Objavljena je hranilna vrednost 145 različnih živil, ki so razdeljena na več glavnih skupin: meso klavnih živali, perutnina, divjačina, ribe, raki in mehkužci (Korošec in sod., 2013).

V prihodnjih letih so bile narejene še analize za živila rastlinskega izvora, ki so značilna za slovensko področje. Vzorci sadja, zelenjave in oljčnega olja so bili izbrani iz različnih koncev Slovenije na tržnicah, kmetijah, v trgovinah in pri proizvajalcih oziroma predelovalcih. Analizirani so bili surovi in termično obdelani vzorci (kuhani ali pečeni). Fizikalno-kemijska analiza je zajela gravimetrične, spektrofotometrične in kromatografske metode. V vzorcih so bile analizirane vsebnosti proteinov, maščob, prehranske vlaknine (topne in netopne), pepela, mineralov, vitaminov, sladkorjev in sestava maščobnih kislin (Korošec in sod., 2013).

Analizirani so bili tudi različni tipi kruha in ostali izdelki iz žit značilni za Slovenijo. Pri analizi kruha in pekovskega peciva je bil velik poudarek na vsebnosti natrija, saj le tega največ zaužijemo ravno s kruhom in pekovskimi izdelki (Korošec in sod., 2013).

Leta 2008 se je začela razvijati internetna aplikacija za planiranje prehrane, ki je vsebovala podatke slovenskih prehranskih tabel, imenovana Optijed. Projekt je bil dobro sprejet, vendar ga je zamenjala izboljšana in posodobljena platforma z imenom »Odrpta platforma za klinično prehrano« ali OPKP. Uporabniku je dostopna na spletu, ponuja pa informacije glede hranilne vrednosti živil in obrokov, značilnih predvsem za Slovenijo. Poleg tega lahko uporabnik piše prehranski dnevnik ali pa si obroke planira vnaprej. Z dopolnitvijo s podatki o sestavi sadja, zelenjave, oljčnega olja, žit in izdelkov iz žit, vsebuje informacije za okoli 800 različnih živil in obrokov. Vendar pa baza še zdaleč ni popolna, saj manjkajo podatki za pomembni skupini živil – mleko in mlečni izdelki ter pijače, kar pa bi lahko bila naslednja aktivnost na področju razvoja slovenskih prehranskih tabel (Korošec in sod., 2013).



### 3 MATERIAL IN METODE DELA

#### 3.1 NAČRT DELA

Z raziskavo smo želeli določiti hranilno vrednost izbranih žit, kaš, zdrobov in mok slovenskega izvora in jih primerjati s podatki iz tujih prehranskih tabel. S kemijskimi analizami smo določili vsebnost vode, beljakovin, maščob, pepela, prehranske vlaknine ter posameznih maščobnih kislin in mineralov. Na podlagi dobljenih rezultatov smo izračunali vsebnost ogljikovih hidratov in energijsko vrednost posameznih vzorcev. S primerjavo rezultatov smo ugotavljali razlike v vsebnosti hranilnih snovi med različnimi vrstami žit. Ugotavljali smo tudi, kako tehnološki postopek vpliva na vsebnost hranilnih snovi in primerjali naše rezultate s podatki iz tujih prehranskih tabel.

#### 3.2 MATERIAL

V raziskavo smo vključili različne vrste žit, mok, kaš in zdrobov, značilnih za slovensko območje. Vzorčenje je zajelo ljubljansko (Ljubljana – trgovina Mercator), posavsko (Kmetija Sinkovič) in dolenjsko regijo (Mlin Rangus in Mlin Grebenc).

Analizirali smo 8 različnih vrst žit, ki so se razlikovale glede na sorto, tehnološki proces predelave (kaša, zdrob, moka, kosmiči), pridelovalca ter območje in način pridelave. Nekateri vzorce smo prej tudi mehansko obdelali (mletje na mlinček).

Skupno smo analizirali 72 vzorcev, po tem ko smo tri neprimerne vzorce izločili. Analize smo opravili v dveh ponovitvah, izjema je bila analiza določanja maščob, katero smo opravili v treh ponovitvah.

Zaradi velikega števila vzorcev in nadaljnje lažje obdelave podatkov smo vzorce žit združili v 8 skupin, glede na vrsto žita in 33 podskupin, kar prikazuje preglednica 1.

Preglednica 1: Seznam analiziranih žit

Vrsta žita	Oznaka skupine	Oznake vzorcev	Tip žita/oznaka
Ajda	1	c1, c2, c72, c3, c4, c5, c6, c7, c8, in c73, c9	zrno/11, kaša/12, tatarska kaša/13, moka/14, tatarska moka/15
Ječmen	2	c10, c11, c13, c14, c15, c16, c12	zrno/21, kaša (ješprenj)/22, moka/24
Koruza	3	c17, c18, c19, c20, c21, c23, c25, c22, c24	Zrno/31, moka/34, zdrob/32, zdrob (bela polenta)/33, zdrob (instant polenta)/35
Vrsta žita	Oznaka skupine	Oznake vzorcev	Tip žita/oznaka
Oves	4	C26, c27, c28	Kosmiči/46
Pira	5	c30, c31, c33 c32, c34, c35, c36	zrno/51, moka (polnozrnata)/55, moka/54 kaša/52, zdrob/53
Proso	6	c37, c39, c38, c40	zrno/61, kaša/62
Pšenica	7	c41, c42 – c49, c50 – c54, c55, c56, c57, c58, c59, c60, c61, c62, c63, c64	zrno/71, moka tip 400/74, moka tip 500/75, moka tip 850/76, moka tip 1100/77, moka polnozrnata/78, moka graham/79, zdrob/72
Rž	8	c65, c66, c67, c68, c69, c70, c71	zrno/81, moka tip 1250/85, moka/84, kosmiči/86

### 3.3 ANALITSKE METODE

Fizikalno-kemijske analize 72 vzorcev smo opravili v obdobju od marca do maja 2012 na Katedri za vrednotenje živil in tehnologijo mesa Oddelka za živilstvo na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Vzorce žit in kaš smo pred pričetkom analiz zmleli s kavnim mlinčkom. Vse vzorce smo hranili v temi pri sobni temperaturi.

#### 3.3.1 Določanje vsebnosti vode v vzorcih (AOAC 925.10) (Lane, 1999)

##### Princip

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

**Pribor**

- tehtiči,
- tehtnica Scalter SPB 31,
- sušilnik Kambič, tip S 50.

**Izvedba**

V predhodno posušen (v sušilniku pri temperaturi 105 °C), ohlajen in stehtan tehtič, odtehtamo 2 do 5 g vzorca. Sušimo pri temperaturi 105 °C do konstantne mase (3 do 4 ure). Tehtiče ohladimo v eksikatorju, stehtamo in izračunamo vsebnost vode v vzorcih.

**Račun**

$$\text{Vsebnost suhe snovi (g/100g)} = b/a * 100 \quad \dots(1)$$

a = odtehta vzorca (g)

b = masa vzorca po sušenju (g)

$$\text{Vsebnost vode (g/100 g)} = 100 - \text{vsebnost suhe snovi (g/100 g)} \quad \dots(2)$$

**3.3.2 Določanje vsebnosti pepela (AOAC 923.03) (Lane, 1999)****Princip**

Suhi sežig vzorca pri temperaturi 800 °C.

**Pribor**

- žarilni lončki,
- tehtnica Scalter SPB 31,
- žarilna peč Iskraterm,
- etanol (za čiščenje lončkov).

**Izvedba**

Žarilne lončke najprej prežarimo v peči, jih ohladimo in stehtamo. V stehtane lončke zatehtamo približno 3 g vzorca. Žarilni lonček z vzorcem najprej segrejemo na električni plošči, nato pa previdno žarimo nad gorilnikom (do pojava konstantnega belega dima). Nato damo žarilne lončke v žarilno peč za 5 uri na temperaturo 800 °C, dokler pepel ni svetlo siv oziroma bel. Ohladimo v eksikatorju in stehtamo.

**Račun**

$$\text{Vsebnost pepela (g/100 g)} = b/a * 100 \quad \dots(3)$$

a = odtehta vzorca (g)

b = masa pepela (g)

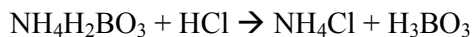
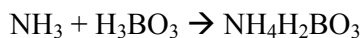
**3.3.3 Določanje beljakovin z metodo po Kjeldahlu (AOAC 979.09) (Lane, 1999)****Princip**

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

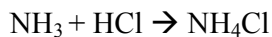
$$\% \text{ beljakovin} = \% \text{ N} \times F \quad \dots(4)$$

F – empirični faktor za preračunavanje dušika v beljakovine (6,25)

Vzorec razklopimo z mokrim sežigom s pomočjo koncentrirane kisline ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), katalizatorja in visoke temperature. Z destilacijo z vodno paro, ob dodatku močne baze (30 % NaOH), sprostim  $\text{NH}_3$ , ki ga lovimo v nasičeno raztopino borne kisline in nato titriramo amonijev borat s standardno 0,1 M klorovodikovo kislino.

**Kemizem**

Če zadnji dve enačbi združimo:

**Pribor**

- sežigne epruvete (kivete),
- tehtalne ladjice,
- tehtnica Scalter SPB 31,

- razklopna enota (BUCHI K424),
- čistilna enota (BUCHI SCRUBBER B-414),
- destilacijska enota (BUCHI DISTILLATION UNIT B-324),
- titracijska enota s stekleno pH elektrodo (METROHM 702 SM TITRINO).

### Reagenti

- koncentrirana H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Sigma-Aldrich),
- katalizator KJELTABS Cu/3,5 (3,5 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 0,4 g CuSO<sub>4</sub> x 5 H<sub>2</sub>O),
- nasičena raztopina H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>,
- 30 % raztopina NaOH,
- 0,1 M HCl (Titripur).

### Izvedba

Delo smo razdelili na tri faze:

- a) mokri sežig pripravljenega homogeniziranega vzorca,
  - b) destilacija,
  - c) titracija.
- a) V sežigno epruveto s pomočjo plastične ladjice odtehtamo 0,8 do 0,9 g vzorca, dodamo 2 tableti bakrovega katalizatorja in 20 ml koncentrirane žveplene kisline. Epruvete postavimo v enoto za razklop. Z vodno črpalko odvajamo zdravju škodljive hlape preko enote Scrubber. Razklop poteka približno 2 uri.
  - b) Vzorce ohladimo na sobno temperaturo. Če se vzorec strdi, ga moramo pred destilacijo utekočiniti. Epruvete nato postavimo v destilacijsko enoto, destilacija z vodno paro pa traja 4 minute.
  - c) Raztopino nastalega amonijevega borata titriramo z 0,1 M HCl do vrednosti pH 4,65. Titracija poteka avtomatsko po vnosu zatehte vzorca (v mg) v titracijsko enoto. V končni točki titracije se zabeleži poraba kisline, iz katere se izračuna % dušika in beljakovin v vzorcu. Kadar analiziramo živilo, pri katerem je empirični faktor različen od 6,25, je potrebno % beljakovin ročno izračunati iz podatka o odstotku dušika, ob uporabi ustreznega faktorja za živilo.

### Račun

$$\text{Vsebnost beljakovin (g/100g)} = \frac{\text{ml } 0,1 \text{ M HCl} * 1,4 * f}{\text{mg (zatehta)}} * 100 * 6,25 \quad \dots(5)$$

$$f = \text{točna molarnost HCl} / 0,1 \text{ M HCl} \quad \dots(6)$$

ml HCl = poraba ml 0,1 M HCl

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

6,25 = F = splošni empirični faktor za preračun N v beljakovine

f - faktor molarnosti HCl

### **3.3.4 Določanje vsebnosti maščob po Weibull-Stoldt (AOAC 922.06) (Lane, 1999)**

#### **Princip**

Hidroliza vzorca s HCl v Foss Hotplate sistemu, filtriranje, sušenje in ekstrakcija v Foss Soxtec sistemu.

#### **Pribor**

- lončki za razklop,
- ekstrakcijski lončki (aluminijasti),
- 4 M HCl (Sigma-Aldrich in Merck),
- petroleter (Sigma-Aldrich),
- vrelni krogljice,
- filtri,
- celulozne kapice,
- vata,
- magnetki,
- stojala,
- sušilnik Kambič, tip S 50,
- tehtnica Scaltec SPB 31,
- eksikator,
- razklopna enota (Foss hotplate 2022),
- ekstrakcijska enota (Foss soxtec 2050 in Foss control unit 2050).

#### **Postopek določanja vsebnosti maščob je sestavljen iz naslednjih korakov**

- razklop (hidroliza) z vrelo 4 M HCl,
- spiranje z destilirano vodo,
- sušenje hidroliziranega ostanka vzorca,
- ekstrakcija s topilom – petrol etrom,
- sušenje ekstrahirane maščobe,
- tehtanje in izračun.

**Izvedba**

- V lončke za razklop namestimo filter in nanj odtehtamo med 2 in 3 g homogeniziranega vzorca. Lončke namestimo v razklopno enoto, v katero predhodno nalijemo 4 M HCl (do oznake R). Nato v posodo položimo stojalo z razklopnimi lončki. Na posodo namestimo pokrov ter vsebino pustimo vreti 1 uro. Po 1 uri razklopno enoto ugasnemo in raztopino kisline odstranimo z vakuumsko črpalko. Vzorce spiramo s hladno vodo, spiranje pa ponovimo vsaj 10-krat. Po spiranju na vrh filtrov namestimo vato in vzorce pustimo čez noč v sušilniku na 60 °C.
- Po sušenju v lončke namestimo vato še s spodnje strani, na vrhu pa jih pokrijemo s celuloznimi kopicami. Nato lončke z magnetki pritrdimo na ekstrakcijsko enoto. Pod lončke namestimo predhodno posušene in stehtane aluminijaste ekstrakcijske lončke, v katerih so vrelnne kroglice, in 80 ml petroletra. Ekstrakcijsko enoto prižgemo, po končani ekstrakciji (90 minut) pa ekstrakcijske lončke previdno prenesemo v sušilnik in jih sušimo 3 ure pri 105 °C. Lončke ohladimo v eksikatorju in stehtamo.

**Račun**

$$\text{vsebnost maščobe v vzorcu (g/100g)} = \frac{b-c}{a} * 100 \quad \dots(7)$$

a = odtehta vzorca (g)

b = masa ekstrakcijskega lončka z vrelnimi kroglicami in ostankom (g)

c = masa čistega ekstrakcijskega lončka z vrelnimi kroglicami (g)

**3.3.5 Analiza prehranske vlaknine z metodo AOAC 991.43**

Z encimsko gravimetrično metodo smo določili prehransko vlaknino v izbranih 23 vzorcih. Analizo prehranske vlaknine nisem izvajala sama, ampak je vzorce v okviru svoje magistrske naloge analizirala Tina Zidar. Princip in postopek metode je opisan v njeni magistrski nalogi z naslovom Prehranska vlaknina v modelnih celodnevni obrok (2014).

**3.3.6 Določanje vsebnosti elementov z metodo rentgenske fluorescenčne spektrometrije s totalnim odbojem (TXRF)**

Analiza elementne sestave vzorcev v okviru projekta CRP V4-1047; Slovenske prehranske tabele: živila rastlinskega izvora je bila opravljena na Institutu Jožef Stefan. V analizo je bilo vključenih 28 vzorcev žit in žitnih izdelkov, določili pa smo vsebnost 11 elementov.

Princip in postopek te spektrometrične metode je opisan v doktorski disertaciji Urške Kropf (2009).

### 3.3.7 Določanje vsebnosti maščobnih kislin

V okviru projekta CRP V4-1047; Slovenske prehranske tabele: živila rastlinskega izvora smo s plinsko kromatografijo analizirali vsebnost maščobnih kislin v 49 vzorcih žit. Analiza je bila opravljena na Biotehniški fakulteti, vendar je nisem opravljala sama, ampak le povzela rezultate.

Princip in postopek dela je opisan v diplomskem delu Mateja Gerbiča (2010).

### 3.3.8 Izračun vsebnosti ogljikovih hidratov (Plestenjak in Golob, 2003)

Vsebnost ogljikovih hidratov izračunamo iz rezultatov predhodno opravljenih analiz za vsebnost vode oziroma suhe snovi, pepela, vlaknine, maščob in beljakovin. Kadar nimamo podatkov o vsebnosti prehranske vlaknine (PV), izračunamo skupne ogljikove hidrate. Če pa pri izračunu upoštevamo tudi vsebnost prehranske vlaknine, pa izračunamo izkoristljive ogljikove hidrate.

#### Račun

Vsebnost izkoristljivih ogljikovih hidratov (g/100g) = vsebnost suhe snovi – (vsebnost pepela + vsebnost PV + vsebnost maščob + vsebnost beljakovin) ... (8)

Vsebnost skupnih ogljikovih hidratov (g/100 g) = vsebnost suhe snovi – (vsebnost pepela + vsebnost maščob + vsebnost beljakovin) ... (9)

### 3.3.9 Izračun energijske vrednosti (EV) in energijskih deležev posameznih hranljivih snovi (ED) (Plestenjak in Golob, 2003)

Energijske vrednosti smo izračunali iz vsebnosti beljakovin, maščob in ogljikovih hidratov tako, da smo uporabili eksperimentalno določeno sežigno vrednost posameznih hranljivih snovi v procesih presnove, in sicer:

- beljakovine = 17 kJ/g,
- maščobe = 37 kJ/g,
- ogljikovi hidrati = 17 kJ/g,
- prehranske vlaknine = 8 kJ/g.



$$EV \text{ beljakovin (kJ/100 g)} = \text{vsebnost beljakovin (g/100g)} * 17 \text{ kJ/g} \quad \dots(10)$$

$$EV \text{ maščob (kJ/100 g)} = \text{vsebnost maščob (g/100g)} * 37 \text{ kJ/g} \quad \dots(11)$$

$$EV \text{ ogljikovih hidratov (kJ/100 g)} = \text{vsebnost OH (g/100g)} * 17 \text{ kJ/g} \quad \dots(12)$$

$$EV \text{ prehranske vlaknine (kJ/100 g)} = \text{vsebnost PV (g/100 g)} * 8 \text{ kJ/g} \quad \dots(13)$$

$$EV \text{ vzorca (kJ/100 g)} = EV \text{ beljakovin} + EV \text{ maščob} + EV \text{ ogljikovih hidratov} + (EV \text{ prehranske vlaknine}) \quad \dots(14)$$

$$ED \text{ beljakovin (\%)} = \frac{EV \text{ beljakovin (v 100 g)}}{EV \text{ 100 g vzorca}} * 100 \quad \dots(15)$$

$$ED \text{ maščob (\%)} = \frac{EV \text{ maščob (v 100 g)}}{EV \text{ 100 g vzorca}} * 100 \quad \dots(16)$$

$$ED \text{ ogljikovih hidratov (\%)} = \frac{EV \text{ ogljikovih hidratov (v 100 g)}}{EV \text{ 100 g vzorca}} * 100 \quad \dots(17)$$

### 3.4 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

V analizah pridobljene podatke smo zbrali in uredili s programom MICROSOFT EXCEL 2007. Tako urejene podatke smo statistično obdelali z računalniškim programom SPSS 19.0.

Rezultate smo ovrednotili z naslednjimi statističnimi parametri:

- povprečna vrednost – aritmetična sredina ( $\bar{X}$ ),
- standardni odklon ( $\sigma$ ),
- najnižja (min) vrednost,
- najvišja (max) vrednost,

in s statističnimi testi:

- Levenov test homogenosti varianc,
- ANOVA – analiza varianc,
- Duncanov test,
- Korelacija (Pearsonov koeficient korelacije ( $r$ )),
- Kruskal-Wallisov test,

- Faktorska analiza (PCA),
- Diskriminantna analiza (LDA).

### 3.4.1 Aritmetična sredina ali povprečje

Za določanje srednje vrednosti največkrat uporabimo aritmetično sredino ali povprečje, ki predstavlja kvocient med vsoto vseh vrednosti in številom enot množice. Ker je aritmetična sredina določena iz vrednosti spremenljivke vseh enot v množici, omogoča najbolj zanesljive primerjave, občutljiva pa je na vsako spremembo v množici. Če se spremeni vrednost pri eni sami enoti, se bo spremenila tudi vrednost aritmetične sredine (Kožuh, 2013). Predstavlja tudi nekakšno težišče podatkov, saj je vsota odklonov posameznih vrednosti spremenljivke od povprečja navzgor enaka vsoti odklonov navzdol (Adamič, 1989).

$$\bar{X} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n X_i \quad \dots(18)$$

### 3.4.2 Varianca ( $\sigma^2$ ) in standardni odklon ( $\sigma$ )

Srednje vrednosti podajajo le informacijo o sredini podatkov, ne povedo pa nič o tem, koliko so posamezne vrednosti oddaljene od srednje vrednosti. Velikosti odklonov posameznih vrednosti od srednje vrednosti imenujemo mere variabilnosti ali razpršenosti podatkov (Jesenko, 2001).

Varianca je osnovna mera, s katero merimo variabilnost podatkov. Varianca je povprečni kvadratni odklon vrednosti od aritmetične sredine (Jesenko, 2001).

