

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Petra LESKOVEC

**HRANILNA VREDNOST RAZLIČNIH VRST KRUHA
NA SLOVENSKEM TRGU**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Petra LESKOVEC

**HRANILNA VREDNOST RAZLIČNIH VRST KRUHA NA
SLOVENSKEM TRGU**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**NUTRITIONAL VALUE OF DIFFERENT KINDS OF BREAD ON
THE SLOVENIAN MARKET**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Opravljeno je bilo na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Za mentorico diplomskega dela je imenovana prof. dr. Terezija Golob in za recenzenta doc. dr. Tomaž Požrl.

Mentorica: prof. dr. Terezija GOLOB

Recenzent: doc. dr. Tomaž POŽRL

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Petra Leskovec

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn
DK UDK 641.1:664.66:543.61(043)=163.6
KG kruh/bel kruh/polbel kruh/črn kruh/ržen kruh/mešan kruh/koruzni kruh/bel kruh s sirom/ajdov kruh/pirin kruh/bel prepečenec/prepečenec z več žiti/mešan kruh z manj soli/kemijska sestava/hranilna vrednost/energijska vrednost/prehranske tabele
AV LESKOVEC, Petra
SA GOLOB, Terezija (mentorica)/POŽRL, Tomaž (recenzent)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI 2012
IN HRANILNA VREDNOST RAZLIČNIH VRST KRUHA NA SLOVENSKEM TRGU
TD Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP X, 57 str., 10 sl., 30 pregl., 6 pril., 53 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Namen naloge je bil ovrednotiti hranilno vrednost različnih vrst kruha slovenskih proizvajalcev. S primerjavo rezultatov smo ugotavljali razlike v vsebnosti posameznih hranljivih snovi med posameznimi vzorci iste vrste kruha in med različnimi vrstami kruha ter ugotavljali skladnost naših rezultatov s podatki na deklaracijah, in s podatki v tujih prehranskih tabelah. V raziskavo smo vključili 34 vzorcev in analizirali vsebnost vode, pepela, beljakovin, maščob, surove vlaknine in natrija ter izračunali vsebnost izkoristljivih ogljikovih hidratov, vsebnost soli in energijsko vrednost. Vzorce smo razporedili v 12 vrst kruha (bel, polbel, črn, ržen, mešan, koruzni, bel s sirom, ajdov, pirin, bel prepečenec, prepečenec z več žiti, mešan z manj soli). Ugotovili smo, da obstajajo razlike v hranilni in energijski vrednosti tako med posameznimi vrstami kruha kot tudi med vzorci iste vrste kruha. Energijsko najbolj bogat je bil vzorec belega prepečenca (1657 kJ/100 g), najmanjšo energijsko vrednost pa je imel vzorec domačega rženega kruha (897 kJ/100 g). Med vzorci iste vrste kruha so vsebnosti posameznih hranil precej podobne, s posameznimi odstopanji. Največjo razliko smo opazili med vzorci, ki smo jih uvrstili med mešan kruh, in sicer pri vzorcih, ki so vsebovali različna semena. Ugotovili smo, da se rezultati analiz vsebnosti hranljivih snovi in energijske vrednosti naših vzorcev ujemajo s podatki na deklaracijah ter da so naši rezultati za bel, ržen in mešan kruh dokaj dobro primerljivi s podatki objavljenimi v tujih prehranskih bazah (nemški, italijanski, danski in češki).