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \quad \dots(19)$$

Pozitivni kvadratni koren iz variance imenujemo standardna deviacija ali standardni odklon ( $\sigma$ ) (Drobnič Vidic, 2013). Le ta ima prednost pred varianco v tem, da je izražen v istih merskih enotah kot so izraženi podatki, zato ga zelo pogosto uporabljamo za mero variabilnosti (Jesenko, 2001).

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad \dots(20)$$

### 3.4.3 Parametrični in neparametrični testi

Pri parametričnih testih je populacija, iz katere izbiramo vzorce, normalno porazdeljena (Jesenko, 2001). Hipoteza, kjer je tip porazdelitvene funkcije znan, neznan pa je en ali več parametrov v njej, se imenuje parametrična (Drobnič Vidic, 2013). Pomanjkljivost parametričnih testov je v tem, da je predpostavka o normalni porazdelitvi lahko slabo utemeljena, kar pa privede do napake pri ocenjevanju parametrov populacije. Vendar pa so ti testi primernejši pri odkrivanju statističnih značilnosti (Adamič, 1989).

Testi, pri katerih je tip porazdelitve populacije neznan, se imenujejo neparametrični testi (Adamič, 1989; Drobnič Vidic, 2013). Uporabljamo jih lahko pri veliko bolj splošnih pogojih kot parametrične teste, zato jih je tudi lažje razumeti in razložiti. Uporaba teh testov sicer narašča, vendar pa je njihova glavna pomanjkljivost v tem, da ne dajo dovolj informacij o statističnih značilnostih in so zato manj učinkoviti od običajnih testov (Jesenko, 2001).

#### 3.4.3.1 Analiza variance ali ANOVA

Analiza variance je parametrična metoda, ki jo je utemeljil Ronald Aylmer Fisher (Turk, 2012). Lahko jo uporabljamo samo pri normalnih populacijah, paziti pa moramo tudi na dejstvo, da se variance vzorcev ne smejo značilno razlikovati. Homogenost oziroma enakost varianc moramo predhodno preveriti z Levenovim testom, kjer nam stopnja značilnosti pove katera domneva je prava – ničelna ali osnovna. Če je stopnja značilnosti večja od 0,05 potem lahko potrdimo ničelno hipotezo. To pomeni, da se variance med seboj značilno ne razlikujejo in jih med seboj lahko primerjamo z analizo variance (Adamič, 1989).

Osnovna ideja analize variance je v tem, da celotno varianco vseh enot iz vseh vzorcev razstavimo na komponente, iz katerih je sestavljena (na varianco enot v vsaki posamezni skupini ali vzorcu in na varianco med temi skupinami). Ničelna hipoteza trdi, da vsi vzorci izhajajo iz populacije z enakimi povprečji in da varianca med skupinami ni večja od variance znotraj teh skupin. Osnovna domneva pa pravi, da vzorci izhajajo iz različnih populacij in da med njimi obstajajo značilne razlike. Kadar je stopnja značilnosti manjša od 0,05 pomeni, da vzorci pripadajo različnim populacijam in ničelno hipotezo, ki pravi, da razlike ne obstajajo, lahko zavržemo. Sledi Duncanov test, ki je zaključni test, namenjen analizi večjega števila vzorcev. Razlikovanje vzorcev temelji na številu neodvisnih primerjav med aritmetičnimi sredinami. Z njegovo pomočjo lahko razdelimo posamezne

vzorci v več podskupin, v katerih se vzorci statistično ne razlikujejo, glede na opazovano statistično spremenljivko (Adamič, 1989).

#### 3.4.3.2 Kruskal-Wallisov test

Je neparametrični test, ki ga imenujemo tudi H test. Uporabljamo ga za ugotavljanje, ali določeno število vzorcev pripada identičnim populacijam. Lahko bi rekli, da je neparametrična alternativa analize variance (Jesenko, 2001). Za razliko od testa ANOVA ga lahko uporabljamo tudi kadar podatki ne izvirajo iz normalno porazdeljene populacije ali kadar variance niso homogene (Adamič, 1989). Podatke uredimo v skupno ranžirno vrsto od najmanjše do največje vrednosti. Tako urejene podatke rangiramo, range pa med seboj seštejemo in vnesemo v enačbo (19) (Jesenko, 2001). Pri tem testu, tako kot pri analizi variance, ne moremo trditi, katere skupine se med seboj razlikujejo in katere ne. Test nam pokaže le značilne razlike med vsemi skupinami (Adamič, 1989).

$$H = \frac{12}{n(n+1)} * \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1) \quad \dots(21)$$

$n$  – celotno število vseh enot

$n_i$  - število enot v posameznem vzorcu

$R_i$  - vsota rangov v posameznem vzorcu

#### 3.4.3.3 Pearsonov koeficient korelacije ( $r$ )

Pearsonov korelacijski koeficient je neparametrični test, ki ga lahko uporabimo, kadar imamo dve intervalni spremenljivki, zveza med njima pa je linearna. Koeficient korelacije po Pearsonu je merilo za stopnjo povezanost med dvema spremenljivkama in pove, kako velika je korelacija. Pearsonov koeficient ima vrednosti na intervalu med -1 in +1, kar pomeni maksimalno negativno ali maksimalno pozitivno korelacijo (Kožuh, 2013). Vrednost 0 pa pomeni, da med obema spremenljivkama ni nobene povezave (Adamič, 1989). Jakost povezave med spremenljivkami lahko interpretiramo glede na številčno velikost koeficienta. Mejne vrednosti za presojanje jakosti povezave med spremenljivkami so navedene v preglednici 2 (Kožuh, 2013). Velikost koeficienta korelacije pa nam ne pove ničesar o tem, ali je povezava značilna ali ne (Adamič, 1989).

$$r_{xy} = \frac{c_{xy}}{\sigma_x * \sigma_y} \quad \dots(22)$$

$r_{xy}$  – Pearsonov koeficient korelacije

$c_{xy}$  – kovarianca

$\sigma_x, \sigma_y$  – standardna odklona za spremenljivki x in y

Preglednica 2: Mejne vrednosti za presojanje jakosti povezave med spremenljivkami (Kožuh, 2013)

Korelacijski koeficient (r)	Povezanost
pod 0,20	zanemarljiva povezanost
med 0,20 in 0,40	šibka povezanost
med 0,40 in 0,70	srednje močna povezanost
med 0,70 in 0,85	močna povezanost
nad 0,85	zelo močna povezanost

### 3.4.4 Multivariatna analiza

Zaradi velikega števila določenih parametrov in vzorcev ter lažje obravnave rezultatov, smo za obdelavo rezultatov uporabili dve metodi multivariatne analize, in sicer analizo glavnih komponent in diskriminantno analizo.

#### 3.4.4.1 Analiza glavnih komponent (PCA)

Faktorska analiza je metoda za redukcijo podatkov, ki se uporablja na mnogih področjih znanosti (Marques de Sa in sod., 2014). Uporablja se za raziskovanje strukture kovariance med nizom opazovanih naključnih spremenljivk (Hirose in Yamamoto, 2014).

Analiza glavnih komponent (PCA) je raziskovalno, multivariantna statistična tehnika, ki se uporablja pri preiskovanju variabilnosti podatkov. Najpogosteje se uporablja pri raziskovanju podatkov, kjer so podatkovni nizi veliki in jih je težko interpretirati, ter kjer je kompleks medsebojnih razmerij med spremenljivkami težko opredeliti in vizualizirati. Na preprost način lahko rečemo, da je osnovna ideja PCA tehnike zmanjšati število dimenzij prvotnih multivariabilnih podatkov, pri čemer so nove spremenljivke izračunane iz linearnih kombinacij prvotnih spremenljivk (Bucinski in sod., 2007; Reid in Spencer, 2009).

#### 3.4.4.2 Diskriminantna analiza

Diskriminantno analizo uporabimo takrat, ko želimo ugotoviti, po katerih spremenljivkah se populacije (skupine) najbolj razlikujejo med seboj. Na podlagi rezultatov diskriminantne analize lahko izvedemo klasifikacijo (uvrščanje enot) v populacije. Klasificiramo neznane enote (vzorci), za katere ne vemo v katero populacijo sodijo, imamo pa vrednosti istih osnovnih spremenljivk kot za enote, ki so bile vključene v analizo. Na ta način se ugotavlja podobnost lastnosti neznanega vzorca z drugimi znanimi lastnostmi vzorca (Kastelec in Košmelj, 2008).

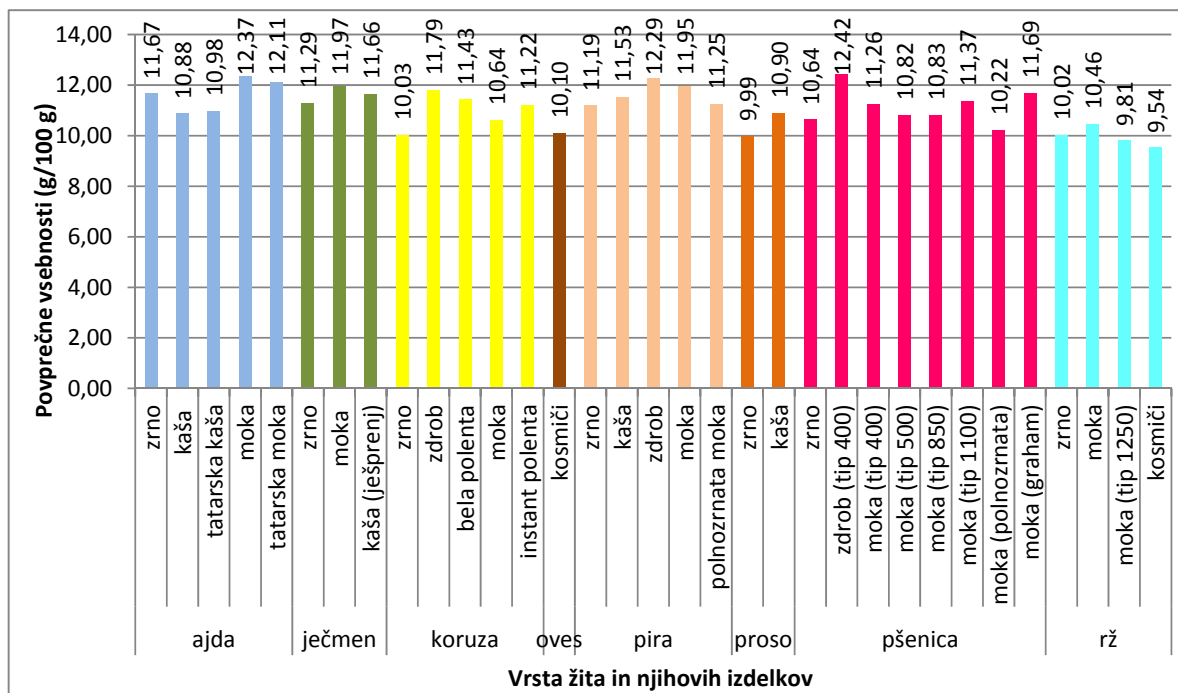
Diskriminacija je iskanje linearnih kombinacij, ki najboljše pojasnijo razliko med skupinami (populacijami). Linearna diskriminantna analiza (LDA) išče linearno transformacijo, ki maksimizira razred ločljivosti v zmanjšanem dimenzionalnem prostoru. Linearnim kombinacijam rečemo diskriminantne spremenljivke ali funkcije. Pomembnost posameznih spremenljivk pri razlikovanju skupin ugotavljamo na podlagi velikosti uteži diskriminantnih spremenljivk. Želimo si, da je pomembnih diskriminantnih spremenljivk čim manj, da lahko razlike med skupinami razložimo z eno ali največ tremi diskriminantnimi spremenljivkami. LDA ni mogoče neposredno uporabiti za majhne velikosti vzorca (Kastelec in Košmelj, 2008; Yang in Wu, 2014).

## 4 REZULTATI Z RAZPRAVO

V tem poglavju so predstavljeni rezultati kemijskih analiz določanja vsebnosti vode, maščob, beljakovin, pepela, prehranske vlaknine, maščobno kislinske sestave in vsebnosti elementov. S pomočjo teh podatkov smo izračunali vsebnost suhe snovi, ogljikovih hidratov, energijsko vrednost in energijske deleže. V tem poglavju so poleg rezultatov kemijskih analiz predstavljeni rezultati statistične obdelave in primerjava naših rezultatov s podatki iz tujih prehranskih baz.

### 4.1 REZULTATI VSEBNOSTI VODE V ŽITIH

Vsebnost vode in ostale analizirane parametre (razen vsebnost prehranske vlaknine, elementov in maščobnih kislin) smo določili v vseh vzorcih žit. Zaradi lažje obravnave rezultatov smo vzorce razdelili v več skupin, glede na vrsto žita. Na sliki 1 je predstavljena povprečna vsebnost vode za 8 vrst žit in njihove izdelke.



Slika 1: Povprečna vsebnost vode (g/100 g) v različnih tipih (izdelkih) posamezne vrste žita

Med posameznimi vrstami žit ni bistvenih razlik v povprečni vsebnosti vode, saj se le te gibljejo od 9,88 g/100 g do 11,76 g/100 g. Najmanjšo povprečno vsebnost vode smo določili v rži, in sicer je znašala 9,88 g/100 g. Največjo vsebnost vode pa smo določili v ajdi, kjer je povprečna vsebnost vode znašala 11,76 g/100 g. Povprečne vsebnosti

preostalih vrst žit so razvidne iz preglednice 3, povprečne vsebnosti vode v posameznih izdelkih (tipi) žit pa so vidne na sliki 1. Med izdelki je bila najmanjša povprečna vsebnost vode določena v rženih kosmičih, največja pa je bila v pšeničnem zdrobu tipa 400.

S testom ANOVA smo ugotavljali, če se vrste žit in njihovi izdelki statistično značilno razlikujejo v vsebnosti vode. Z Levenovim testom smo preverili, ali so variance homogeno razporejene. Z Duncanovim testom smo ugotovili, da je vsebnost vode v rži in njenih izdelkih statistično značilno drugačna, manjša kot vsebnost vode v ajdi, ječmenu, koruzi, pšenici in piri. Vsebnost vode v ajdi in ječmenu ter njunih izdelkih je značilno večja od vsebnosti v ovsu, prosu in rži. Povprečne vsebnosti vode v žitih, ki se statistično razlikujejo ( $p \leq 0,05$ ) so v preglednici 3 označene z drugo črko v nadpisu.

Preglednica 3: Osnovni statistični parametri za vsebnost vode (g/100 g) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih

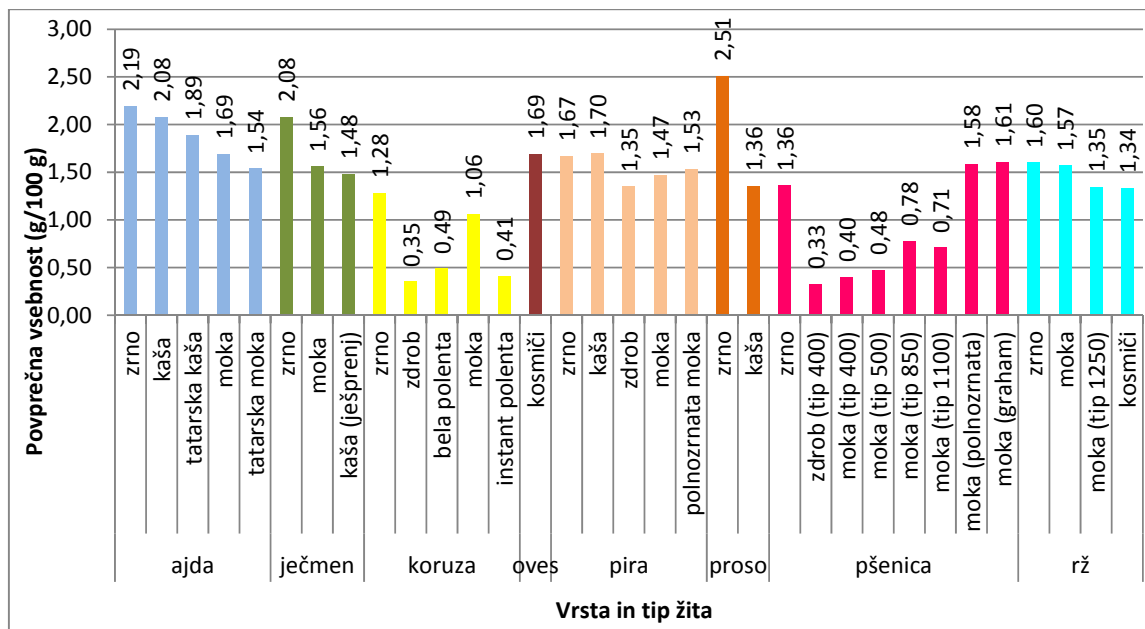
Vrsta žita	Vsebnost vode (g/100 g)				
	n	$\bar{X}$	min	max	$\sigma$
Ajda	11	11,76 <sup>d</sup>	9,94	14,44	1,40
Ječmen	7	11,73 <sup>d</sup>	11,01	12,53	0,50
Koruza	9	11,11 <sup>b,c,d</sup>	10,03	13,35	1,04
Oves	3	10,10 <sup>a,b</sup>	9,07	11,71	1,41
Pira	7	11,57 <sup>c,d</sup>	10,57	12,49	0,69
Proso	4	10,44 <sup>a,b,c</sup>	9,83	10,90	0,54
Pšenica	24	11,14 <sup>b,c,d</sup>	9,93	13,84	0,88
Rž	7	9,88 <sup>a</sup>	8,51	11,11	0,82

N – število vzorcev,  $\bar{X}$  – povprečna vrednost, min – minimalna vrednost, max – maksimalna vrednost,  $\sigma$  – standardni odklon (deviacija), <sup>a,b,c,d</sup> – vrednosti z drugo črko v nadpisu se statistično značilno razlikujejo ( $p \leq 0,05$ )



#### 4.2 REZULTATI VSEBNOSTI PEPELA V ŽITIH

Znotraj posamezne vrste žita imamo različne tipe (zrno, moka, kaša, kosmiči, zdrob), katerih povprečna vsebnost pepela je predstavljena na sliki 2.



Slika 2: Povprečna vsebnost pepela (g/100 g) v različnih izdelkih posamezne vrste žita

V posameznih vrstah žit so se povprečne vsebnosti pepela gibale med 0,69 g/100 g v pšenici in 1,93 g/100 g v prosu, kar je razvidno iz preglednice 4. V prosenem zrnu je bila določena največja povprečna vsebnost pepela, ki je bila skoraj enkrat večja kot v proseni kaši, kar je razvidno iz slike 2. Visoko vrednost pepela je imela tudi ajda, kjer so bile najvišje vrednosti izmerjene v vzorcih ajdovega zrna in kaše, nekoliko nižje pa vzorcih ajdove moke. Najnižji vrednosti pepela sta bili določeni v pšeničnem in koruznem zdrodu. Tudi ostali izdelki iz koruze in pšenice so imeli majhne vsebnosti pepela, le v pšenični polnozrnati in graham moki so bile vrednosti nekoliko višje. Ječmen, pira, rž in oves so imeli podobne povprečne vsebnosti pepela. Glede na znane podatke drugih avtorjev lahko povzamemo, da smo v piri, prosu in koruzi določili nižje vrednosti pepela.

Neparametrični Kruskal-Wallisov test je pokazal, da se vsebnosti pepela med vzorci žit in njihovimi izdelki statistično značilno razlikujejo. Pri analizi je bila statistična značilnost ( $p$ ) manjša od 0,05, zato smo lahko zavrnilo ničelno hipotezo, ki pravi, da se analizirane vrste žit med seboj ne razlikujejo.

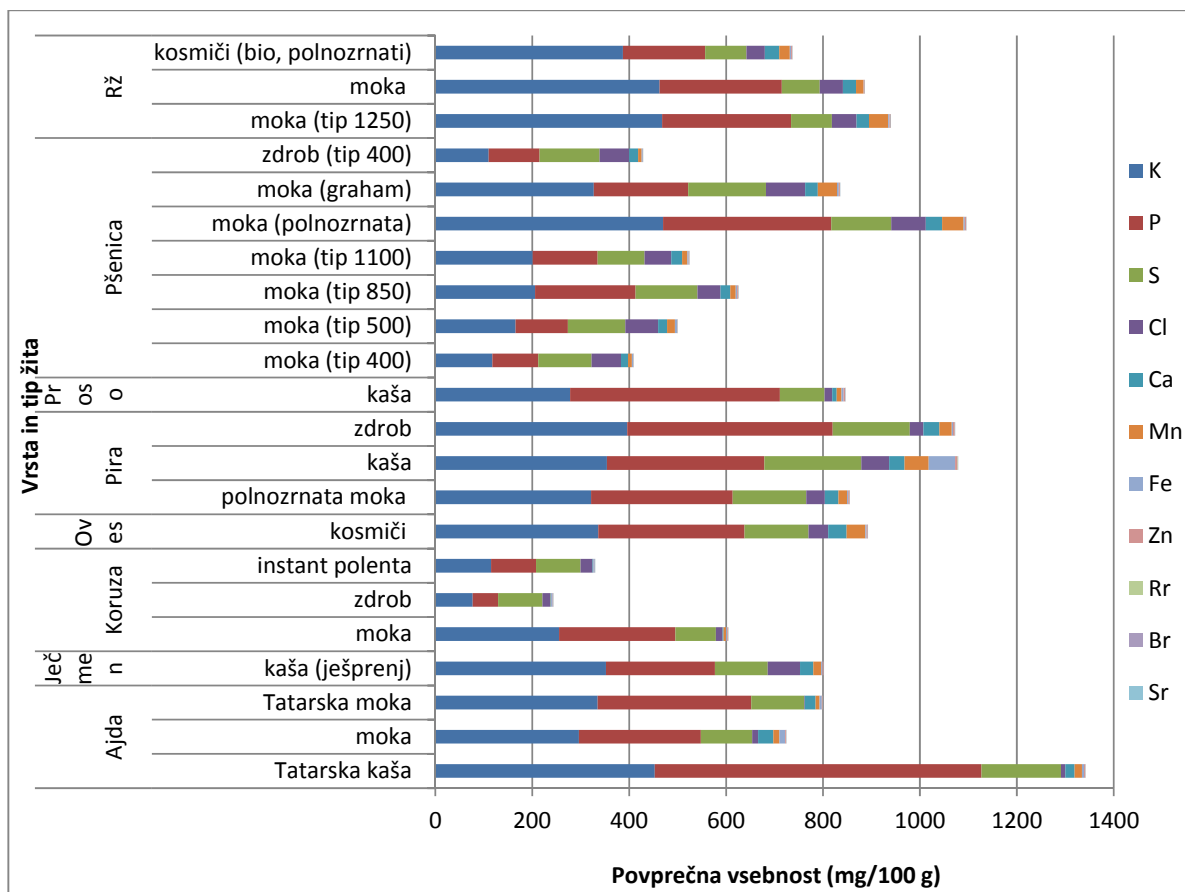
Preglednica 4: Osnovni statistični parametri za vsebnost pepela (g/100 g) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih

Vrsta žita	Vsebnost pepela (g/100 g)				
	n	$\bar{X}$	min	max	$\sigma$
Ajda	11	1,90	1,17	2,60	1,40
Ječmen	7	1,66	1,15	2,14	0,34
Koruza	9	0,71	0,25	1,34	0,46
Oves	3	1,69	1,66	1,72	0,03
Pira	7	1,56	1,35	1,84	0,16
Proso	4	1,93	1,35	2,67	0,68
Pšenica	24	0,69	0,30	1,72	0,47
Rž	7	1,45	1,17	1,62	0,17

N – število vzorcev,  $\bar{X}$  – povprečna vrednost, min – minimalna vrednost, max – maksimalna vrednost,  $\sigma$  – standardni odklon (deviacija)

#### 4.3 REZULTATI VSEBNOSTI ELEMENTOV V ŽITIH

Vsebnost elementov v žitih smo določili v 28 vzorcih žit. Elementi, ki smo jih določali, so Rb (rubidij), P (fosfor), S (žveplo), Cl (klor), K (kalij), Ca (kalcij), Mn (mangan), Fe (železo), Zn (cink), Br (brom) in Sr (stroncij). Povprečne vsebnosti analiziranih elementov v posamezni vrsti žita so zelo različne. Vrednosti pa so predstavljene kot povprečje določene količine v žitih in njihovih izdelkih.



Slika 3: Povprečna vsebnost elementov (mg/100 g) v posameznih vrstah žit in njihovih izdelkih

Na sliki 3 so predstavljene povprečne vsebnosti določenih elementov, v posameznih vrstah žit in njihovih izdelkih. Iz slike se lepo vidi, da so v ajdovi tatarski kaši določene največje vsebnosti elementov, le teh pa smo najmanj določili v koruznem zdrobu. Velike vsebnosti elementov smo določili še v pšenični polnozrnat moki ter pirini kaši in zdrobu.

Vsebnosti železa, cinka, rubidija, broma in stroncija so na sliki 3 slabše vidne, saj so njihove količine zelo majhne. Vsebnosti železa se gibljejo med 0,31 mg/100 g v rženi moki do 55 mg/100 g v pirini kaši, kjer smo določili tudi največje vsebnosti cinka (4,90 mg/100

g) in rubidija (1,18 mg/100 g). Najmanj cinka je bilo v pšeničnem zdrobu tip 400 (0,36 mg/100 g), rubidija pa je bilo najmanj v proseni kaši (0,06 mg/100 g). Vrednosti za brom so se gibale med 0,03 mg/100 g (ajdova tatarska moka) in 0,79 mg/100 g (prosenka kaša). Vsebnost stroncija je bila najmanjša v rženi moki (0,02 mg/100 g), največja pa v ovsenih kosmičih (0,18 mg/100 g).

Vsebnost kalija je bila največja v pšenični polnozrnati moki (470 mg/100 g), medtem ko je bila vsebnost v ostalih pšeničnih izdelkih več kot za polovico nižja (110-206 mg/100 g). Najmanj kalija smo določili v koruznem zdrobu, kjer je bila najmanjša tudi količina fosforja in mangana. V tatarski ajdi je bila vsebnost fosforja največja (674 mg/100 g) in kar za 200 mg/100 g večja od vseh ostalih žit in njihovih izdelkov. Žveplo je bilo najslabše zastopano v rženih izdelkih (78-85 mg/100 g), največ pa ga je bilo v izdelkih iz pire (152-200 mg/100 g) ter pšenični graham moki (160 mg/100 g). V izdelkih iz ajde smo določili najmanj klora (1,65-11,85 mg/100 g), ki pa ga je bilo največ v pšenični graham (81 mg/100 g) in polnozrnati moki. Najmanjše vsebnosti kalcija in mangana smo določili v vseh koruznih izdelkih. Kalcija je bilo največ v ovsenih kosmičih, mangana pa v pirini kaši.

Podatke za povprečne vsebnosti analiziranih elementov, za 8 vrst žit, lahko vidimo v preglednici 5. Povprečne vsebnosti rubidija, broma in stroncija so bile zelo nizke, saj so v vseh žitih nižje od 1 mg/100 g. Prav tako so nizke vsebnosti cinka (1,04 v koruzi in 3,63 mg/100 g v piri) in železa (1,88 v rži in 15,6 mg/100 g v piri). Pri vsebnosti železa v piri, se med posameznimi analiziranimi vzorci pojavijo zelo velike razlike, saj je najmanjša določena vrednost železa kar za 33 krat manjša od maksimalne določene vrednosti. Povprečne vsebnosti mangana v žitih se gibljejo od 3,08 (koruza) do 38,3 mg/100 g (oves), kalcija od 1,72 (koruzi) do 38,1 mg/100 g (oves) in klora od 8,57 (ajda) do 66,5 mg/100 g (ječmen). V žitih so bile določene največje količine fosforja, žvepla in kalija. Povprečna vsebnost fosforja je bila najvišja v prosu (433 mg/100 g), najnižja pa v pšenici (149 mg/100 g). Med posameznimi vzorci ajde in koruze prihaja do velike variabilnosti. Pri ajdi je razlika med najmanjšo in največjo določeno vrednostjo fosforja kar šestkratna. Največja povprečna količina kalija je v rži (439,33 mg/100 g), najmanjša pa v koruzi (175,75 mg/100 g). Količine fosforja in kalija so zelo podobne v ajdi, ovsu, piri, koruzi in pšenici. Vsebnosti žvepla se med posameznimi vrstami žit niso zelo razlikovale; najmanjša je bila vsebnost v rži (83 mg/100 g), največja pa v piri (166 mg/100 g).

S testom ANOVA smo ugotavljali, če se vrste žit statistično značilno razlikujejo v vsebnosti različnih elementov. Najprej smo z Levenovim testom preverili homogenost varianc. Ugotovili smo, da se analizirane skupine žit statistično značilno razlikujejo v vsebnosti mineralov fosforja, žvepla, klora, kalija, kalcija, cinka in stroncija. Iz analize so

bile nekatere vrste žit izvzete, ker je bil analiziran le 1 vzorec. Te vrste žit so ječmen, oves in proso.

Ugotovili smo, da je vsebnost fosforja v pšenici in koruzi statistično značilno manjša od ostalih vrst žit. Povprečne vsebnosti fosforja in drugih elementov v žitih, ki se statistično značilno razlikujejo, so v preglednici 5 nadpisane z drugo črko. Vsebnost žvepla je statistično značilno večja v piri, ter statistično značilno manjša v koruzi in rži. Za ostale elemente lahko povzamemo, da je vsebnost klora statistično značilno večja v pšenici, vsebnost kalija in kalcija je statistično značilno manjša v koruzi, vsebnost kalcija pa statistično značilno večja v piri ter vsebnost cinka statistično značilno večja v piri v primerjavi z drugimi skupinami žit. Povprečna vsebnost stroncija je statistično značilno manjša v koruzi, ajdi in rži v primerjavi s pšenico in piro, kjer je vsebnost statistično značilno večja.

Kruskal-Wallisov test, v katerega smo vključili podatke za vse analizirane vzorce, je pokazal, da se vzorci žit statistično značilno razlikujejo v vsebnosti rubidija, žvepla, klora, kalcija, cinka in stroncija.

Preglednica 5: Osnovni statistični parametri za vsebnosti analiziranih elementov (mg/100 g) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih

Element	Statistični parameter	Vrsta žita							
		Ajda	Koruza	Pira	Pšenica	Rž	Ječmen	Oves	Proso
Rubidij	n	4	4	4	10	3	1	1	1
	$\bar{X}$	0,35	0,11	0,45	0,14	0,16	0,12	0,36	0,07
	min	0,20	0,06	0,18	0,08	0,12	-	-	-
	max	0,54	0,16	1,18	0,22	0,23	-	-	-
	$\sigma$	0,14	0,39	0,49	0,05	0,06	-	-	-
Fosfor	n	4	4	4	10	3	1	1	1
	$\bar{X}$	373,5 <sup>b</sup>	156,3 <sup>a</sup>	333,3 <sup>a,b</sup>	148,9 <sup>a</sup>	229,3 <sup>a,b</sup>	225,0	302,0	433,0
	min	121,0	52,6	271,0	77,8	170,0	-	-	-
	max	674,0	344,0	424,0	347,0	266,0	-	-	-
	$\sigma$	229,0	129,7	64,8	81,6	51,9	-	-	-
Žveplo	n	4	4	4	10	3	1	1	1
	$\bar{X}$	121,3 <sup>b</sup>	87,7 <sup>a</sup>	165,8 <sup>c</sup>	120,0 <sup>b</sup>	82,6 <sup>a</sup>	109,0	132,0	92,1
	min	88,0	69,3	143,0	96,7	78,4	-	-	-
	max	164,0	97,9	200,0	160,0	85,2	-	-	-
	$\sigma$	32,1	12,6	24,2	17,3	3,67	-	-	-
Klor	n	4	4	4	10	3	1	1	1
	$\bar{X}$	8,57 <sup>a</sup>	16,9 <sup>a</sup>	40,6 <sup>b</sup>	63,3 <sup>c</sup>	45,4 <sup>b</sup>	66,5	40,6	15,8
	min	1,65	7,30	27,9	47,8	37,7	-	-	-
	max	12,1	24,9	57,5	81,2	50,8	-	-	-
	$\sigma$	4,82	7,44	13,5	9,22	6,85	-	-	-
Kalij	n	4	4	4	10	3	1	1	1
	$\bar{X}$	345,3 <sup>b,c</sup>	175,8 <sup>a</sup>	348,3 <sup>b,c</sup>	199,8 <sup>a,b</sup>	439,3 <sup>c</sup>	352,0	336,0	278,0
	min	192,0	77,0	320,0	104,0	387,0	-	-	-
	max	453,0	352,0	396,0	470,0	468,0	-	-	-
	$\sigma$	113,0	122,2	35,4	115,6	45,4	-	-	-
Kalcij	n	4	4	4	10	3	1	1	1
	$\bar{X}$	26,0 <sup>b,c</sup>	1,72 <sup>a</sup>	30,2 <sup>c</sup>	20,1 <sup>b</sup>	27,6 <sup>b,c</sup>	27,5	38,1	9,2
	min	19,2	1,16	25,6	13,5	25,8	-	-	-
	max	32,8	3,01	33,3	33,9	30,0	-	-	-
	$\sigma$	6,48	0,87	3,34	6,10	2,16	-	-	-

Se nadaljuje...

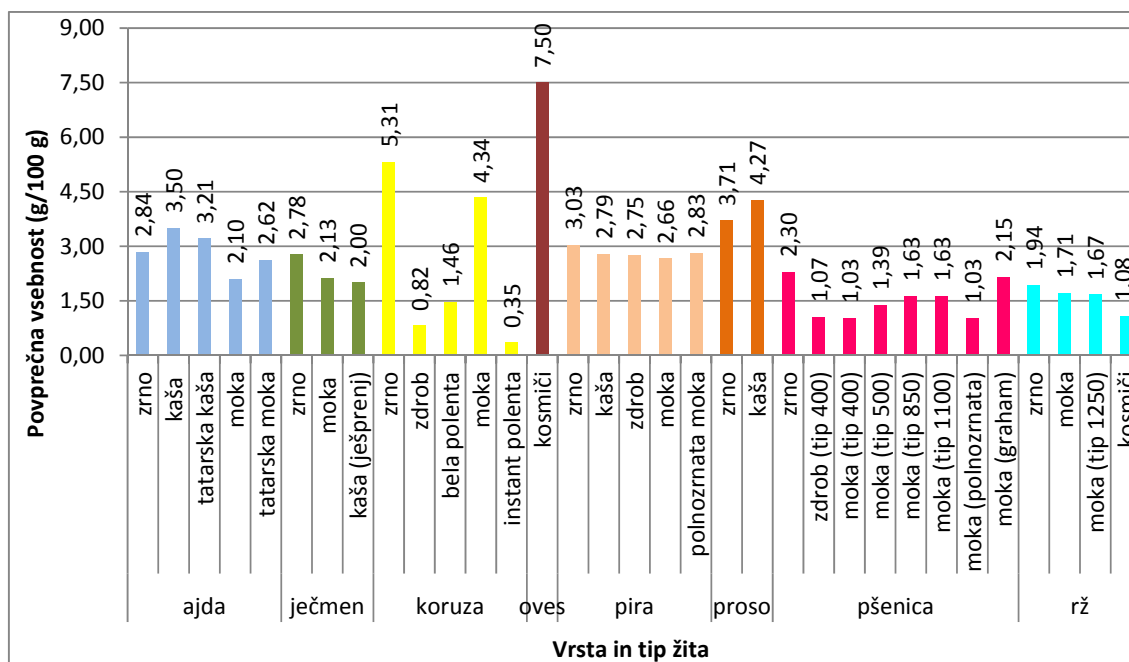
Preglednica 5 nadaljevanje: Osnovni statistični parametri za vsebnosti analiziranih elementov (mg/100 g) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih

Element	Statistični parameter	Vrsta žita								
		Ajda	Koruza	Pira	Pšenica	Rž	Ječmen	Oves	Proso	
Povprečna vsebnost elementov (mg/100 g)	Mangan	n	4	4	4	10	3	1	1	1
		$\bar{X}$	12,33	3,08	27,6	17,0	25,6	16,2	38,3	9,91
	Mangan	min	7,72	0,53	2,22	2,68	15,6	-	-	-
		max	17,9	6,02	49,7	44,0	39,6	-	-	-
		$\sigma$	5,05	2,84	19,7	13,7	12,5	-	-	-
		n	4	4	4	10	3	1	1	1
	Železo	$\bar{X}$	8,11	2,59	15,6	3,06	1,88	2,81	2,76	4,42
		min	2,36	2,17	1,64	0,48	0,31	-	-	-
		max	21,1	3,45	54,5	4,82	2,91	-	-	-
		$\sigma$	8,72	0,60	26,0	1,25	1,38	-	-	-
	Cink	n	4	4	4	10	3	1	1	1
		$\bar{X}$	2,08 <sup>a</sup>	1,04 <sup>a</sup>	3,63 <sup>b</sup>	1,19 <sup>a</sup>	2,20 <sup>a</sup>	2,35	2,43	2,90
		min	0,56	0,42	2,68	0,36	1,89	-	-	-
		max	3,31	2,01	4,90	2,54	2,50	-	-	-
	Cink	$\sigma$	1,14	0,68	0,98	0,76	0,31	-	-	-
		n	4	4	4	10	3	1	1	1
		$\bar{X}$	0,06	0,22	0,19	0,08	0,15	0,22	0,15	0,79
		min	0,03	0,05	0,06	0,04	0,09	-	-	-
	Brom	max	0,08	0,67	0,40	0,17	0,24	-	-	-
		$\sigma$	0,02	0,30	0,15	0,04	0,08	-	-	-
n		4	4	4	10	3	1	1	1	
$\bar{X}$		0,04 <sup>a</sup>	0,033 <sup>a</sup>	0,08 <sup>b</sup>	0,08 <sup>b</sup>	0,05 <sup>a</sup>	0,16	0,18	0,03	
Stroncij	min	0,03	0,03	0,07	0,04	0,02	-	-	-	
	max	0,04	0,04	0,09	0,12	0,08	-	-	-	
	$\sigma$	0,01	0,004	0,01	0,02	0,03	-	-	-	

N – število vzorcev,  $\bar{X}$  – povprečna vrednost, min – minimalna vrednost, max – maksimalna vrednost,  $\sigma$  – standardni odklon (deviacija), <sup>a,b,c,d</sup> – vrednosti z drugo črko v nadpisu se statistično značilno razlikujejo ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.4 REZULTATI VSEBNOSTI MAŠČOBE V ŽITIH

Vsebnost skupne maščobe smo določili v vseh 72 vzorcih žit. Zaradi boljše preglednosti smo vzorce žit razdelili v posamezne skupine (vrsta žita) in podskupine (izdelki iz žit) in rezultate predstavili na sliki 4.



Slika 4: Povprečne vsebnosti maščobe (g/100 g) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih

Povprečne vsebnosti maščobe v žitih so se gibale med 1,28 in 7,50 g/100 g. Najmanjšo povprečno vsebnost maščobe je imela pšenica, kjer so bile najnižje vrednosti določene v moki tipa 400 in polnozrnati moki ter zdrobu. Presenetljivo je, da sta vsebnosti v moki tipa 400 in polnozrnati moki enaki, saj bi glede na proces meljave, pričakovali višje vrednosti v polnozrnati moki, kjer se kalček tekom predelave ne odstrani. Dobljene vsebnosti maščob so manjše, kot v svojem članku navaja Grundas (2003), ki pravi, da naj bi bilo maščob v pšenici med 2 in 2,5 %. Daleč največjo povprečno vsebnost maščob smo določili v ovsenih kosmičih. Velika vsebnost je bila tudi v prosu, kjer smo v proseni kaši določili višjo vsebnost maščobe, kakor v prosenem zrnu. Največja nihanja pri vsebnosti maščobe znotraj posamezne vrste žita, smo zasledili pri koruzi. Največji vsebnosti maščobe sta bili določeni pri koruznem zrnu (5,31 g/100 g) in moki (4,34 g/100 g), najmanjša vsebnost maščobe pa je bila določena pri instant polenti, katere vsebnost je bila kar 15 krat manjša od vsebnosti v koruznem zrnu. Sklepamo lahko, da postopek predelave koruze zelo vpliva na vsebnost maščobe.



Povprečne vsebnosti maščobe v posameznih vrstah žit so razvidne iz preglednice 6. Največja povprečna vsebnost maščobe je bila določena v ovsu in najmanjša v pšenici. Nekoliko višja je še vsebnost maščob v prosu, v ječmenu, koruzi, piri in ajdi pa med povprečnimi vsebnostmi maščobe ni bistvenih razlik. Nekoliko manjšo povprečno vsebnost maščobe ima tudi rž (1,58 g/100 g), kjer je bila najmanjša vsebnost določena v kosmičih, med vsebnostjo v zrnu in moki pa ni bilo velikih razlik. Iz preglednice 5 je prav tako razvidno, da se najvišja variabilnost pojavi med vzorci koruze.

Zaradi nehomogenosti varianc znotraj obravnavanih skupin vzorcev in med njimi, rezultatov analize variance nismo upoštevali. Razlike med vzorci smo potrdili z neparametričnim Kruskal-Wallisovim testom, ki je pokazal, da se posamezne vrste žit med seboj statistično značilno razlikujejo v vsebnosti maščobe.