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 641.1:664.66:543.61(043)=163.6
CX bread/ white bread/semi-white bread/brown bread/rye bread/mixed bread/corn bread/white bread with cheese/buckwheat bread/spelt bread/bread white rusk/multigrain rusk/mixed bread with less salt/chemical composition/nutritional values/energy values/food composition tables
AU LESKOVEC, Petra
AA GOLOB, Terezija (supervisor)/POŽRL, Tomaž (reviewer)
PP SI-1000 Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
PY 2012
IN NUTRITIONAL VALUE OF DIFFERENT KINDS OF BREAD ON THE SLOVENIAN MARKET
DT Graduation thesis (University studies)
NO X, 57 p., 10 fig., 30 tab., 6 ann., 53 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The purpose of the thesis was to evaluate the nutritional value of different kinds of bread of various Slovenian producers. By comparing the results the differences in nutritional values among samples of the same type of bread as well as different kinds of bread were observed. Obtained results were compared with the data on declaration and with the data in foreign food composition tables. Thirty-four samples were included in our research and analysed for the content of water, ash, protein, fat, raw fibre and sodium. The content of carbohydrates, salt and energy value were calculated. The samples of bread were grouped into twelve different classes: white, semi-white, brown, rye, mixed, corn, white with cheese, buckwheat, spelt, white rusk, multigrain rusk, mixed with less salt. The results showed the differences in nutritional and energy values between different types of bread as well as between samples of the same type of bread. The most rich in energy was a sample of white rusk (1657 kJ/100 g) and the least a home made rye bread (897 kJ/100 g). The content of nutrients among the same kinds of bread is quite similar, with few deviations. The most noticeable difference was observed in samples classified as mixed bread, namely in samples containing various seeds. The analysed results of the nutritional and energy values of our samples matched the data on declaration and are considerably good comparable to the data published in other food composition tables (German, Italian, Danish and Czech). That is particularly the case with white, rye and mixed bread.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	II
KEY WORDS DOCUMENTATION	III
KAZALO VSEBINE	IV
KAZALO PREGLEDNIC	VI
KAZALO SLIK	VIII
KAZALO PRILOG	IX
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	X
1 UVOD	1
1.1 NAMEN DELA	2
1.2 DELOVNE HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 DEFINICIJA KRUHA	3
2.2 ZNAČILNOSTI POSAMEZNIH VRST KRUHA	3
2.2.1 Pšenični kruh	3
2.2.2 Ržen kruh	4
2.2.3 Ostale vrste kruha	5
2.3 PORABA KRUHA V SLOVENIJI	6
2.4 HRANILNA IN ENERGIJSKA VREDNOST ŽIVILA	6
2.4.1 Hranljive snovi	6
2.4.1.1 Ogljikovi hidrati	8
2.4.1.1.1 Prehranska vlaknina	9
2.4.1.1.2 Surova vlaknina	11
2.4.1.2 Beljakovine	11
2.4.1.3 Maščobe	12
2.4.1.4 Sol (NaCl)	14
2.4.2 Energijska vrednost	17
2.4.3 Označevanje hranilne vrednosti	17
2.4.4 Prehranske tabele	18
3 MATERIAL IN METODE DELA	19
3.1 NAČRT DELA	19
3.2 MATERIAL	19
3.3 ANALITSKE METODE	20
3.3.1 Priprava zračno suhega vzorca in določanje zračne sušine (Plestenjak in Golob, 2003)	20
3.3.2 Določanje vsebnosti vode v zračni sušini (Plestenjak in Golob, 2003) ..	21
3.3.2.1 Izračun vsebnosti vode v svežem vzorcu (Plestenjak in Golob, 2003) ...	21
3.3.3 Določanje vsebnosti pepela (Plestenjak in Golob, 2003)	21
3.3.4 Določanje vsebnosti beljakovin z metodo po Kjeldahlu (Plestenjak in Golob, 2003)	22

3.3.5	Določanje vsebnosti maščob z metodo po Weibull-Stoldt (Plestenjak in Golob, 2003)	24
3.3.6	Določanje vsebnosti surove vlaknine z metodo po Scharrer-Kürschnerju (Plestenjak in Golob, 2003)	25
3.3.7	Določanje vsebnosti natrija in izračun vsebnosti kuhinjske soli.....	26
3.3.8	Izračun vsebnosti ogljikovih hidratov (Plestenjak in Golob, 2003).....	27
3.3.9	Izračun energijske vrednosti (EV) v kJ (Plestenjak in Golob, 2003)....	27
3.3.10	Izračun energijskih deležev (ED) posameznih hranljivih snovi.....	27
3.4	STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV	28
4	REZULTATI.....	32
4.1	REZULTATI VSEBNOSTI VODE V KRUHU	32
4.2	REZULTATI VSEBNOSTI PEPELA V KRUHU	33
4.3	REZULTATI VSEBNOSTI BELJAKOVIN V KRUHU	35
4.4	REZULTATI VSEBNOSTI MAŠČOB V KRUHU	36
4.5	REZULTATI VSEBNOSTI SUROVE VLAKNINE V KRUHU	37
4.6	REZULTATI VSEBNOSTI IZKORISTLJIVIH OGLJIKOVIH HIDRATOV V KRUHU.....	38
4.7	REZULTATI VSEBNOSTI NATRIJA IN SOLI V KRUHU	39
4.8	ENERGIJSKA VREDNOST KRUHA	40
4.9	ENERGIJSKI DELEŽI HRANLJIVIH SNOVI	42
4.10	PRIMERJAVA NAŠIH REZULTATOV S PODATKI NA DEKLARACIJI....	42
4.11	PRIMERJAVA NAŠIH REZULTATOV S PODATKI TUJIH BAZ	45
4.12	REZULTATI STATISTIČNE OBDELAVE	47
5	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	50
5.1	RAZPRAVA.....	50
5.2	SKLEPI.....	52
6	POVZETEK.....	53
7	VIRI	54
	ZAHVALA	1
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Količinska proizvodnja kruha v Sloveniji v letih 2006-2010 (SURSTAT, 2011).....	6
Preglednica 2: Prehranska priporočila za vnos hranil za osebe stare od 25 do 51 let (Referenčne vrednosti..., 2004)	7
Preglednica 3: Razdelitev prehranske vlaknine (Batič, 2001).....	9
Preglednica 4: Vsebnost prehranske vlaknine v nekaterih kruhah, mokah in ostalih žitnih izdelkih v g/100 g (Plestenjak in Požrl, 2001)	10
Preglednica 5: Maščobno-kislinska sestava lipidov v različnih vrstah žit (Kent in Evers, 1994).....	13
Preglednica 6: Vpliv soli na testo in končni izdelek (Kovač, 2010).....	16
Preglednica 7: Faktorji pretvorbe za izračun energijske vrednosti (Referenčne vrednosti..., 2004).....	17
Preglednica 8: Seznam analiziranih vzorcev kruha.....	19
Preglednica 9: Mejne vrednosti za presojanje moči povezanosti spremenljivk (Seljak, 1996).....	29
Preglednica 10: Vsebnost vode (g/100 g) in osnovni statistični parametri za različne vrste kruha.....	33

Preglednica 11: Vsebnost pepela (g/100 g) in osnovni statistični parametri za različne vrste kruha.....	34
Preglednica 12: Vsebnost beljakovin (g/100 g) in osnovni statistični parametri za različne vrste kruha	35
Preglednica 13: Vsebnost maščob (g/100 g) in osnovni statistični parametri za različne vrste kruha	36
Preglednica 14: Vsebnost surove vlaknine (g/100 g) in osnovni statistični parametri za različne vrste kruha.....	37
Preglednica 15: Vsebnost izkoristljivih ogljikovih hidratov (g/100 g) in osnovni statistični parametri za različne vrste kruha.....	38
Preglednica 16: Vsebnost natrija (mg/100 g) in soli (g/100 g) ter osnovni statistični parametri za različne vrste kruha.....	40
Preglednica 17: Energijska vrednost (kJ/100 g) in osnovni statistični parametri za različne vrste kruha	41
Preglednica 18: Primerjava naših rezultatov s podatki na deklaraciji za vzorec nizko glikemični kruh Svit	43
Preglednica 19: Primerjava naših rezultatov s podatki na deklaraciji za vzorec bel prepečenec Mercator.....	43
Preglednica 20: Primerjava naših rezultatov s podatki na deklaraciji za vzorec Zlati prepečenec Krex	43
Preglednica 21: Primerjava naših rezultatov s podatki objavljenimi na internetni strani za vzorec Mercator bela štruca (Žito, 2012)	44
Preglednica 22: Primerjava naših rezultatov s podatki objavljenimi na internetni strani za vzorec kajzarica (Žito, 2012).....	44
Preglednica 23: Primerjava naših rezultatov s podatki objavljenimi na internetni strani za vzorec črna žemlja (Žito, 2012)	44
Preglednica 24: Primerjava naših rezultatov s podatki objavljenimi na internetni strani za vzorec sirova štručka (Žito, 2012).....	45
Preglednica 25: Primerjava naših rezultatov s podatki objavljenimi na internetni strani za vzorec ržen kruh (Žito, 2012).....	45
Preglednica 26: Primerjava naših rezultatov vzorcev belega kruha (SLO) s podatki tujih baz (EUROFIR, 2012)	46

Preglednica 27: Primerjava naših rezultatov (SLO) vzorcev rženega kruha s podatki tujih baz (EUROFIR, 2012).....	46
Preglednica 28: Primerjava naših rezultatov (SLO) vzorcev mešanega kruha s podatki tujih baz (EUROFIR, 2012).....	46
Preglednica 29: Statistično značilne zveze med analiziranimi parametri kruha	48
Preglednica 30: Uvrščanje vzorcev v posamezne vrste glede na število vzorcev	49