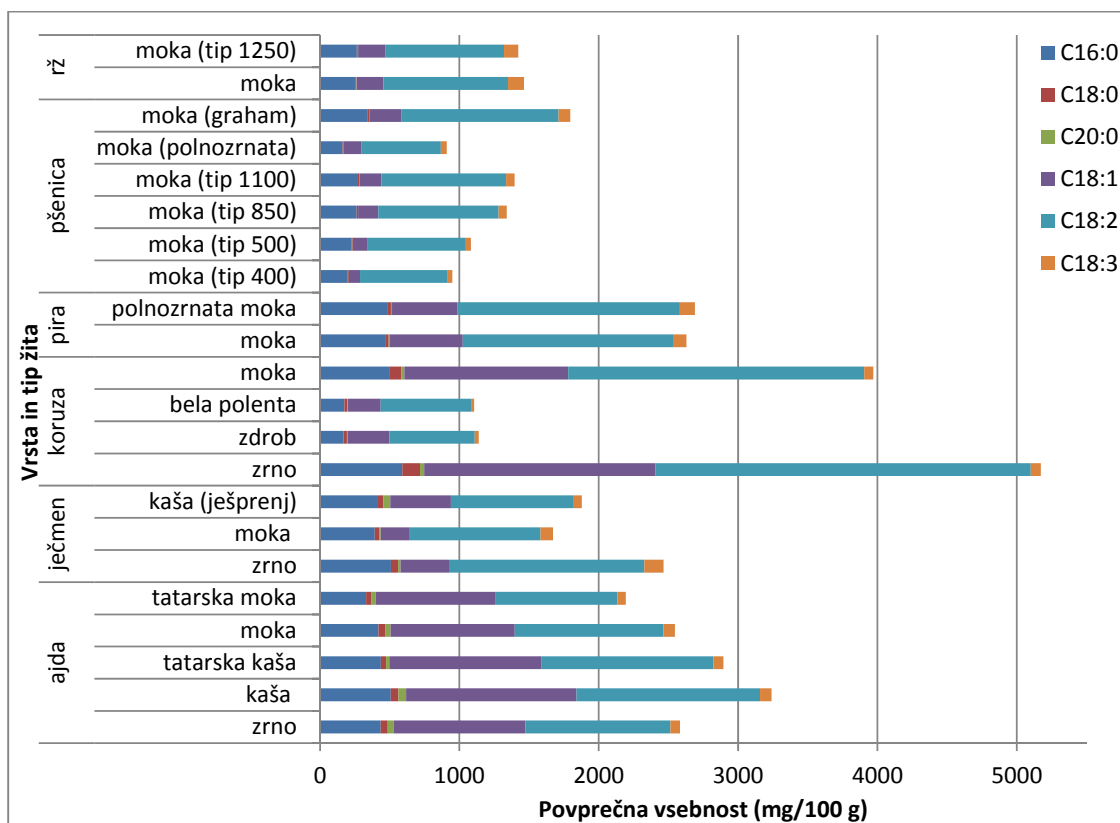
Preglednica 6: Osnovni statistični parametri za vsebnost maščobe (g/100 g) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih

Vrsta žita	Vsebnost maščobe (g/100 g)				
	n	$\bar{X}$	min	max	$\sigma$
Ajda	11	2,70	0,29	3,67	0,92
Ječmen	7	2,30	1,67	3,02	0,43
Koruzza	9	2,51	0,35	5,89	2,24
Oves	3	7,50	7,16	7,85	0,35
Pira	7	2,81	2,49	3,09	0,22
Proso	4	3,99	3,37	4,43	0,45
Pšenica	24	1,28	0,31	2,30	0,52
Rž	7	1,58	0,34	1,97	0,56

N – število vzorcev,  $\bar{X}$  – povprečna vrednost, min – minimalna vrednost, max – maksimalna vrednost,  $\sigma$  – standardni odklon (deviacija)

#### 4.5 REZULTATI VSEBNOSTI MAŠČOBNIH KISLIN V ŽITIH

Za analizo vsebnosti maščobnih kislin v žitih smo vzeli 49 vzorcev žit. V analizo nista bili zajeti dve skupini žit, in sicer oves in proso. Analizirali smo vsebnost palmitinske (C16:0), stearinske (C18:0), arahidinske (C20:0), oleinske (C18:1), linolne (C18:2) in  $\alpha$ -linolenske (C18:3) kisline. Na sliki 5 so prikazane povprečne vrednosti analiziranih maščobnih kislin v posameznih vrstah žit in njihovih izdelkih. Povprečne vsebnosti skupnih maščob niso primerljive s seštevkom vsebnosti maščobnih kislin, saj le teh nismo analizirali v vseh vzorcih.



Slika 5: Povprečna vsebnost nekaterih maščobnih kislin (mg/100 g) v posameznih vrstah žit in njihovih izdelkih

Največje količine nekaterih maščobnih kislin smo določili v koruznem zrnu in moki, najmanjše pa so bile v pšenični polnozrnati moki, kjer je bila tudi količina skupnih maščob majhna.

Kot je razvidno iz slike 5, je v analiziranih žitih najbolj zastopana linolna (od 568 mg/100 g v pšenični polnozrnati moki do 2693 mg/100 g v koruznem zrnu), sledita ji oleinska in palmitinska maščobna kislina. Iz rezultatov smo ugotovili, da najmanj oleinske kisline

vsebujejo izdelki iz pšenice, največja pa je bila vsebnost v koruznem zrnju (1661 mg/100 g) in ajdovih izdelkih. Vsebnosti palmitinske kisline so se gibale med 163 mg/100 g v pšenični polnozrnati moki in 591 mg/100 g v koruznem zrnju.

Med vsemi analiziranimi maščobnimi kislinami so bile najnižje vsebnosti stearinske, arahidinske in  $\alpha$ -linolenske maščobne kisline. Najmanjšo vsebnost stearinske kisline smo določili v rženi in pšenični polnozrnati moki ter moki tipa 400 (7 mg/ 100 g). Tudi ostali pšenični in rženi izdelki so vsebovali majhne količine stearinske kisline. Najvišja vrednost je bila določena v koruznem zrnju. Arahidinska maščobna kislina je najslabše zastopana v pšeničnih izdelkih, kjer se vrednosti gibljejo med 0 in 1,9 mg/100 g, največ pa smo jo določili v izdelkih iz ajde. Vsebnost  $\alpha$ -linolenske je najmanjša v koruznem zdrobu (22 mg/100 g) in beli polenti (28 mg/100 g), majhne vrednosti pa smo določili tudi v pšeničnih izdelkih. Največ  $\alpha$ -linolenske maščobne kisline pa so določili v ječmenovem zrnju (139 mg/100 g).

V preglednici 7 so prikazane povprečne vrednosti za posamezne skupine žit. Največja variabilnost pri vsebnosti palmitinske, stearinske, oleinske in linolne kisline, se pojavi pri vzorcih koruze. Velike razlike smo tudi pričakovali, saj je v koruznem zrnju in moki skupna vsebnost maščobnih kislin 4-5 krat večja od vsebnosti v koruznem zdrobu in beli polenti. Najmanjša odstopanja so bila, razen pri vsebnosti  $\alpha$ -linolenske kisline, pri rži.

Z ANOVA testom smo ugotavljali, če se vrste žit statistično značilno razlikujejo v vsebnosti različnih maščobnih kislin. Z Levenovim testom smo najprej preverili homogenost varianc, nato pa opravili ANOVA test, kjer smo ugotovili, da se analizirane skupine žit statistično značilno razlikujejo v vsebnosti  $\alpha$ -linolenske maščobne kisline.

Z Duncanovim testom smo ugotovili, da je povprečna vsebnost  $\alpha$ -linolenske maščobne kisline v pšenici in koruzi statistično značilno manjša od vsebnosti  $\alpha$ -linolenske maščobne kisline v ječmenu, piri in rži. Povprečne vsebnosti  $\alpha$ -linolenske kisline v žitih, ki se statistično značilno razlikujejo, so v preglednici 12 nadpisane z drugo črko.

Kruskal-Wallisov test je pokazal, da se vzorci žit in njihovih izdelkov statistično značilno razlikujejo v vsebnosti vseh analiziranih maščobnih kislin.

Preglednica 7: Osnovni statistični parametri za vsebnost maščobnih kislin (g/100 g) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih

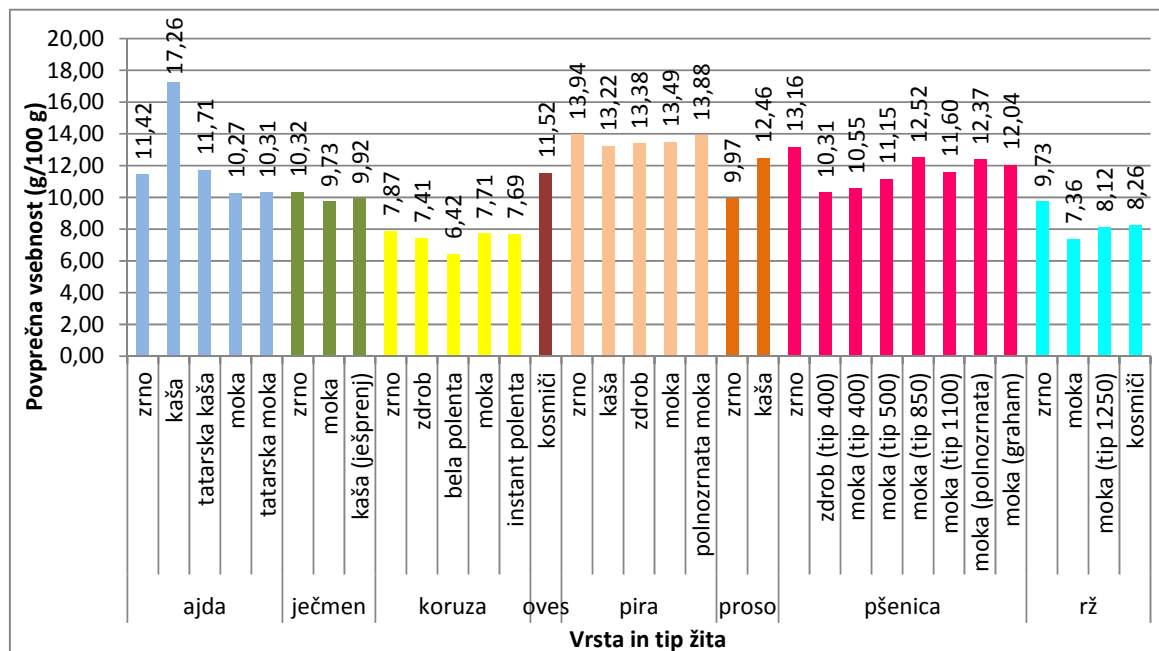
	Maščobna kislina	Statistični parameter	Vrsta žita					
			Ajda	Ječmen	Koruza	Pira	Pšenica	Rž
Povprečna vsebnost maščobnih kislin (mg/100 g)	C16:0	n	10	7	7	3	19	3
		$\bar{X}$	433,1	438,2	370,2	480,1	216,9	260,1
		min	319,0	357,5	140,7	467,4	55,0	253,4
		max	563,2	521,2	637,5	500,0	355,8	269,9
		$\sigma$	72,3	56,1	214,8	17,4	75,7	8,66
	C18:0	n	10	7	7	3	19	3
		$\bar{X}$	47,8	41,7	65,4	23,1	8,55	7,85
		min	34,7	28,0	19,9	20,5	2,27	7,26
		max	64,1	54,9	127,3	25,2	16,2	8,35
		$\sigma$	10,7	8,96	48,2	2,41	3,43	0,55
	C20:0	n	10	7	7	3	19	3
		$\bar{X}$	40,4	35,2	16,1	7,69	0,54	2,27
		min	22,2	7,19	4,95	7,07	0,00	1,82
		max	62,5	167,8	30,3	8,48	2,60	2,82
		$\sigma$	13,2	58,7	11,9	0,72	0,77	0,51
	C18:1	n	10	7	7	3	19	3
		$\bar{X}$	985,0	378,0	859,9	489,2	111,0	195,2
		min	671,3	207,8	233,1	416,6	36,2	192,4
		max	1344,5	918,6	1660,7	526,6	278,7	199,2
		$\sigma$	192,1	244,1	668,8	62,9	62,8	3,52
C18:2	n	10	7	7	3	19	3	
	$\bar{X}$	1109,8	1035,5	1563,2	1565,9	698,2	865,2	
	min	716,4	67,1	536,4	1508,3	184,8	774,4	
	max	1371,4	1494,0	2920,1	1671,8	1240,2	926,1	
	$\sigma$	209,9	460,0	1059,6	91,9	257,1	80,2	
C18:3	n	10	7	7	3	19	3	
	$\bar{X}$	76,55 <sup>a,b</sup>	88,21 <sup>b</sup>	49,19 <sup>a</sup>	104,30 <sup>b</sup>	45,41 <sup>a</sup>	106,6 <sup>b</sup>	
	min	58,8	6,37	21,7	97,1	13,4	85,9	
	max	116,6	149,7	78,3	115,3	95,0	119,4	
	$\sigma$	16,8	45,3	23,9	9,65	20,1	18,1	

N – število vzorcev,  $\bar{X}$  – povprečna vrednost, min – minimalna vrednost, max – maksimalna vrednost,  $\sigma$  – standardni odklon (deviacija), <sup>a,b</sup> – vrednosti z drugo črko v nadpisu se statistično značilno razlikujejo ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.6 REZULTATI VSEBNOSTI BELJAKOVIN V ŽITIH

Vsebnost beljakovin smo določili z metodo po Kjeldahlu, ki temelji na določanju beljakovin posredno preko dušika.

Na sliki 6 so predstavljene povprečne vrednosti beljakovin v posameznih vrstah žit in njihovih izdelkih.



Slika 6: Povprečna vsebnost beljakovin (g/100 g) v posameznih vrstah žit in njihovih izdelkih

Posamezne vrste žit so imele povprečne vsebnosti beljakovin med 7,48 in 13,57 g/100 g. Največ beljakovin smo določili v piri, kjer so imeli vsi tipi (zrno, kaša, zdrob, moka in polnozrnata moka) podobno vsebnost beljakovin. Najvišja povprečna vrednost je bila določena v zrnu (13,94 g/100 g), najnižja pa v kaši (13,22 g/100 g). Veliko povprečno vsebnost smo določili tudi v ajdi, kjer je imela največjo vsebnost beljakovin ajdova kaša (17,26 g/100 g), najmanjša pa je bila vsebnost beljakovin v ajdovi moki (10,27 g/100 g). Tukaj smo zasledili najvišjo variabilnost med vzorci znotraj posamezne vrste žita, kar je vidno v preglednici 8. Najmanj beljakovin je vsebovala koruza (7,48 g/100 g), pri čemer je bila najnižja vrednost določena v beli polenti.

V preglednici 8 so predstavljene povprečne vsebnosti beljakovin glede na posamezno vrsto žita. Največ beljakovin vsebuje pira, najmanj pa koruza. V ovsu, pšenici in prosu se povprečne vsebnosti beljakovin niso bistveno razlikovale. Majhne povprečne vsebnosti beljakovin pa smo določili tudi v rži in ječmenu. Ugotovili smo, da je najvišja variabilnost

med posameznimi vzorci ajde, kjer je razlika med največjo in najmanjšo vsebnostjo kar 12,21 g/100 g, kar je v povprečju 10 krat več kot pri drugih vrstah žit.

Pri pregledu objav smo ugotovili, da so rezultati naše raziskave v večini primerov nižji od podatkov drugih avtorjev (Kocjan Ačko, 1999; Bonafaccio in sod. 2000; Lindhauer in Dreisoerner, 2003; Gomez in Gupta, 2003; Cai in sod., 2004; Vasal, 2004). Edino pri rezultatih vsebnosti beljakovin v ječmenu in pšenici se naši podatki ujemajo z rezultati drugih avtorjev (Izydorczyk in Dexter, 2004; Zörb in sod., 2009).

Kruskal-Wallisov test je pokazal, da se v vsebnosti beljakovin vzorci žit in njihovi izdelki statistično značilno razlikujejo.

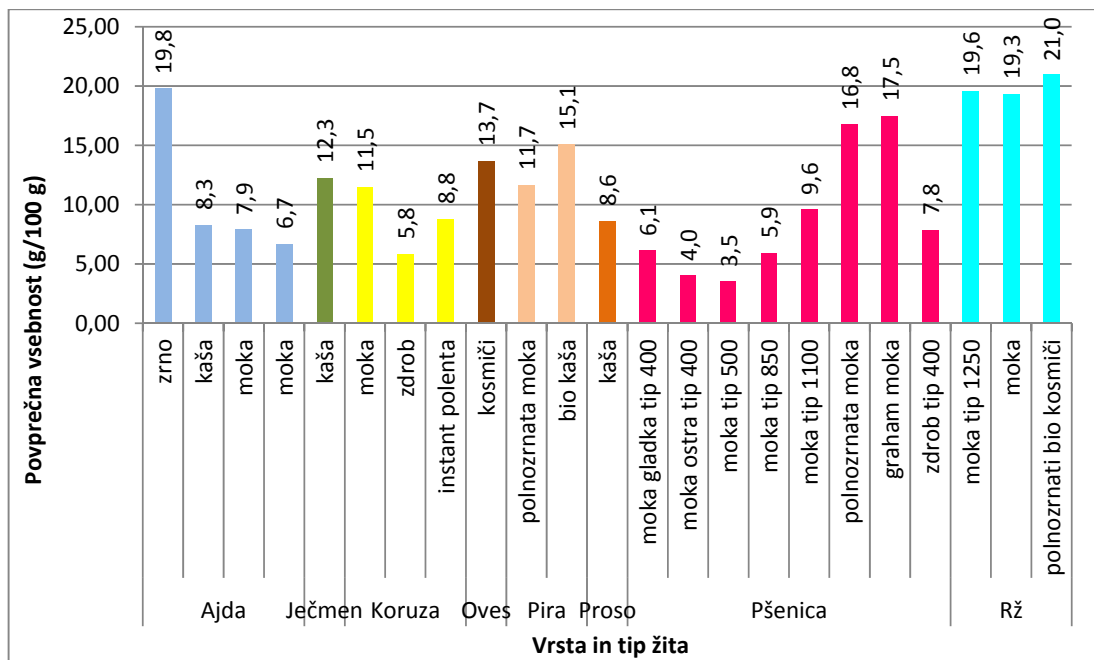
Preglednica 8: Osnovni statistični parametri za vsebnost beljakovin (g/100 g) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih

Vrsta žita	Vsebnost beljakovin (g/100 g)				
	n	$\bar{X}$	min	max	$\sigma$
Ajda	11	11,99	5,46	17,67	3,30
Ječmen	7	9,92	8,88	10,53	0,52
Koruza	9	7,48	6,42	8,38	0,62
Oves	3	11,52	10,88	12,14	0,63
Pira	7	13,57	12,41	14,42	0,65
Proso	4	11,21	9,38	12,87	1,55
Pšenica	24	11,25	9,80	13,37	1,08
Rž	7	8,51	7,36	11,69	1,48

N – število vzorcev,  $\bar{X}$  – povprečna vrednost, min – minimalna vrednost, max – maksimalna vrednost,  $\sigma$  – standardni odklon (deviacija)

#### 4.7 REZULTATI VSEBNOSTI PREHRANSKE VLAKNINE V ŽITIH

Vsebnost skupne, netopne in topne vlaknine smo določili pri 23 vzorcih žit. Na sliki 7 so predstavljene povprečne vrednosti za skupno prehransko vlaknino v analiziranih vzorcih.



Slika 7: Povprečne vrednosti skupne vlaknine (g/100 g) v izbranih vzorcih žit in njihovih izdelkih

Najmanjša vsebnost skupne vlaknine je bila določena v vzorcu pšenične moke tip 500 (3,53 g/100 g). Tudi v ostalih vzorcih pšeničnih izdelkov smo določili majhno vsebnost skupne vlaknine, izjema sta bile le vzorca graham in polnozrnate moke, kjer pa smo višje vrednosti tudi pričakovali. Vrednosti skupne vlaknine so bile manjše od 10 g/100 g tudi v koruznem zdrobu in instant polenti ter v obeh vzorcih ajdove moke in kaše.

Največjo povprečno vsebnost skupne prehranske vlaknine je imel vzorec bio polnozrnatih rženih kosmičev (20,99 g/100 g). Tudi Piccoli da Silva (2005) v svoji raziskavi ugotavlja, da vsebujejo rženi izdelki daleč največ celokupne prehranske vlaknine med žiti. Visoke vrednosti skupne vlaknine smo določili še v vzorcih ajdovega zrna (19,80 g/100 g) in ržene moke (19,59 in 19,34 g/100 g). Visoka vrednost skupne vlaknine je bila tudi v vzorcih bio pirine kaše, ovsenih kosmičih, ječmenovi kaši, polnozrnati pirini moki in koruzni moki. Iz slike 7 je zelo lepo razvidno, da tehnološki postopki predelave vplivajo na vsebnost skupne vlaknine, kar se lepo opazi pri ajdi in pšenici. Vsebnost skupne vlaknine v ajdovem zrnu je približno 1 krat višja od vsebnosti v ajdovi kaši in moki. Prav tako so vrednosti v pšenični polnozrnati in graham moki veliko večje od vsebnosti v ostalih mokah in zdrobu.