KAZALO SLIK

Slika 1: Vsebnost vode (g/100 g) v različnih vrstah kruha	32
Slika 2: Vsebnost pepela (g/100 g) v različnih vrstah kruha.....	34
Slika 3: Vsebnost beljakovin (g/100 g) v različnih vrstah kruha	35
Slika 4: Vsebnost maščob (g/100 g) v različnih vrstah kruha	36
Slika 5: Vsebnost surove vlaknine (g/100 g) v različnih vrstah kruha.....	37
Slika 6: Vsebnost izkoristljivih OH (g/100 g) v različnih vrstah kruha	40
Slika 7: Vsebnost soli (g/100 g) v različnih vrstah kruha.....	39
Slika 8: Energijska vrednost v 100 g kruha (kJ).....	41
Slika 9: Povprečni energijski deleži maščob, beljakovin in izkoristljivih ogljikovih hidratov v različnih vrstah kruha (%)	42
Slika 10: Razvrstitev vzorcev kruha v posamezne vrste s pomočjo metode LDA.....	49

KAZALO PRILOG

Priloga A: Osnovni podatki o vzorcih ter analitski rezultati analiziranih kruhov

Priloga B1: Rezultati Duncanovega testa za ugotavljanje statistično značilnih razlik v vsebnosti vode v različnih vrstah kruha

Priloga B2: Rezultati Duncanovega testa za ugotavljanje statistično značilnih razlik v vsebnosti pepela v različnih vrstah kruha

Priloga B3: Rezultati Duncanovega testa za ugotavljanje statistično značilnih razlik v vsebnosti izkoristljivih ogljikovih hidratov v različnih vrstah kruha

Priloga C: Rezultati Kruskal-Wallisov-ega testa za različne vrste kruha

Priloga D: Pearsonovi korelacijski koeficienti med analiziranimi parametri kruha

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ANOVA	analiza variance (angl. Analysis of variance)
ED	energijski delež
EG-metoda	Encimsko gravimetrična metoda po Proskyju za določanje prehranske vlaknine (topnih in netopnih)
EV	energijska vrednost
g	gram
HDL	lipoproteini visoke gostote oz. tako imenovan "dobri" holesterol (angl. High Density Lipoprotein)
kcal	kilokalorija (1 kcal = 4,184 kJ)
kJ	kilojoule
LDL	lipoproteini nizke gostote oz. tako imenovan "slabi" holesterol (angl. Low Density Lipoprotein)
mg	miligram
MJ	megajoule (1 MJ = 239 kcal)
ml	mililiter
NMK	nasičena maščobna kislina
NNMK	nenasičena maščobna kislina
OH	ogljikovi hidrati
p	statistična značilnost
PV	prehranska vlaknina
r	Pearsonov koeficient korelacije
SK-metoda	Scharer-Kürschnerjeva metoda za določanje surovih vlaknin
WHO	Svetovna zdravstvena organizacija (angl. World Health Organization)
ZPS	Zveza potrošnikov Slovenije

Leskovec P. Hranilna vrednost različnih vrst kruha na slovenskem trgu.

Dipl. delo. Ljubljana. Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, 2012

1 UVOD

Kruh Slovincem ne predstavlja le enega od osnovnih živil, temveč tudi bogato dediščino in simbol preživetja. Pisni viri ga omenjajo že v 13. stoletju, vendar ga ne moremo šteti med najstarejše jedi. Kar zadeva prehranjevanje nasploh, kruh pri tradicionalnih glavnih obrokih na Slovenskem ni bil običajen. Uživanje kruha pri zajtrku, kosilu in večerji, razen v izjemnih primerih, ni bilo v navadi. Že takrat so poznali najrazličnejše vrste kruha (bel, ržen, prosen, ajdov, kruh iz mešanice žit, npr. iz pšenice in rži). Bel kruh je bil merilo in odsev višje življenjske ravni in blaginje. Ker je bil le redkokdaj na mizi, je predstavljal eno od osrednjih jedi za slavnostne priložnosti (Renčelj, 1993). Kljub temu da Slovenci pojemo največ belega kruha, pridobiva vse večji pomen kruh iz temnih mok oz mok iz celega zrna, ki lahko predstavlja pomemben vir vlaknine.