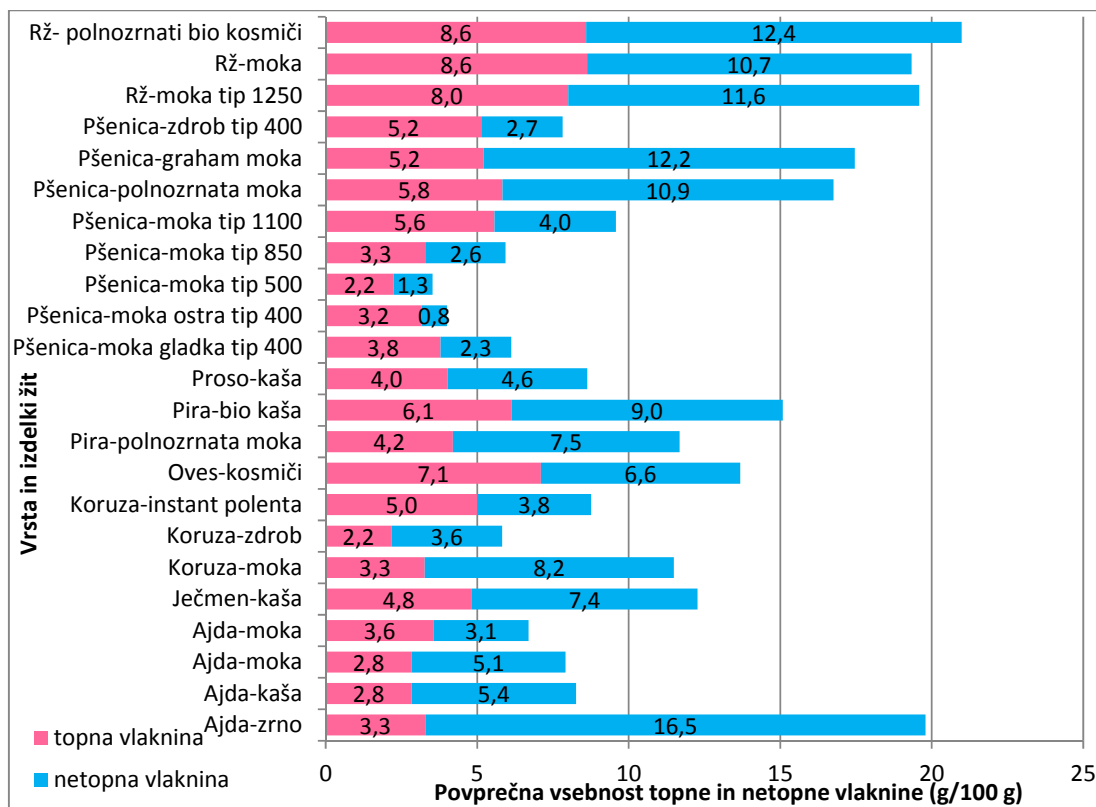
Povprečne vsebnosti skupne prehranske vlaknine so razvidne iz preglednice 9. Kot lahko vidimo, smo ponekod analizirali samo 1 vzorec, zato ti podatki niso zanesljivi in jih ne moremo uporabiti kot posplošene vrednosti za posamezno vrsto žita. Če bi to hoteli, bi morali v analizo vzeti več vzorcev in različnih izdelkov.

Velike variabilnosti med posameznimi vzorci pa se pojavijo pri ajdi in pšenici. Pri rži pa je variabilnost najmanjša.

Preglednica 9: Osnovni statistični parametri za vsebnosti skupne prehranske vlaknine (g/100 g) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih

Vrsta žita	Vsebnost skupne prehranske vlaknine (g/100 g)				
	n	$\bar{X}$	min	max	$\sigma$
Ajda	4	10,67	6,70	19,80	6,12
Ječmen	1	12,27	12,27	12,27	-
Koruza	3	8,70	5,82	11,49	2,84
Oves	1	13,68	13,68	13,68	-
Pira	2	13,38	11,67	15,08	2,41
Proso	1	8,64	8,64	8,64	-
Pšenica	8	8,90	3,53	17,46	5,43
Rž	3	19,97	19,34	20,99	0,89

N – število vzorcev,  $\bar{X}$  – povprečna vrednost, min – minimalna vrednost, max – maksimalna vrednost,  $\sigma$  – standardni odklon (deviacija)



Slika 8: Vsebnost topne in netopne vlaknine (g/100 g) v posameznih vzorcih žit in njihovih izdelkih

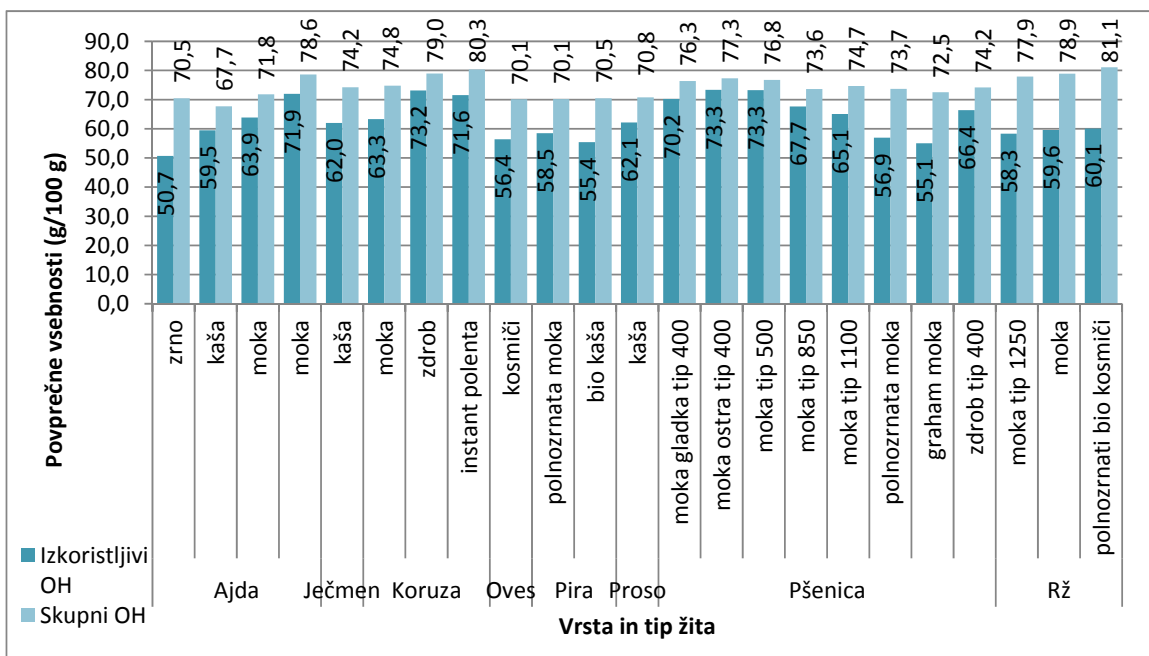


Na sliki 8 so predstavljene vsebnosti topne in netopne vlaknine v posameznih vzorcih. Vsebnost topne prehranske vlaknine se je gibala med 2,2 in 8,6 g/100 g, vsebnost netopne vlaknine pa med 0,8 in 16,5 g/100 g. Najmanjšo vsebnost topne prehranske vlaknine smo določili v vzorcu koruznega zdroba, največja pa je bila v vzorcu ržene moke. Največjo vsebnost netopne prehranske vlaknine smo določili v vzorcu ajdovega zrna, najmanjšo pa v vzorcu pšenične ostre moke tip 400. Visoke vrednosti tako topne kot netopne vlaknine smo določili v vzorcih ržene moke in rženih polnozrnatih kosmičih. Velika pa je bila tudi vsebnost netopne vlaknine v pšenični polnozrnati in graham moki.

Ugotovili smo, da je v večini primerov vsebnost netopne prehranske vlaknine v vzorcih žit večja kot vsebnost topne prehranske vlaknine. Izjema so skoraj vsi vzorci pšeničnih mok in zdrobov, vzorec instant polente ter ajdove moke. Izrazita razlika med vsebnostjo topne in netopne prehranske vlaknine se pojavi pri vzorcu ajdovega zrna, kjer je netopne prehranske vlaknine kar 5 krat več kot topne. V vzorcu ovsenih kosmičev je količina topne in netopne prehranske vlaknine skorajda enaka.

#### 4.8 REZULTATI VSEBNOSTI SKUPNIH OGLJIKOVIH HIDRATOV

Za izračun vsebnosti skupnih ogljikovih hidratov smo uporabili podatke o vsebnosti vode, beljakovin, maščob in pepela. Za izračun izkoristljivih ogljikovih hidratov pa smo upoštevali še vrednosti prehranske vlaknine. Torej pomeni, da vsebnost skupnih ogljikovih hidratov zajema vsebnost izkoristljivih in neizkoristljivih ogljikovih hidratov (prehranske vlaknine).



Slika 9: Povprečne vrednosti izkoristljivih in skupnih ogljikovih hidratov (OH) (g/100 g) v izbranih vzorcih žit

Na sliki 9 je predstavljena razlika med izkoristljivimi in skupnimi ogljikovimi hidrati (OH) za vzorce, pri katerih smo določili vsebnost prehranske vlaknine. Vrednosti med izkoristljivimi in skupnimi OH se razlikujejo za vsebnost prehranske vlaknine določene v posameznih vzorcih. Vidimo, da so vrednosti skupnih OH pri vseh vzorcih nad 70 g/100 g, razen pri ajdovi kaši. V ajdovem zrnu, vzorcih ržene moke in polnozrnatih kosmičev so razlike med skupnimi in izkoristljivimi OH največje, saj smo v teh vzorcih določili tudi največ prehranske vlaknine.

Iz preglednice 10 je razvidno, da se povprečne vsebnosti skupnih ogljikovih hidratov v posameznih vrstah žit niso veliko razlikovale. Vsebnosti so se gibale med 69,2 in 78,6 g/100 g. Največji vsebnosti skupnih OH smo določili v rži in koruzi, najmanjšo pa v ovsu. Med posameznimi vzorci iste vrste žita so se vrednosti najbolj razlikovale med vzorci ajde in koruze, najmanjša odstopanja od povprečne vrednosti pa so bile pri piri.

Vsebnosti izkoristljivih OH so bile nižje od skupnih in so se gibale med 56,4 g/100 g v ovsu in 69,35 g/100 g v koruzi. Ugotovili smo, da je variabilnost med vzorci, med posameznimi vrstami žit zelo visoka, kar lahko pripišemo manjšemu številu obravnavanih vzorcev. Velike razlike med posameznimi vzorci se pojavijo pri ajdi in pšenici, najmanjša pa je variabilnost med vzorci rži, če ne upoštevamo tistih vrst žit, kjer smo obravnavali samo po en vzorec

S Kruskal-Wallisovim testom smo preverili, ali se vzorci v vsebnosti skupnih ogljikovih hidratov med seboj razlikujejo. Test je potrdil, da so med vzorci statistično značilne razlike v vsebnosti skupnih OH.

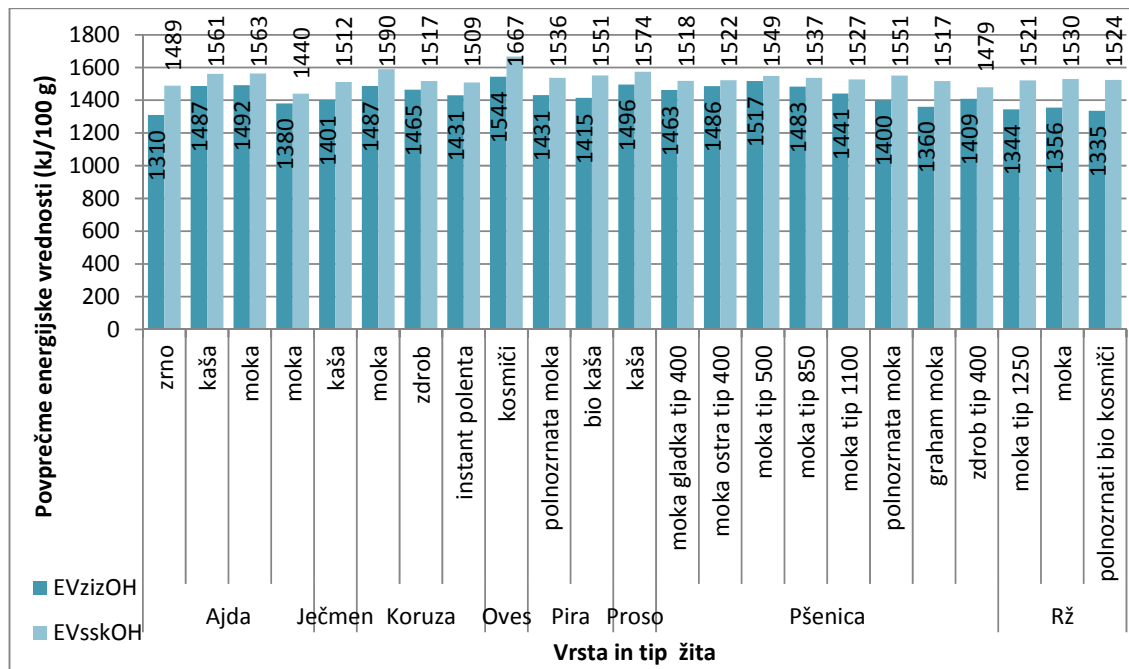
Preglednica 10: Osnovni statistični parametri za vsebnost skupnih in izkoristljivih ogljikovih hidratov (g/100 g) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih

Vrsta žita	Vsebnost skupnih ogljikovih hidratov (g/100 g)					Vsebnost izkoristljivih ogljikovih hidratov (g/100 g)				
	n	$\bar{X}$	min	max	$\sigma$	n	$\bar{X}$	min	max	$\sigma$
Ajda	11	71,65	64,82	78,64	3,64	4	61,50	50,67	71,95	8,87
Ječmen	7	74,39	73,31	75,77	0,82	1	61,97	-	-	-
Koruza	9	78,19	73,90	81,31	2,73	3	69,35	63,32	73,17	5,29
Oves	3	69,20	67,55	70,10	1,43	1	56,42	-	-	-
Pira	7	70,48	70,13	71,07	0,37	2	56,93	55,40	58,46	2,16
Proso	4	72,43	70,77	74,75	1,80	1	62,13	-	-	-
Pšenica	24	75,63	72,51	77,72	1,52	8	66,00	55,05	73,33	6,87
Rž	7	78,58	74,83	81,09	1,99	3	59,33	58,31	60,10	0,92

N – število vzorcev,  $\bar{X}$  – povprečna vrednost, min – minimalna vrednost, max – maksimalna vrednost,  $\sigma$  – standardni odklon (deviacija)

#### 4.9 ENERGIJSKA VREDNOST ŽIT

Iz podatkov o vsebnosti posameznih hranljivih snovi smo izračunali energijsko vrednost (EV) za vse vzorce žit tako, da smo izračunali energijsko vrednost beljakovin, maščob in ogljikovih hidratov. Za izračun energijske vrednosti beljakovin in ogljikovih hidratov, smo njihovo vsebnost pomnožili s faktorjem 17 kJ/g, za maščobe pa smo uporabili faktor 37 kJ/g.



Slika 10: Povprečne energijske vrednosti z upoštevanjem izkoristljivih (EVzizOH) in skupnih ogljikovih hidratov (EVsskOH) (kJ/100 g) v izbranih vzorcih žit

Na sliki 10 je predstavljena razlika povprečnih energijskih vrednosti za posamezne vzorce žit. Pri izračunu smo upoštevali vrednosti za izkoristljive (EVzizOH) oziroma skupne ogljikove hidrate (EVsskOH). Opazimo lahko, da so energijske vrednosti višje, kadar smo pri izračunu upoštevali skupne ogljikove hidrate (EVsskOH), saj v tem primeru tudi prehransko vlaknino ovrednotimo s faktorjem 17 kJ/g. Najvišje EVsskOH je imel vzorec ovsenih kosmičev, najnižja pa je bila EVsskOH v ajdovi moki. Pri upoštevanju izkoristljivih ogljikovih hidratov pa je bila energijska vrednost najnižja v vzorcu ajdovega zrna, najvišja pa v ovsenih kosmičih.

Povprečne energijske vrednosti (pri izračunu smo upoštevali tako skupne kot izkoristljive OH) v posameznih vrstah žit so predstavljene v preglednici 11. Energijske vrednosti z upoštevanjem skupnih ogljikovih hidratov (EVsskOH) so se gibale med 1518 in 1650

kJ/100 g. Najnižja vrednost je bila izračunana v ječmenu, najvišja pa v ovsenih kosmičih. Lahko predvidevamo, da imajo ovseni kosmiči, v primerjavi z drugimi žiti nekoliko višjo energijsko vrednost zaradi večje vsebnosti maščob. Povprečne energijske vrednosti določene v ajdi, piri, pšenici, rži in koruzi se niso občutneje razlikovale. Nekoliko je izstopala še povprečna energijska vrednost določena v prosu.

Izračunane energijske vrednosti z upoštevanjem izkoristljivih ogljikovih hidratov so se gibale med 1345 kJ/100 g v rži in 1544 kJ/100 g v ovsu. Kot je razvidno iz preglednice 11 je bila najvišja variabilnost med vzorci pri ajdi in pšenici, najmanjša pa pri vzorcih rži. Kruskal-Wallisov test je pokazal, da obstajajo statistično značilne razlike med vzorci v energijskih vrednostih, ob upoštevanju skupnih ogljikovih hidratov.

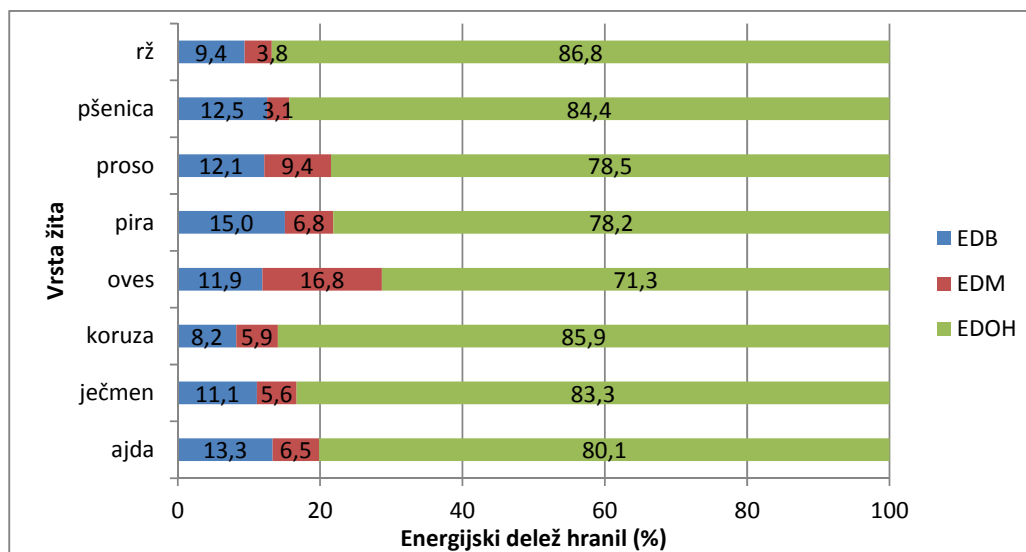
Preglednica 11: Osnovni statistični parametri za energijsko vrednost z upoštevanjem skupnih (EV<sub>s</sub>OH) ali izkoristljivih (EV<sub>z</sub>OH) ogljikovih hidratov (kJ/100 g) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih

Vrsta žita	EV <sub>s</sub> OH (kJ/100 g)					EV <sub>z</sub> OH (kJ/100 g)				
	n	$\bar{X}$	min	max	$\sigma$	n	$\bar{X}$	min	max	$\sigma$
Ajda	11	1521,9	1440,4	1563,4	36,7	4	1417,5	1310,5	1492,2	88,1
Ječmen	7	1518,3	1501,1	1537,0	11,2	1	1401,3	-	-	-
Koruzza	9	1549,3	1487,0	1616,5	47,4	3	1460,8	1430,5	1486,9	28,4
Oves	3	1649,5	1621,4	1667,1	24,6	1	1544,0	-	-	-
Pira	7	1533,0	1511,4	1550,9	13,7	2	1423,3	1415,2	1431,4	11,5
Proso	4	1569,4	1555,0	1580,1	10,7	1	1496,1	-	-	-
Pšenica	24	1524,5	1479,2	1550,6	17,1	8	1444,9	1359,7	1517,2	52,6
Rž	7	1538,9	1520,7	1566,9	16,0	3	1345,2	1335,4	1355,7	10,2

N – število vzorcev,  $\bar{X}$  – povprečna vrednost, min – minimalna vrednost, max – maksimalna vrednost,  $\sigma$  – standardni odklon (deviacija)

#### 4.10 ENERGIJSKI DELEŽI HRANLJIVIH SNOVI V ŽITIH

Z izračunom energijskih deležev posameznih hranljivih snovi smo podatke ovrednotili še s prehranskega stališča. Po priporočilih Referenčnih vrednosti za vnos hranil (2004), naj bi energijski delež ogljikovih hidratov v dnevni prehrani znašal več kot 50 %, maščob naj bi bilo med 10 in 30 % in beljakovin manj kot 14 % energije, ki jo dobimo z zaužito hrano. Pri izračunu energijskih deležev ogljikovih hidratov smo uporabili podatke za skupne ogljikove hidrate.



Slika 11: Energijski deleži beljakovin (EDB), maščob (EDM) in skupnih ogljikovih hidratov (EDOH) v različnih vrstah žit (%)

Čeprav žita navadno niso samostojna jed ali pa se iz moke speče kruh in se priporočila glede vnosa posameznega hranila nanašajo na celodnevne potrebe, so nas vseeno zanimali energijski deleži tega osnovnega živila. Iz slike 11 je razvidno, da se povprečni energijski delež (ED) beljakovin v posameznih vrstah žit giblje med 8,2 in 15 %. Največji je ED beljakovin v piri, najmanjši pa v koruzi. ED maščob v posameznih vrstah žit je bil zelo različen in sicer so se vrednosti gibale od 3,1 % v pšenici do 16,8 % v ovsu. ED ogljikovih hidratov se v posameznih vrstah žit niso pretirano razlikovali. Najnižji povprečni energijski delež je bil v ovsu (71 %), najvišji pa v rži (87 %).

V preglednici 12 lahko vidimo, da je pri izračunu energijskega deleža beljakovin največjo variabilnost med vzorci zaslediti pri ajdi, kjer je minimalni določen energijski delež 7 % in največji 20 %. Najmanjša so odstopanja pri ovsu. Pri ED maščob, se največja variabilnost pojavi med vzorci koruze. Pri ED ogljikovih hidratov so variabilnosti med vzorci visoke

pri vseh vrstah žit, najbolj pa izstopata koruza in ajda, kjer je pri slednji razlika med največjim in najmanjšim določenim energijskim deležem nekaj več kot 20 %.

Kruskal-Wallisov test je pokazal, da se vzorci žit in njihovih izdelkov med seboj statistično značilno razlikujejo v energijskih deležih beljakovin, maščob in ogljikovih hidratov. Statistična značilnost ( $p$ ) je bila manjša od 0,05, zato smo lahko zavrgli ničelno hipotezo.

Preglednica 12: Osnovni statistični parametri za energijske deleže beljakovin, maščob in skupnih ogljikovih hidratov (%) v različnih vrstah žit in njihovih izdelkih

Vrsta žita	n	Energijski delež beljakovin (%)				Energijski delež maščob (%)				Energijski delež ogljikovih hidratov (%)			
		$\bar{X}$	min	max	$\sigma$	$\bar{X}$	min	max	$\sigma$	$\bar{X}$	min	max	$\sigma$
Ajda	11	14,01	6,99	20,15	3,79	6,86	0,81	8,87	2,38	79,13	71,17	92,20	5,95
Ječmen	7	11,37	10,06	13,08	0,91	5,71	4,13	7,27	1,00	82,92	80,85	85,82	1,71
Koruza	9	8,51	7,15	9,65	0,89	6,08	0,85	13,48	5,32	85,41	77,17	90,59	5,58
Oves	3	12,47	12,08	12,89	0,41	17,77	15,96	20,26	2,23	69,77	66,86	71,61	2,55
Pira	7	15,82	13,96	18,41	1,79	7,13	6,11	8,83	0,88	77,05	72,76	79,93	2,57
Proso	4	12,50	10,26	15,33	2,19	9,64	8,03	10,65	1,18	77,86	74,01	81,71	3,29
Pšenica	24	13,05	10,91	16,82	1,72	3,27	0,77	6,72	1,48	83,69	76,46	86,51	2,88
Rž	7	10,44	8,59	12,87	1,46	4,17	1,08	5,50	1,49	85,39	82,41	87,52	1,99

N – število vzorcev,  $\bar{X}$  – povprečna vrednost, min – minimalna vrednost, max – maksimalna vrednost,  $\sigma$  – standardni odklon (deviacija)

#### 4.11 PRIMERJAVA PODATKOV S TUJIMI PREHRANSKIMI BAZAMI

Namen magistrskega dela je bila tudi primerjava naših rezultatov s podatki iz tujih prehranskih tabel.

Rezultate naših analiz za vsebnost beljakovin, vode, maščob, pepela, ogljikovih hidratov in skupne prehranske vlaknine za posamezno vrsto žita smo primerjali z nemškimi prehranskimi tabelami (Souci in sod., 2008). Primerjava rezultatov med našimi rezultati in nemškimi prehranskimi tabelami je podana v preglednici 13. Naši rezultati so v večini primerov primerljivi z nemško prehransko tabelo, vendar pa pri nekaterih vzorcih prihaja do velikih odstopanj. Največja odstopanja smo zaznali pri rezultatih za prehransko vlaknino.

Ugotovili smo, da so vsebnosti vode v naših vzorcih večinoma primerljive s podatki tuje prehranske baze, vendar so naši rezultati v večini vzorcev nekoliko nižji. Najvišje razlike v vsebnosti vode se kažejo pri pšenični moki tip 850 ter rženem zrnju in moki.

Pri vsebnosti pepela so naši rezultati primerljivi s podatki iz tujih prehranskih bazah.

Rezultati naših analiz vsebnosti maščobe so primerljivi s podatki tuje baze, vendar se pri določenih vzorcih pojavijo večje razlike v vsebnosti. Te razlike so najvišje pri ajdovi kaši, kjer so naši rezultati za 125 % višji kot podatki iz nemške prehranske tabele. Več kot enkrat višja je vsebnost maščob tudi v ajdovem in pirinem zrnju ter koruzni moki. Izstopa pa tudi vsebnost maščobe v pšenični polnozrnatni moki, kjer smo določili skoraj 51 % nižjo vrednost kot v nemški prehranski tabeli.

S primerjavo rezultatov smo ugotovili, da smo v večini primerov določili manjše vsebnosti beljakovin, vendar so večje razlike ravno pri vzorcih, kjer smo določili več beljakovin. Največja razlika se pojavi pri ajdovi kaši, kjer je vsebnost beljakovin pri naših vzorcih kar za 112 % višja od podatka za vsebnost beljakovin v nemški prehranski bazi podatkov. Višje vrednosti smo določili tudi v ajdovem zrnju (za 16,9 %), ječmenovi kaši (za 14,5 %), proseni kaši (za 17,6 %) in pšeničnem zrnju (za 15,4 %). Nižjo vsebnost smo določili v pirinem zrnju, kjer je bila naša vsebnost za 18 odstotkov nižja od vsebnosti določene v nemški bazi podatkov.

Naši rezultati vsebnosti prehranske vlaknine in ogljikovih hidratov najbolj odstopajo od rezultatov tuje prehranske tabele. Največje odstopanje pri rezultatih prehranske vlaknine je pri ajdovem zrnju, kjer smo v našem vzorcu določili 19,8 g/100 g, v tuji prehranski tabeli pa je vsebnost prehranske vlaknine kar petkrat manjša. Ugotovili smo, da so razlike v vsebnosti prehranske vlaknine, več kot enkrat višje od nemških podatkov, še v ajdovi in proseni kaši ter rženi moki tip 1250. Vzrok za razlike je lahko način obdelave žit kot tudi uporabljena analitska metoda.

Pri primerjavi ogljikovih hidratov smo v obravnavo vzeli izkoristljive ogljikove hidrate, saj v nemški prehranski tabeli ni bilo podatka o vsebnosti skupnih ogljikovih hidratov. V tabeli niso podani vsi podatki za izkoristljive ogljikove hidrate, saj prehranske vlaknine nismo določili v vseh skupinah vzorcev. Največja razlika v vsebnosti izkoristljivih OH se pokaže pri ajdovem zrnju, kjer je vsebnost izkoristljivih OH v nemški bazi podatkov kar za 40 % višja. To lahko pripišemo dejstvu, da smo v naših vzorcih določili veliko višjo vrednost prehranske vlaknine. Veliko odstopanje se pojavi tudi pri ajdovi kaši in rženi moki tip 1250.



Preglednica 13: Primerjava naših (slo) rezultatov vsebnosti hranil s podatki nemških (nem) prehranskih tabel (Souci in sod., 2008)

Viri Vrsta	VODA (g/100 g)		PEPEL (g/100 g)		MAŠČOBE (g/100 g)		BELJAKOVINE (g/100 g)		PREHRANSKA VLAKNINA (g/100 g)		IZKORISTLJIVI OGLJIKOVI HIDRATI (g/100 g)	
	SLO	NEM	SLO	NEM	SLO	NEM	SLO	NEM	SLO	NEM	SLO	NEM
Ajdovo zrno	11,67	12,80	2,19	1,72	2,84	1,73	11,42	9,77	19,80	3,70	50,67	71,00
Ajdova kaša	10,88	13,20	2,08	1,86	3,50	1,55	17,26	8,13	8,26	3,22	59,49	72,60
Ajdova moka	12,37	14,10	1,69	1,59	2,09	2,71	10,27	11,70	7,31	/	67,92	70,70
Ječmen - zrno	11,29	12,20	2,08	2,25	2,78	2,10	10,32	11,20	/	9,80	/	63,30
Ječmenova kaša	11,97	13,00	1,48	1,20	2,13	1,50	9,73	8,50	12,27	10,30	61,97	66,10
Koruzna - zrno	10,03	11,20	1,28	1,30	5,31	3,80	7,87	8,66	/	9,71	/	64,20
Koruzna moka	10,64	12,00	1,06	1,16	4,34	2,82	7,71	8,66	11,49	9,42	63,32	66,30
Ovseni kosmiči	10,10	10,00	1,69	1,75	7,50	7,00	11,52	13,50	13,68	10,00	56,42	58,70
Pira - zrno	11,19	10,40	1,67	1,83	3,03	1,69	13,94	17,00	/	9,96	/	60,30
Pira – polnozrnata moka	11,25	9,84	1,54	1,89	2,83	2,55	13,88	14,20	11,67	8,38	58,46	64,00
Proso - kaša	10,90	9,90	1,36	1,60	4,27	3,90	12,46	10,60	8,64	3,80	62,13	68,80
Pšenica - zrno	10,64	12,70	1,36	1,65	2,30	1,83	13,16	11,40	/	13,30	/	59,60
Pšenica – moka tip 400/405	11,26	13,00	0,40	0,35	1,03	0,98	10,55	10,60	5,06	4,00	71,78	71,80
Pšenica – moka tip 500/550	10,82	12,30	0,48	0,47	1,39	1,13	11,15	10,60	3,53	4,28	73,25	72,0
Pšenica – moka tip 850/812	10,83	14,70	0,78	0,69	1,63	1,30	12,52	12,70	5,94	4,78	67,69	66,70
Pšenica – moka tip 1100/1050	11,37	13,70	0,71	0,91	1,63	1,75	11,60	12,10	9,58	5,22	65,11	67,20
Pšenica – polnozrnata moka	10,22	12,60	1,58	1,49	1,03	2,10	12,37	12,10	16,76	11,70	56,93	60,90
Rž - zrno	10,02	13,70	1,60	1,90	1,94	1,70	9,73	9,50	/	13,20	/	60,70
Rž – moka tip 1250/1150	9,81	13,60	1,35	0,98	1,67	1,30	8,12	8,95	19,59	8,00	58,31	67,80

/ - ni podatka

## 4.12 REZULTATI STATISTIČNE OBDELAVE

Rezultate fizikalno-kemijskih analiz smo obdelali z različnimi statističnimi metodami, da bi ugotovili, kakšne so zveze med analiziranimi parametri in kateri najbolj prispevajo k razlikam med žiti.

### 4.12.1 Neodvisna povezava med analiziranimi parametri

Statistično značilne povezave med spremenljivkami smo ugotavljali z izračunom Pearsonovega korelacijskega koeficienta ( $r$ ). Preglednica z vsemi izračunanimi Pearsonovimi koeficienti je predstavljena v prilogi A. Statistična značilnost povezave med parametri je označena z zvezdicami. Ena zvezdica pomeni, da je povezava statistično značilna pri  $p < 0,05$ , dve zvezdici pa, da je povezava statistično značilna pri  $p < 0,01$ . V preglednici 14 so predstavljene samo močne ( $r > 0,7$ ) in statistično značilne ( $p < 0,01$ ) zveze med analiziranimi parametri.

Preglednica 14: Statistično značilne zveze med analiziranimi parametri žit ( $n=72$ )

Par parametrov	Pearsonov korelacijski koeficient ( $r$ )
izkoristljivi OH-skupni OH	1,000
maščobe-EDM	0,990
EVzizOH-EVsskOH	0,956
skupna vlaknina-netopna vlaknina	0,953
beljakovine-EDB	0,934
pepel-kalij	0,908
maščobe-C18:2	0,884
C18:0-C18:1	0,878
EDM-C18:2	0,875
maščobe-C18:0	0,872
maščobe-C16:0	0,856
netopna vlaknina-kalij	0,854
EDM-C16:0	0,850
C16:0-C18:2	0,846
EDM-C18:0	0,841
maščobe-C18:1	0,832
rubidij-železo	0,830
pepel-cink	0,830
C18:0-C18:2	0,828
skupna vlaknina-kalij	0,825
rubidij-C20:0	0,821
C16:0-C18:0	0,806
EDM-C18:1	0,804
pepel-fosfor	0,789
beljakovine-žveplo	0,786
C16:0-C18:1	0,776
skupni OH-EVsskOH	0,769
fosfor-kalij	0,768
pepel-netopna vlaknina	0,766

Se nadaljuje...

Preglednica 14 nadaljevanje: Statistično značilne zveze med analiziranimi parametri žit (n=72)

Par parametrov	Pearsonov korelacijski koeficient (r)
EDB-žveplo	0,761
skupna vlaknina-topna vlaknina	0,757
brom-C18:0	0,752
kalij-cink	0,750
kalij-C18:3	0,745
skupna vlaknina-C18:3	0,735
fosfor-cink	0,710
netopna vlaknina-C18:3	0,707
C18:1-C18:2	0,707
izkoristljivi OH-EDOH	0,705
netopna vlaknina-EVzizOH	-0,725
EDOH-cink	-0,733
skupna vlaknina-EVzizOH	-0,737
EVzizOH-C18:3	-0,742
izkoristljivi OH-mangan	-0,757
klor-C20:0	-0,760
izkoristljivi OH-cink	-0,801
maščobe-EDOH	-0,815
klor-C18:1	-0,816
skupna vlaknina-skupni OH	-0,831
skupna vlaknina-izkoristljivi OH	-0,831
izkoristljivi OH-kalij	-0,836
EDM-EDOH	-0,852
pepel-izkoristljivi OH	-0,857
netopna vlaknina-skupni OH	-0,861
netopna vlaknina-izkoristljivi OH	-0,861
netopna vlaknina-EVsskOH	-0,875
skupna vlaknina-EVsskOH	-0,903

Povezanost vzorcev pomeni, da se vrednosti obeh spremenljivk spreminjajo hkrati, vendar pa ni nujno, da sta spremenljivki odvisni med seboj. Pozitivne vrednosti koeficienta pomenijo, da vrednost ene spremenljivke narašča z vrednostjo druge, negativne pa, da vrednost ene spremenljivke raste, vrednost druge pa pada.

Iz preglednice 14 lahko vidimo, da je vsebnost pepela v močni negativni korelaciji z vsebnostjo izkoristljivih OH (-0,857), kar pomeni, da se z naraščanjem ene komponente vsebnost druge komponente zmanjšuje. V močni pozitivni korelaciji sta vsebnost pepela in netopne vlaknine (0,766), kar pomeni, da je v žitih z večjo vsebnostjo pepela tudi več netopne vlaknine.

Korelacija med skupno vlaknino in kalijem ter skupno vlaknino in  $\alpha$ -linolensko maščobno kislino je močno pozitivna, kar pomeni, da z naraščanjem vsebnosti skupne vlaknine narašča tudi vsebnost kalija ter maščobne kisline. Zanimive so tudi korelacije med posameznimi minerali (rubidij-železo, fosfor-kalij, fosfor-cink, kalij-cink) in maščobnimi kislinami (C16:0-C18:0, C16:0-C18:1, C16:0-C18:2, C18:0-C18:1, C18:0-C18:2, C18:1-C18:2), ki so med seboj v močni pozitivni korelaciji. Prav tako so zanimive korelacije med

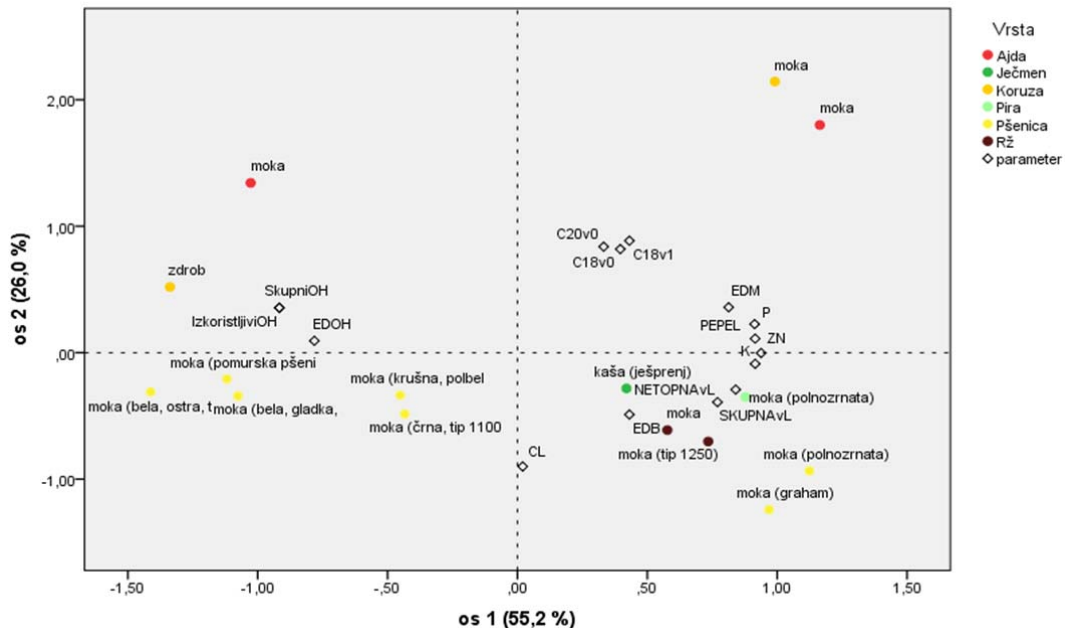
elementi in maščobnimi kislinami. Med rubidijem in arahidinsko kislino, kalijem in  $\alpha$ -linolensko kislino ter bromom in stearinsko kislino je močna pozitivna korelacija kar pomeni, da z naraščanjem vsebnosti posameznega elementa narašča tudi vsebnost omenjenih maščobnih kislin.

#### **4.12.2 Analiza glavnih komponent (PCA)**

Pri tem testu določimo parametre, v katerih se skupine vzorcev najbolj razlikujejo. To pomeni, da v matrici kovarianc preverimo vrednosti posameznega parametra na izbrani osi: bližje ko so vrednosti 1, večji je vpliv parametra oziroma pomembnejši je. Izbrali smo samo parametre, pri katerih so bile vrednosti višje od 0,7. Ti parametri so: pepel, skupna vlaknina, netopna vlaknina, izkoristljivi OH, skupni OH, EDB, EDM, EDOH, minerali P, Cl, K, Zn in stearinska, oleinska in arahidinska maščobna kislina. V obdelavo nismo vključili dveh skupin žit, in sicer ovsu in prosu, saj za ti dve skupini niso bili analizirani vsi parametri.

Na sliki 12 je prikazana razporeditev parametrov in vrste žit na osi 1 in 2. S prvo osjo se pojasni 55,2 % variabilnosti med vzorci žit in s parametri na osi dve se pojasni še 26,0 % variabilnosti med vzorci žit. Z obema osema skupaj pojasnimo 81,2 % variabilnosti med vrstami žit. Ugotovimo, da se vzorca ajdove moke in koruznega zdroba najbolj razlikujeta od drugih vzorcev po vsebnosti skupnih in izkoristljivih OH ter energijski vrednosti OH.