Danes so žita in žitni izdelki najpomembnejši vir energije v človeški prehrani. Kljub temu da vsebujejo tudi beljakovine in maščobe, so njihova najpomembnejša sestavina ogljikovi hidrati. Ogljikohidratna živila, s kruhom na čelu, naj bi po prehranskih priporočilih prispevala najmanj 50 % dnevno zaužite energije. Seveda pa mora biti naša prehrana čimbolj pestra in raznovrstna. Ker predstavljajo žita in žitni izdelki največji delež in osnovo med priporočeno vsakdanjo izbiro živil, mora biti ponudba izdelkov iz žit posledično pestrejša, kar pomeni izboljšavo starih in pripravo novih izdelkov (več prehranske vlaknine, manj soli), ki so pripravljene v duhu smernic in spoznanj s področja zdrave prehrane.

V povezavi z ozaveščanjem ljudi o pomembnosti zdrave prehrane se je pojavilo vse večje zanimanje za poznavanje hranilne vrednosti živil. Vendar je na slovenskem trgu veliko proizvajalcev kruha, ki izdelkov ne opremijo z deklaracijo. Večina kruha na našem tržišču je nima. Ker se večino kruha prodaja postrežno, kot nepredpakirano živilo, se zanj ne zahteva označevanja kot za predpakirane izdelke (navedba sestavin, hranilne vrednosti), čeprav je takšna informacija za potrošnike zanimiva in koristna. Podatke o sestavi živil lahko najdemo v prehranskih tabelah, ki so najbolj točne za regijo, odkoder živila tudi izvirajo. Slovenci podatkov o sestavi različnih vrst kruha še nimamo, zaradi posebnosti in raznovrstnosti pri pripravi kruha pa so podatki iz tujih virov za naše izdelke na splošno slabo primerljivi oz. teh podatkov sploh ni.

1.1 NAMEN DELA

Namen naloge je bil s fizikalno-kemijskimi analizami določiti vsebnost vode, pepela, beljakovin, maščob, surove vlaknine in natrija v različnih vrstah kruha slovenskih proizvajalcev. V raziskavo so bile zajete najbolj razširjene vrste kruha v Sloveniji in nekatere vrste z ugodnejšo sestavo za naše zdravje (manj soli, več vlaknine). Dobljene rezultate smo statistično obdelali in jih primerjali med seboj. S primerjavo rezultatov smo ugotavljali, ali obstajajo razlike v vsebnosti analiziranih komponent med posameznimi vrstami oziroma posameznimi vzorci kruha. Dobljeni rezultati bodo pripomogli k ovrednotenju prehranske vrednosti različnih vrst kruha značilnih za slovenski prostor ter k oblikovanju baze podatkov o hranilni sestavi slovenskih živil rastlinskega izvora. Diplomsko delo je del projekta izdelave Slovenskih prehranskih tabel.

1.2 DELOVNE HIPOTEZE

Pred začetkom raziskave smo predvidevali, da se bodo različne vrste kruha v vsebnosti analiziranih snovi med seboj razlikovale, medtem ko se vzorci iste vrste ne bodo značilno razlikovali. Razlike smo pričakovali predvsem v vsebnosti soli in prehranske vlaknine. Pričakovali smo tudi, da bodo analitske vrednosti skladne z deklaracijo, ter da bodo rezultati analiz naših vzorcev primerljivi s podatki tujih baz o prehranski vrednosti posameznih vrst kruha.

2 PREGLED OBJAV

2.1 DEFINICIJA KRUHA

Pravilnik o kakovosti pekovskih izdelkov (2003) definira kruh kot pekovski izdelek, izdelan z mesenjem, oblikovanjem, vzhajanjem in peko testa, zamesenega iz žit in mlevskih izdelkov, vode oziroma druge ustrezne tekočine, pekovskega kvasa ali drugega sredstva za vzhajanje, dovoljenih aditivov ter drugih surovin, ki ustrezajo predpisani minimalni kakovosti. Glede na vrsto uporabljenih surovin in način izdelave razvrščamo kruh zlasti kot:

- pšenični kruh (pšenični bel, pšenični polbel, pšenični črn in pšenični polnozrnati kruh);
- ržen kruh (ržen in ržen polnozrnati);
- kruh iz drugih krušnih žit (npr. pirin, ajdov, ovsen, soržični kruh ipd.);
- mešan kruh (kruh iz mešanice pšenične, ržene, ječmenove, ovsene, ajdove, koruzne, prosene, sojine ali polnozrnate moke, drobljenca ali kosmičev ter podobnih izdelkov drugih poljščin);
- kruh posebnih vrst (mlečni, maščobni kruh, kruh s suhim sadjem, kruh s semeni, kruh z dodanimi vlakninami, kruh brez dodane soli itd.).