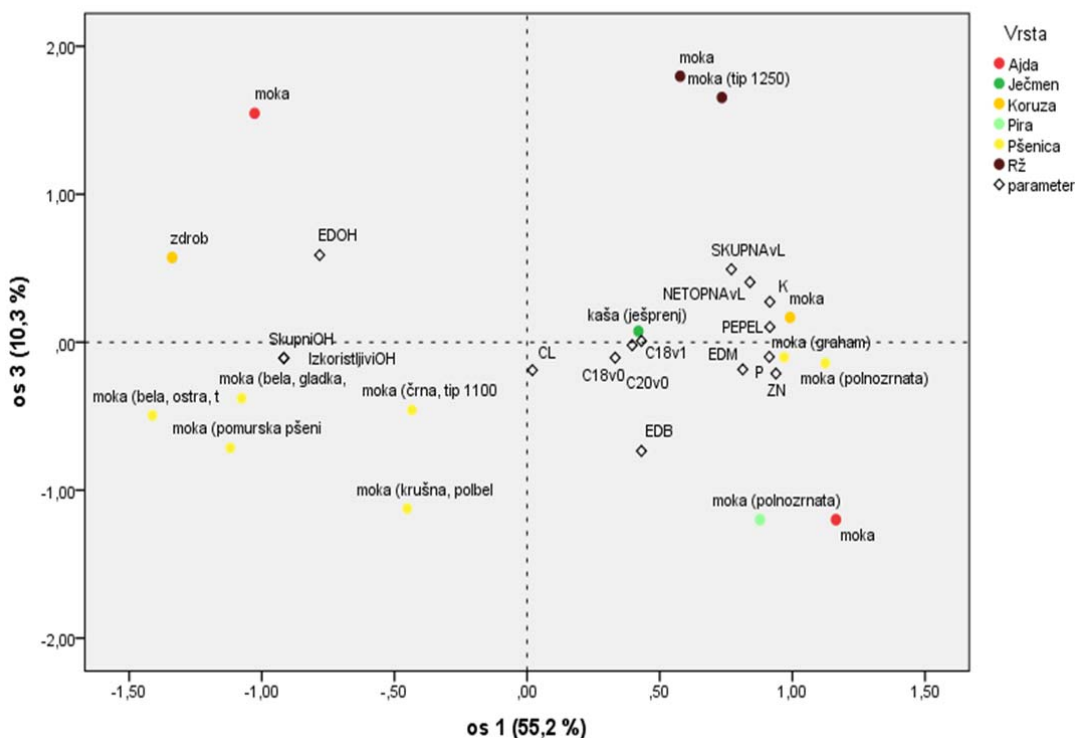
Vzorci v zgornjem desnem kvadrantu se najbolj razlikujejo od drugih vzorcev po vsebnosti maščobnih kislin, EDM, pepela in vsebnosti cinka ter fosforja. Vzorci pšenične polnozrnatu in graham moke se razlikujejo od vzorcev pšenične bele, polbele in črne moke v vsebnosti skupne in netopne vlaknine ter energijskega deleža beljakovin. Prav tako se vzorci ječmenove kaše, pirine polnozrnatu moke in ržene moke razlikujejo od ostalih vzorcev v istih parametrih. Vzorci bližje glavni osi x se najbolj razlikujejo po vsebnosti EDOH, kalija in cinka, vzorci bližje glavni osi y pa se najbolj ločijo po vsebnosti klora.



Slika 12: Razporeditev vrste žit in parametrov na osi 1 in 2 (PCA)

Na sliki 13 so prikazane vrednosti parametrov in vrste žit na osi 1 in 3. Z osjo ena pojasnimo 55,2 % variabilnost med vzorci, s parametri na osi tri pa še 10,3 %. Z obema osem skupaj pojasnimo 65,5 % variabilnost med vzorci žit. S prvimi tremi osmi tako pojasnimo 91,5 % variabilnosti med vzorci žit različnih vrst. Med vzorci smo izločili dve skupini žit in sicer oves in in proso.

Ugotovili smo, da se vzorci v zgornjem levem kvadrantu najbolj razlikujejo od ostalih vzorcev žit v energijskem deležu OH. Vzorci bele, polbele in črne pšenične moke se od ostalih vzorcev najbolj ločijo po vsebnosti skupnih in izkoristljivih OH. Ržena moka se od ostalih vzorcev žit najbolj razlikuje po vsebnosti skupne in netopne vlaknine ter vsebnosti kalija. Vzorci ob osi x se najbolj razlikujejo od drugih vzorcev po vsebnosti skupnih in izkoristljivih OH, maščobnih kislin, pepela, fosforja, cinka in energijske vrednosti maščob. Pirina polnozrnata moka in ajdova moka se od ostalih vzorcev žit ločita po energijskem deležu beljakovin.

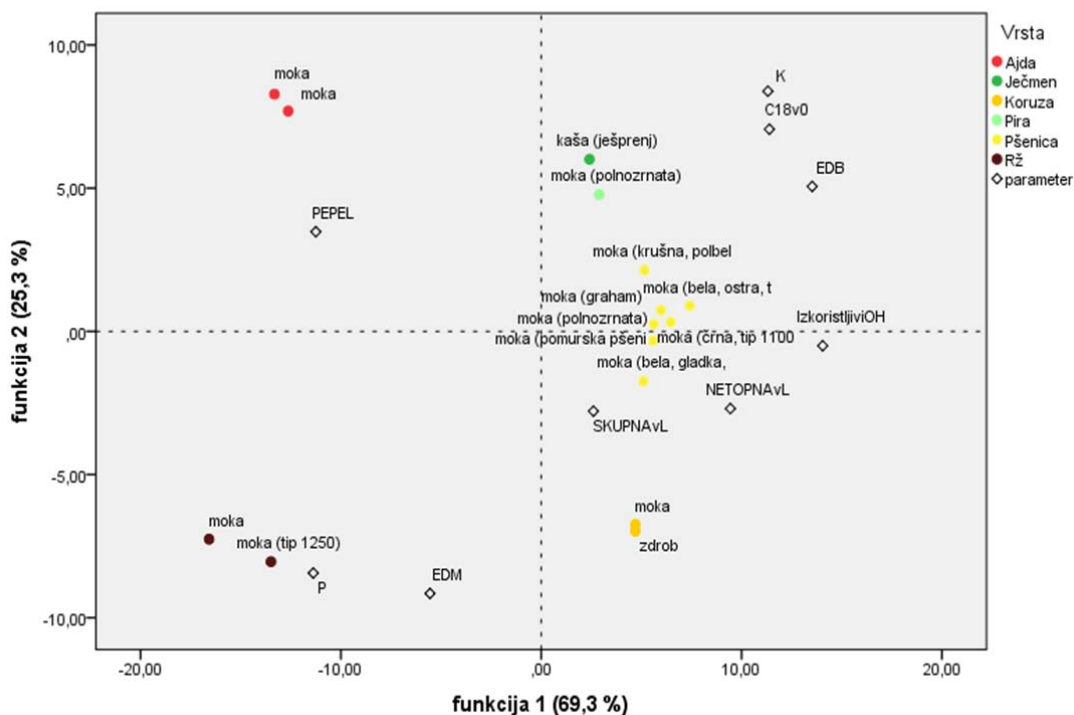


Slika 13: Razporeditev vrste žit in parametrov na osi 1 in 3 (PCA)

#### 4.12.3 Linearna diskriminantna analiza (LDA)

Linearna diskriminantna analiza je metoda, ki se uporablja za razvrščanje oziroma klasificiranje vzorcev v vnaprej določene skupine. Kot vhodne podatke smo vključili naslednje skupine žit: ajda, ječmen, koruzza, pira, pšenica in rž in parametre: pepel, skupna in netopna vlaknina, izkoristljivi OH, EDB, EDM, fosfor in kalij ter stearinska maščobna kislina. V obravnavo smo torej vzeli najbolj vplivne parametre, ki smo jih določili z analizo PCA.

S prvo osjo smo pojasnili 69,3 % variabilnosti podatkov, z drugo osjo pa 25,3 %, skupaj torej 94,6 % variabilnost osnovnih vhodnih podatkov. Na sliki 14 je razvidno, da se vzorci ajdove moke, ržene moke, koruzne moke in zdroba ter ječmenove kaše in pirine polnozrnate moke dobro ločijo od pšeničnih mok različnih tipov. Vzorci pšeničnih mok različnih tipov se med seboj prav tako razlikujejo, vendar so razlike med njimi manjše. Vzorca ajdove moke se od ostalih vzorcev najbolj razlikujeta po vsebnosti pepela. Vzorca ržene moke se najbolj ločita od ostalih vzorcev po vsebnosti fosforja in energijskem deležu maščob. Koruzna moka in zdrob se najbolj razlikujeta po vsebnosti skupne in netopne vlaknine. Vzorci v zgornjem desnem kvadrantu pa se od ostalih vzorcev najbolj ločijo po vsebnosti kalija, stearinske kisline in energijskem deležu beljakovin.



Slika 14: Razvrstitev vzorcev žit v skupine s pomočjo metode LDA

Zanimala nas je tudi možnost klasificiranja oziroma uvrščanja v vnaprej določene vrste. S testom, ki smo ga izvedli, smo ugotovili, da je z analiziranimi parametri možno zelo zanesljivo razvrstiti neznan vzorec žita v posamezno vrsto/skupino. Rezultati so podani v preglednici 15. Vse vzorce smo na osnovi izbranih parametrov uspeli uvrstiti v pravilno skupino žita (100 %).

Preglednica 15: Uvrščanje vzorcev v posamezne vrste glede na število vzorcev

Dejanska vrsta žita	Predvidena vrsta žita						Pravilno uvrščeni vzorci (%)
	Ajda	Ječmen	Koruza	Pira	Pšenica	Rž	
Ajda	2	0	0	0	0	0	100
Ječmen	0	1	0	0	0	0	100
Koruza	0	0	2	0	0	0	100
Pira	0	0	0	1	0	0	100
Pšenica	0	0	0	0	7	0	100
Rž	0	0	0	0	0	2	100

## 5 SKLEPI

Ob pričetku raziskave smo postavili naslednji hipotezi:

- Vsebnost hranljivih snovi med posameznimi analiziranimi vzorci bo različna; razlike pričakujemo predvsem glede na vrsto žita (ajda, pšenica, koruza,..) in tehnološki proces predelave (moka, kaša, zrno, zdrob),
- Rezultati naših analiz bodo primerljivi s podatki tujih baz o sestavi živil.

Na podlagi pridobljenih rezultatov opravljenih kemijskih analiz smo oblikovali naslednje sklepe:

- Med posameznimi skupinami žit so razlike v vsebnosti hranil in drugih snovi, nekatere so statistično značilne, druge ne. S tem lahko potrdimo prvo hipotezo. Ugotovili smo, da pri vsebnosti vode oziroma suhe snovi med obravnavanimi vzorci ni značilnih razlik.
- Kot smo predvidevali, so se razlike pojavile tudi med posameznimi žitnimi izdelki, vendar razlike niso bile tako velike kot smo pričakovali. Večja odstopanja med različnimi tipi so se pojavila pri vsebnosti maščobe in pepela pri pšenici in koruzi, kjer je bila vsebnost maščobe v koruznem zrnu 5,31 g/100 g v instant polenti pa le 0,35 g/100 g. Tudi vsebnost beljakovin v ajdovi kaši (17,3 g/100 g) je bistveno višja od vsebnosti v ostalih ajdovih izdelkih (10,3-11,4 g/100 g).
- Najvišjo energijsko vrednost ob upoštevanju skupnih OH imajo ovseni kosmiči (1650 kJ/100 g), najnižjo pa ječmen (1518 kJ/100 g). Najvišji delež energije predstavljajo ogljikovi hidrati (od 71 do 87 %).
- Ugotovili smo, da je vsebnost elementov v žitih zelo različna. V žitih so bile določene najnižje vsebnosti stroncija, rubidija in broma, kjer vsebnost ni presegla 1 mg/100 g. Najvišje pa so bile vsebnosti fosforja in kalija, kjer so bile vsebnosti v večini primerov višje od 300 mg/100 g.
- Vsebnost določenih maščobnih kislin je bila zelo raznolika. Največje količine smo določili v koruznem zrnu in moki, najmanj maščobnih kislin pa je vsebovala pšenična polnozrnata moka. Najslabše je bila zastopana arahidinska kislina, največje pa so bile vsebnosti linolne kisline.



- Potrdimo lahko tudi drugo hipotezo, saj so rezultati naših analiz bili primerljivi s podatki tuje prehranske baze, večje razlike pa so se pojavile pri vsebnosti prehranske vlaknine in izkoristljivih ogljikovih hidratih. Relevantnost tuje prehranske baze, ki smo jo izbrali za primerjavo utemeljuje to, da je med najboljšežnejšimi v Evropi in neprestano ažurirana.

## 6 POVZETEK

Žita imajo v človeški prehrani pomembno vlogo, saj predstavljajo pomemben vir ogljikovih hidratov, beljakovin, mineralov, maščob, vitaminov in prehranske vlaknine. Vendar pa je lahko hranilna vrednost žit in njihovih izdelkov zelo različna in odvisna od njihove obdelave. Pri polnozrnatih izdelkih je hranilna vrednost višja, z različno obdelavo in meljavo zrna do bele moke pa odstranimo pomembne komponente (kalček, alevronska plast, luska), ki so zelo pomemben vir hranljivih snovi, predvsem beljakovin, mineralov, vitaminov in prehranske vlaknine.

Z raziskavo smo želeli ovrednotiti hranilno vrednost žit in njihovih izdelkov (kaše, zdrobi in moke) slovenskega izvora ter rezultate primerjati s podatki iz tujih prehranskih baz. V 72 vzorcih smo določili vsebnost vode, pepela, maščob, beljakovin, prehranske vlaknine ter nekaterih mineralov in maščobnih kislin. Iz pridobljenih podatkov smo nato izračunali vsebnost ogljikovih hidratov, energijske deleže posameznih hranil in energijsko vrednost. S primerjavo rezultatov smo ugotavljali razlike v vsebnosti posameznih hranljivih snovi med različnimi vrstami žit in njihovimi izdelki.

Med različnimi skupinami žit smo ugotovili, da se razlikujejo v vsebnosti hranil in energijski vrednosti. Najmanj razlik je pri vsebnosti vode, največ pa pri ogljikovih hidratih in prehranski vlaknini. Energijsko (s skupnimi OH) je najbolj bogat oves, s povprečno energijsko vrednostjo 1650 kJ/100 g, sledi proso, koruza, rž, pira, pšenica, ajda ter ječmen, ki ima najnižjo energijsko vrednost (1518 kJ/100 g). Razlike v vsebnosti hranljivih snovi so tudi med izdelki iz enake vrste žita. Razlike smo zasledili pri vsebnosti maščob pri koruznih izdelkih, kjer je najmanjša vsebnost maščob 0,35 g/100g v instant polenti in največja 5,31 g/100 g v koruznem zrnu.

Skupni ogljikovi hidrati v žitih prispevajo največji delež k energijski vrednosti, saj predstavljajo med 71 in 87 % energijske vrednosti. Sledijo jim beljakovine in maščobe. Energijski deleži hranil nam pomagajo pri oblikovanju ustreznih jedilnikov in zagotavljanju dnevnih potreb po določenih hranilih. Ker imajo žita velik delež ogljikovih hidratov, jih kombiniramo s kakovostnimi beljakovinami in maščobami.

Pridobljene rezultate smo primerjali s tujo prehransko bazo podatkov (Souci in sod., 2008). Ugotovili smo, da so rezultati dobro primerljivi. Razlike se pojavijo pri posameznih vzorcih v vsebnosti maščob in beljakovin, največja odstopanja pa so bila pri vsebnosti prehranske vlaknine, predvsem zaradi različnih metod, ki se uporabljajo za njeno določanje in posledično pri izkoristljivih ogljikovih hidratih.

## 7 VIRI

- Adamič Š. 1989. Temelji biostatistike. 2. izd. Ljubljana, Medicinska fakulteta: 195 str.
- Baltensperger D., Cai Y.Z. 2004. Millet: minor. V: Encyclopedia of grain science. Vol. 2. Wrigley C., Corke H., Walker C.E. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 261-268
- Biel W., Bobko K., Maciorowski R. 2009. Chemical composition and nutritive value of husked and naked oats grain. *Journal of Cereal Science*, 49: 413-418
- Bonafaccia G., Galli V., Francisci R., Mair V., Škrabanja V, Kreft I. 2000. Characteristics of spelt wheat products and nutritional value of spelt wheat-based bread. *Food Chemistry*, 68: 437-441
- Brown A. 2011. Understanding food: principles and preparation. 4<sup>th</sup> ed. Belmont, Wadsworth Cengage Learning: 625 str.
- Bucinski A., Baczek T., Krysinski J., Szoszkiewicz R., Zaluski J. 2007. Clinical data analysis using artificial neural networks (ANN) and principal component analysis (PCA) of patients with breast cancer after mastectomy. *Reports of Practical Oncology and Radiotherapy*, 12, 1: 9-17
- Bushuk W. 2004. Rye. V: Encyclopedia of grain science. Vol. 3. Wrigley C., Corke H., Walker C.E. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 85-91
- Cai Y.Z., Corke H., Li W.D. 2004. Buckwheat. V: Encyclopedia of grain science. Vol. 1. Wrigley C., Corke H., Walker C.E. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 120-128
- Church S. 2005. The history of European food composition databases. Norwich, European Food Information Resource Consortium (EuroFIR): 62 str.
- Church S. M. 2006. The history of food composition databases. *British Nutrition Foundation Bulletin*, 31: 15-20
- Curtis B.C. 2002. Wheat in the world. V: Bread wheat: improvement and production. Curtis B.C., Rajaram S., Gomez Macpherson H. (eds.). Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations: 16 str.  
<http://www.fao.org/docrep/006/y4011e/y4011e04.htm#bm04> (18.7.2014)

- Čergan Z. 2008. Razširjenost in pomen pridelave koruze. V: Koruza. Čergan Z. (ur.). Ljubljana, Kmečki glas: 13-22
- Dexter J.E., Sarkar A.K. 2004. Wheat: Dry milling. V: Encyclopedia of grain science. Vol. 3. Wrigley C., Corke H., Walker C.E. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 363-375
- Dewettinck K., Van Bockstaele F., Kühne B., Van de Walle D., Courtens T.M., Gellynck X. 2008. Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. *Journal of Cereal Science*, 48: 243-257
- Dodevska M.S., Djordjevic B.I., Sobajic S.S., Miletic I.D., Djordjevic P.B., Dimitrijevic Sreckovic V.S. 2013. Characterisation of dietary fibre components in cereals and legumes used in Serbian diet. *Food Chemistry*, 141: 1624-1629
- Drobnič Vidic A. 2013. Izbrana poglavja iz matematike in statistike: Zbirka rešenih nalog iz diferencialnih enačb, trigonometrijskih vrst, verjetnostnega računa in statistike. 2. izd. Ljubljana, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo: 237 str.
- Escarnot E., Agneessens R., Wathelet B., Paquot M. 2010. Quantitative and qualitative study of spelt and wheat fibers in varying milling fractions. *Food Chemistry*, 122: 857-863
- FAO. 1992. Maize in human nutrition. Rome, Food and Agriculture Organization, Information Network on Post-Harvest Operations: 160 str.  
<http://www.fao.org/docrep/t0395e/T0395E00.htm#Contents> (9.7.2014)
- FAO. 1995. Sorghum and millets in human nutrition. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations: 49-87
- Gerbič M. 2010. Vsebnost maščobnih kislin v povrhnjici in semenih različnih kultivarjev sliv. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 94 str.
- Golob T., Stibilj V., Žlender B., Doberšek U., Jamnik M., Polak T., Salobir J., Čandek-Potokar M. 2006. Slovenske prehranske tabele – meso in mesni izdelki. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 322 str.

- Gomez M.I., Gupta S.C. 2003. Millets. V: Encyclopedia of food science and nutrition. Vol. 6. Caballero B., Trungo L.C., Finglas P.M. (eds.). 2<sup>nd</sup> ed. Amsterdam, Academic Press: 3974-3979
- Greenfield H., Southgate D.A.T. 2003. Food composition data: production, management and use. 2<sup>nd</sup> ed. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations: 288 str.
- Grundas S.T. 2003. Wheat: The crop, the grain structure of wheat and wheat-based products. V: Encyclopedia of food science and nutrition. Vol. 10. Caballero B., Trungo L.C., Finglas P.M. (eds.). 2<sup>nd</sup> ed. Amsterdam, Academic Press: 6130-6146
- Hareland G.A., Manthey F.A. 2003. Oats. V: Encyclopedia of food science and nutrition. Vol. 7. Caballero B., Trungo L.C., Finglas P.M. (eds.). 2<sup>nd</sup> ed. Amsterdam, Academic Press: 4213-4219
- Harrison G.G. 2004. Fostering data quality in food composition databases: applications and implications for public health. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17: 259-265
- Henry R.J. 2004. Barley: Harvesting, storage, and transport. V: Encyclopedia of grain science. Vol. 1. Wrigley C., Corke H., Walker C.E. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 46-49
- Hirose K., Yamamoto M. 2014. Estimation of an oblique structure via penalized likelihood factor analysis. *Computational Statistics and Data Analysis*, 79: 120-132
- Izydorczyk M.S., Dexter J.E. 2004. Barley: Milling and processing. V: Encyclopedia of grain science. Vol. 1. Wrigley C., Corke H., Walker C.E. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 57-68
- Jesenko J. 2001. Statistika v organizaciji in managementu. Kranj, Moderna organizacija: 422 str.
- Kamal-Eldin A., Aman P., Zhang J.-X., Bach Knudsen K.-E., Poutanen K. 2008. Rye bread and other rye products. V: Technology of functional cereal products. Hamaker B. R. (ed.). Cambridge, Woodhead Publishing Limited: 233-260

- Kastelec D., Košmelj K. 2008. Diskriminantna analiza in klasifikacija: osnove in primer. *Acta agriculturae Slovenica*, 91: 167-190
- Kling J.G., Hayes P.M., Ullrich S.E. 2004. Barley: Genetics and breeding. V: *Encyclopedia of grain science*. Vol. 1. Wrigley C., Corke H., Walker C.E. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 27-38
- Kocjan Ačko D. 1999. Pozabljene poljščine. Ljubljana, Kmečki glas: 187 str.
- Kocjan Ačko D. 1998. Tudi pira je pšenica. V: *Pira – novo odkritje pozabljenega žita*. Kocjan Ačko D. (ur.). Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 7-15.
- Korošec M., Golob T., Bertonec J., Stibilj V., Koroušič Seljak B. 2013. The Slovenian food composition database. *Food Chemistry*, 140: 495-499
- Kožuh B. 2013. Knjiga o statistiki. 1. izd. Ljubljana, Znanstvena založba Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani: 243 str.
- Kreft I. 1995. Ajda. Ljubljana, Kmečki glas: 112 str.
- Kropf U. 2009. Elementna izotopska sestava medu iz različnih geografskih regij Slovenije. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Podiplomski študij bioloških in biotehniških znanosti: 219 str.
- Lane R.H. 1999. Cereal foods. V: *Official methods of analysis of AOAC international*. Vol. 2. Cunniff P. (ed.). 16<sup>th</sup> ed. Maryland, AOAC International, Chapter 32: 1-43
- Li J.S., Vasal S.K. 2004. Maize: Quality protein maize. V: *Encyclopedia of grain science*. Vol. 2. Wrigley C., Corke H., Walker C.E. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 212-216
- Lindhauer M.G., Dreisoerner J. 2003. Rye. V: *Encyclopedia of food science and nutrition*. Vol. 8. Caballero B., Trunco L.C., Finglas P.M. (eds.). 2<sup>nd</sup> ed. Amsterdam, Academic Press: 5027-5031

- MacGregor A.W. 2003. Barley. V: Encyclopedia of food science and nutrition. Vol. 1. Caballero B., Trunco L.C., Finglas P.M. (eds.). 2<sup>nd</sup> ed. Amsterdam, Academic Press: 379-382
- Marques de Sa C., Noronha F., Ferreira da Silva E. 2014. Factor analysis characterization of minor element contents in sulfides from Pb-Zn-Cu-Ag hydrothermal vein deposits in Portugal. *Ore Geology Reviews*, 62: 54-71
- Nikolič Z. 1998. Predelava in uporaba pira. V: Pira – novo odkritje pozabljenega žita. Kocjan Ačko D. (ur.). Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 22-27
- O'Brien L, DePauw R. 2004. Wheat: Breeding. V: Encyclopedia of grain science. Vol. 3. Wrigley C., Corke H., Walker C.E. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 330-336
- Paulsen G.M., Shroyer J.P. 2004. Wheat: Agronomy. V: Encyclopedia of grain science. Vol. 3. Wrigley C., Corke H., Walker C.E. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 337-347
- Piccolli da Silva L., Santorio Ciocca M.L. 2005. Total, insoluble and soluble dietary fiber values measured by enzymatic-gravimetric method in cereal grains. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18: 113 -120
- Plestenjak A., Golob T. 2003. Analiza kakovosti živil. 2. izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 102 str.
- Referenčne vrednosti za vnos hranil. 2004. 1. izd. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije: 215 str.
- Reid M.K., Spencer K.L. 2009. Use of principal components analysis (PCA) on estuarine sediment datasets: The effect of data pre-treatment. *Environmental Pollution*, 157: 2275-2281
- Souci S.W., Fachmann W., Kraut H. 2008. Food composition and nutrition tables. 7<sup>th</sup> rev. and completed ed. Stuttgart, Medpharm Scientific Publishers: 1364 str.

- Southgate D.A.T. 2000. Food composition tables and nutritional databases. V: Human nutrition and dietetics. Garrow J.S., James W.P.T., Ralph A. (eds.). 10<sup>th</sup> ed. Edinburgh, C. Livingstone
- SURS. 2014. Posevki na njivah, osnovna površina, Slovenija, po letih; Pridelava poljščin, Slovenija, letno. Ljubljana, Statistični urad Republike Slovenije: baza podatkov <http://pxweb.stat.si/pxweb/Database/Okolje/Okolje.asp> (25.8.2014)
- Tajnšek T., Milevoj L., Čergan Z., Osvald J. 1991. Koruza. Ljubljana, Kmečki glas: 16-35
- Tajnšek T. 1988. Pšenica. Ljubljana, Kmečki glas: 160 str.
- Turk G. 2012. Verjetnostni račun in statistika. 1. izd. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 264 str.
- Uredba (EU) št. 1169/2011 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 25. oktobra 2011 o zagotavljanju informacij o živilih potrošnikom, spremembah uredb (ES) št. 1924/2006 in (ES) št. 1925/2006 Evropskega parlamenta in Sveta ter razveljavitvi Direktive Komisije 87/250/EGS, Direktive Sveta 90/496/EGS, Direktive Komisije 1999/10/ES, Direktive 2000/13/ES Evropskega parlamenta in Sveta, direktiv Komisije 2002/67/ES in 2008/5/ES in Uredbe Komisije (ES) št. 608/2004. 2011. Uradni list Evropske unije, 54, L304: 1-46 str.
- Vasal S.K. 2004. The role of high lysine cereals in animal and human nutrition in Asia. V: Protein sources for the animal feed industry. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations: 167-185  
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5019e/y5019e00.pdf> (15.7.2014)
- Williamson C. 2005. The different uses of food composition databases. Norwich, European Food Information Resource Consortium (EuroFIR): 44 str.
- Worden G.C. 2004. Wheat: Marketing. V: Encyclopedia of grain science. Vol. 3. Wrigley C., Corke H., Walker C.E. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 375-383
- Wrigley C. 2004. Cereals. V: Encyclopedia of grain science. Vol. 1. Wrigley C., Corke H., Walker C.E. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 187-201



Yang W., Wu H. 2014. Regularized complete linear discriminant analysis. *Neurocomputing*, 137: 185-191

Zidar T. 2014. Prehranska vlaknina v modelnih celodnevni obrok. Magistrski študij – 2. stopnja Prehrana. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 78 str.

Zörb C., Niehaus K., Barsch A., Bietsche T., Langenkämper G. 2009. Levels of compounds and metabolites in wheat ears and grains in organic and conventional agriculture. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 9555-9562

Zwer P. K. 2004. Oats. V: *Encyclopedia of grain science*. Vol. 2. Wrigley C., Corke H., Walker C.E. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 365-375

Žeželj M. 1989. Tehnologija i oprema za preradu žita. Beograd, Naučna knjiga: 263 str.

## ZAHVALA

Iskrena hvala mentorici doc. dr. Mojci Korošec za pomoč, spodbudo, strokovne nasvete ter potrpežljivost pri nastajanju magistrske naloge ter recenzentu doc. dr. Tomažu Požrlu za strokovni pregled, koristne nasvete in predloge.

Zahvalila bi se tudi prof. dr. Tereziji Golob, ki je prvotno prevzela mentorstvo nad magistrsko nalogo, za vse ideje, pomoč in spodbude pri nastajanju magistrskega dela.

Zahvaljujem se tudi univ. dipl. inž. živ. tehnol. Lini Burkan Makivić za pregled referenc in končni pregled magistrske naloge.

Prav tako se zahvaljujem vsem zaposlenim na katedri za Tehnologijo mesa in vrednotenje živil za nasvete in pomoč pri delu v laboratoriju.

Največja zahvala gre mamici in atiju, ki sta mi študij omogočila ter me bodrila in podpirala na vsakem koraku te študijske poti. Hvala za potrpežljivost.

Rada bi se zahvalila vsem sošolcem in sošolkam za pomoč med študijem in za vse posojene zapiske. Največja zahvala gre Tjaši, saj brez tebe študijska leta enostavno ne bi bila ista.

Še posebej pa bi se rada zahvalila Siniši, za vso potrpežljivost ter spodbudne besede. Hvala, ker si verjel vame, da zmorem.

## PRILOGE

Priloga A: Pearsonovi korelacijski koeficienti med analiziranimi parametri žit (1)

	Voda	Pepel	Maščobe	Beljakovine	Skupna vlaknina	Topna vlaknina	Netopna vlaknina	Izkoristljivi OH	Skupni OH	EVzizOH	EVsskOH	EDB	EDM	EDOH
Voda	1	-0,147	-0,243*	-0,077	-0,171	-0,278	-0,095	0,193	-0,038	-0,379	-0,198	-0,017	-0,225	0,175
Pepel	-0,147	1	0,532**	0,342**	0,669**	0,231	0,766**	-0,857**	-0,444**	-0,349	-0,074	0,362**	0,559**	0,606**
Maščobe	-0,243*	0,532**	1	0,247*	0,165	0,036	0,198	-0,512*	0,336**	0,454*	0,260*	0,162	0,990**	0,815**
Beljakovine	-0,077	0,342**	0,247*	1	-0,139	-0,277	-0,053	-0,354	0,368**	0,354	0,088	0,934**	0,260*	0,692**
Skupna vlaknina	-0,171	0,669**	0,165	-0,139	1	0,757**	0,953**	-0,831**	0,831**	0,737**	-0,903**	0,126	0,244	-0,237
Topna vlaknina	-0,278	0,231	0,036	-0,277	0,757**	1	0,525*	-0,482*	-0,482*	-0,509*	-0,653**	-0,114	0,071	0,010
Netopna vlaknina	-0,095	0,766**	0,198	-0,053	0,953**	0,525*	1	-0,861**	0,861**	0,725**	-0,875**	0,217	0,285	-0,313
Izkoristljivi OH	0,193	-0,857**	-0,512*	-0,354	-0,831**	-0,482*	-0,861**	1	1,000**	0,443*	0,643**	-0,566**	0,585**	0,705**
Skupni OH	-0,038	-0,444**	-0,336**	-0,368**	-0,831**	-0,482*	-0,861**	1,000**	1	0,443*	0,769**	-0,632**	0,444**	0,665**
EVzizOH	-0,379	-0,349	0,454*	0,354	-0,737**	-0,509*	-0,725**	0,443*	0,443*	1	0,956**	0,078	0,371	-0,301
EVsskOH	-0,198	-0,074	0,260*	0,088	-0,903**	-0,653**	-0,875**	0,643**	0,769**	0,956**	1	-0,266*	0,143	0,037
EDB	-0,017	0,362**	0,162	0,934**	0,126	-0,114	0,217	-0,566**	0,632**	0,078	-0,266*	1	0,217	0,696**
EDM	-0,225	0,559**	0,990**	0,260*	0,244	0,071	0,285	-0,585**	0,444**	0,371	0,143	0,217	1	0,852**
EDOH	0,175	-0,606**	-0,815**	-0,692**	-0,237	0,010	-0,313	0,705**	0,665**	-0,301	0,037	0,696**	0,852**	1
Rb	-0,250	0,544**	0,327	0,388*	0,211	0,139	0,229	-0,415	-0,356	0,021	-0,077	0,434*	0,346	-0,472*
P	-0,244	0,789**	0,618**	0,438*	0,401	0,196	0,469*	-0,691**	-0,321	0,126	0,128	0,385*	0,606**	0,633**
S	-0,019	0,419*	0,308	0,786**	0,052	-0,088	0,120	-0,434*	-0,285	0,119	0,132	0,761**	0,311	0,614**

Se nadaljuje...

Priloga A nadaljevanje: Pearsonovi korelacijski koeficienti med analiziranimi parametri žit (1)

	Voda	Pepel	Maščobe	Beljakovine	Skupna vlaknina	Topna vlaknina	Netopna vlaknina	Izkoristljivi OH	Skupni OH	EVzizOH	EVsskOH	EDB	EDM	EDOH
Cl	-0,078	-0,236	-0,282	0,267	0,213	0,252	0,172	-0,259	-0,279	-0,257	-0,350	0,413*	-0,228	-0,049
K	-0,353	0,908**	0,458*	0,209	0,825**	0,614**	0,854**	-0,836**	-0,637**	-0,402	-0,376*	0,331	0,496**	0,526**
Ca	-0,096	0,662**	0,246	0,399*	0,506*	0,494*	0,463*	-0,629**	-0,569**	-0,303	-0,343	0,509**	0,277	-0,460*
Mn	-0,312	0,569**	0,350	0,347	0,669**	0,559**	0,662**	-0,757**	-0,598**	-0,298	-0,339	0,481**	0,395*	0,530**
Fe	0,091	0,239	0,036	0,149	0,080	0,057	0,084	-0,192	-0,212	-0,122	-0,156	0,222	0,063	-0,160
Zn	-0,323	0,830**	0,544**	0,575**	0,550**	0,327	0,612**	-0,801**	-0,598**	-0,099	-0,159	0,635**	0,567**	0,733**
Br	-0,049	0,143	0,407*	0,076	0,003	-0,102	0,057	-0,128	-0,221	0,265	-0,002	0,062	0,409*	-0,325
Sr	-0,081	0,150	0,311	0,350	0,239	0,237	0,217	-0,436*	-0,342	0,046	-0,083	0,392*	0,324	-0,434*
C16:0	0,153	0,670**	0,856**	0,147	0,233	-0,053	0,356	-0,487	-0,336*	-0,090	0,065	0,128	0,850**	0,641**
C18:0	0,018	0,482**	0,872**	-0,106	-0,033	-0,326	0,116	-0,125	-0,089	0,277	0,243	-0,165	0,841**	0,444**
C20:0	0,229	0,404**	0,353*	0,084	-0,178	-0,377	-0,062	-0,107	-0,048	0,309	0,137	0,036	0,337*	-0,244
C18:1	0,050	0,537**	0,832**	0,066	-0,051	-0,323	0,090	-0,173	-0,175	0,250	0,199	0,007	0,804**	0,532**
C18:2	-0,074	0,403**	0,884**	-0,015	0,322	0,008	0,450	-0,489	-0,290*	-0,060	0,063	-0,017	0,875**	0,563**
C18:3	0,092	0,645**	0,457**	0,081	0,735**	0,657**	0,707**	-0,688**	-0,487**	-0,742**	-0,306*	0,163	0,497**	0,432**

\* -  $p < 0,05$

\*\* -  $p < 0,01$

Se nadaljuje...

Priloga A: Pearsonovi korelacijski koeficienti med analiziranimi parametri žit (2)

	Rb	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe	Zn	Br	Sr	C16:0	C18:0	C20:0	C18:1	C18:2	C18:3
Voda	-0,250	-0,244	-0,019	-0,078	-0,353	-0,096	-0,312	0,091	-0,323	-0,049	-0,081	0,153	0,018	0,229	0,050	-0,074	0,092
Pepel	0,544**	0,789**	0,419*	-0,236	0,908**	0,662**	0,569**	0,239	0,830**	0,143	0,150	0,670**	0,482**	0,404**	0,537**	0,403**	0,645**
Maščobe	0,327	0,618**	0,308	-0,282	0,458*	0,246	0,350	0,036	0,544**	0,407*	0,311	0,856**	0,872**	0,353*	0,832**	0,884**	0,457**
Beljakovine	0,388*	0,438*	0,786**	0,267	0,209	0,399*	0,347	0,149	0,575**	0,076	0,350	0,147	-0,106	0,084	0,066	-0,015	0,081
Skupna vlaknina	0,211	0,401	0,052	0,213	0,825**	0,506*	0,669**	0,080	0,550**	0,003	0,239	0,233	-0,033	-0,178	-0,051	0,322	0,735**
Topna vlaknina	0,139	0,196	-0,088	0,252	0,614**	0,494*	0,559**	0,057	0,327	-0,102	0,237	-0,053	-0,326	-0,377	-0,323	0,008	0,657**
Netopna vlaknina	0,229	0,469*	0,120	0,172	0,854**	0,463*	0,662**	0,084	0,612**	0,057	0,217	0,356	0,116	-0,062	0,090	0,450	0,707**
Izkoristljivi OH	-0,415	-0,691**	-0,434*	-0,259	-0,836**	-0,629**	-0,757**	-0,192	-0,801**	-0,128	-0,436*	-0,487	-0,125	-0,107	-0,173	-0,489	-0,688**
Skupni OH	-0,356	-0,321	-0,285	-0,279	-0,637**	-0,569**	-0,598**	-0,212	-0,598**	-0,221	-0,342	-0,336*	-0,089	-0,048	-0,175	-0,290*	-0,487**
EVvizOH	0,021	0,126	0,119	-0,257	-0,402	-0,303	-0,298	-0,122	-0,099	0,265	0,046	-0,090	0,277	0,309	0,250	-0,060	-0,742**
EVsskOH	-0,077	0,128	0,132	-0,350	-0,376*	-0,343	-0,339	-0,156	-0,159	-0,002	-0,083	0,065	0,243	0,137	0,199	0,063	-0,306*
EDB	0,434*	0,385*	0,761**	0,413*	0,331	0,509**	0,481**	0,222	0,635**	0,062	0,392*	0,128	-0,165	0,036	0,007	-0,017	0,163
EDM	0,346	0,606**	0,311	-0,228	0,496**	0,277	0,395*	0,063	0,567**	0,409*	0,324	0,850**	0,841**	0,337*	0,804**	0,875**	0,497**
EDOH	-0,472*	-0,633**	-0,614**	-0,049	-0,526**	-0,460*	-0,530**	-0,160	-0,733**	-0,325	-0,434*	-0,641**	-0,444**	-0,244	-0,532**	-0,563**	-0,432**
Rb	1	0,371	0,638**	-0,046	0,350	0,436*	0,554**	0,830**	0,677**	-0,135	0,122	0,557**	0,345	0,821**	0,661**	0,335	0,298
P	0,371	1	0,450*	-0,413*	0,768**	0,332	0,342	0,084	0,710**	0,356	-0,045	0,634**	0,428	0,517*	0,677**	0,550**	0,448*
S	0,638**	0,450*	1	0,228	0,267	0,469*	0,483**	0,456*	0,603**	-0,102	0,405*	0,306	-0,085	0,045	0,105	0,199	0,090
Cl	-0,046	-0,413*	0,228	1	-0,122	0,274	0,382*	0,039	-0,117	-0,311	0,541**	-0,447*	-0,654**	-0,760**	-0,816**	-0,411	-0,126
K	0,350	0,768**	0,267	-0,122	1	0,623**	0,601**	0,062	0,750**	0,168	0,110	0,584**	0,278	0,337	0,430	0,530*	0,745**
Ca	0,436*	0,332	0,469*	0,274	0,623**	1	0,660**	0,233	0,577**	-0,216	0,533**	0,370	-0,252	0,161	-0,019	0,116	0,680**
Mn	0,554**	0,342	0,483**	0,382*	0,601**	0,660**	1	0,403*	0,644**	-0,154	0,510**	0,155	-0,245	-0,160	-0,146	0,135	0,517*
Fe	0,830**	0,084	0,456*	0,039	0,062	0,233	0,403*	1	0,416*	-0,080	0,021	0,240	0,090	0,257	0,228	0,075	0,259
Zn	0,677**	0,710**	0,603**	-0,117	0,750**	0,577**	0,644**	0,416*	1	0,290	0,237	0,691**	0,307	0,429	0,444*	0,595**	0,618**

Se nadaljuje...

Priloga A nadaljevanje: Pearsonovi korelacijski koeficienti med analiziranimi parametri žit (2)

	Rb	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe	Zn	Br	Sr	C16:0	C18:0	C20:0	C18:1	C18:2	C18:3
Br	-0,135	0,356	-0,102	-0,311	0,168	-0,216	-0,154	-0,080	0,290	1	-0,139	0,387	0,752**	0,178	0,449*	0,641**	0,003
Sr	0,122	-0,045	0,405*	0,541**	0,110	0,533**	0,510**	0,021	0,237	-0,139	1	0,088	-0,274	-0,391	-0,420	-0,024	0,009
C16:0	0,557**	0,634**	0,306	-0,447*	0,584**	0,370	0,155	0,240	0,691**	0,387	0,088	1	0,806**	0,430**	0,776**	0,846**	0,692**
C18:0	0,345	0,428	-0,085	- 0,654**	0,278	-0,252	-0,245	0,090	0,307	0,752**	-0,274	0,806**	1	0,417**	0,878**	0,828**	0,327*
C20:0	0,821**	0,517*	0,045	- 0,760**	0,337	0,161	-0,160	0,257	0,429	0,178	-0,391	0,430**	0,417**	1	0,626**	0,072	-0,029
C18:1	0,661**	0,677**	0,105	- 0,816**	0,430	-0,019	-0,146	0,228	0,444*	0,449*	-0,420	0,776**	0,878**	0,626**	1	0,707**	0,253
C18:2	0,335	0,550**	0,199	-0,411	0,530*	0,116	0,135	0,075	0,595**	0,641**	-0,024	0,846**	0,828**	0,072	0,707**	1	0,580**
C18:3	0,298	0,448*	0,090	-0,126	0,745**	0,680**	0,517*	0,259	0,618**	0,003	0,009	0,692**	0,327*	-0,029	0,253	0,580**	1

\* -  $p < 0,05$ , \*\* -  $p < 0,01$