Pri izdelovanju kruha iz drugih krušnih žit se lahko uporablja do 20 % pšenične oziroma ržene moke.

2.2 ZNAČILNOSTI POSAMEZNIH VRST KRUHA

2.2.1 Pšenični kruh

Pšenični kruh izdelujemo iz pšenične moke različnih tipov ter razvrščamo in poimenujemo kot (Pravilnik o kakovosti pekovskih izdelkov, 2003):

- pšenični bel kruh, ki ga izdelujemo iz pšenične bele moke s pepelom do 0,55 %;
- pšenični polbel kruh, ki ga izdelujemo iz pšenične polbele moke s pepelom od 0,56 % do 1,05 %;
- pšenični črni kruh, ki ga izdelujemo iz pšenične črne moke s pepelom nad 1,06 %;
- pšenični polnozrnati kruh, ki ga izdelujemo iz polnozrnate pšenične moke oziroma polnozrnatega pšeničnega drobljenca.

Pri izdelavi pšeničnega kruha lahko del pšenične moke nadomestimo z drugo vrsto moke ali kosmiči, vendar mora delež pšenične moke znašati najmanj 90 %.

Kruh lahko izdelamo iz različnih tipov moke. Tip moke nam pove količino mineralnih snovi, ki jih neka moka vsebuje. Določimo ga tako, da količino mineralnih snovi, ki ostanejo po žarenju, pomnožimo s 1000. Moka višjega tipa daje boljšo aromo, debelejšo skorjo in večjo hranilno vrednost. Takšen kruh se tudi počasneje stara (Hrovat, 2000).

Bel pšenični kruh

Bel pšenični kruh izdelujejo iz moke tipa 400 ali 500. Ta kruh vsebuje veliko škroba in beljakovin ter malo vitaminov, mineralov, maščob in vlaknine. Ima dobre tehnološke lastnosti: velik volumen, enakomerno luknjičavost ter mehko in prožno sredico (Hrovat, 2000). V primerjavi s črnim kruhom ima ta kruh precej večji volumen predvsem zaradi velike moči zadrževanja plinov v testu in boljše razteznosti testa v začetku peke. Značilno zanj je sladek okus, nizka kislinska stopnja ter lahka prebavljivost, zato ga, razen nekaterih izjem, lahko uživajo vsi bolniki. Ta kruh se zelo hitro stara (Knez, 1974).

Polbel in črn pšenični kruh

Polbel pšenični kruh je iz moke tipa 850, tipa 700 ali iz mešanice mok tipa 500 in 1100. Ima nekoliko boljše hranilno vrednost od belega (več vitaminov, vlaknine, mineralov) in slabše tehnološke lastnosti (bolj nizka, zbita sredica). (Hrovat, 2000).

Črn pšenični kruh izdelujemo iz moke tipa 1100. Testo lahko zamesimo direktno ali indirektno (dodatek kislega testa) (Hrovat, 2000). Kruh z indirektnim načinom zamesa testa ima boljše aromo, vonj, okus in strukturo. Za pripravo testa je potreben daljši čas in bolj zahtevna tehnologija. Značilna je daljša obstojnost izdelkov (Batič, 2000). Črn pšenični kruh ima boljše hranilno vrednost in slabše tehnološke lastnosti kot bel ali polbel kruh. Ima bolj zaokrožen, poln in prijetnejši vonj. Ker moka tipa 1100 vsebuje tudi do 5- ali večkratno število bakterij kot moka tipa 500, je ta kruh podvržen hitrejšemu kvarjenju. Po zamesu pustimo izoblikovane kose testa v primerjavi z vrstami kruha iz nižjega tipa moke najmanj časa vzhajati, zahtevajo pa daljši čas peke. Vendar temperatura peči ne sme biti previsoka, sicer bi dobili kruh z neprepečeno in surovo (pacasto) sredico (Hrovat, 2000).

Polnozrnati kruh

Ta kruh izdelujemo iz najmanj 80 % pšenične polnozrnate moke oziroma polnozrnatega pšeničnega drobljenca (Pravilnik o kakovosti pekovskih izdelkov, 2003). Polnozrnati kruh mora vsebovati sestavine celega pšeničnega zrna. Okus kruha lahko še posebej izboljšamo z dodatkom kislega testa. Kruh se običajno peče v modelih, ker ga lahko mehkeje zamesimo in je zato bolj sočen in aromatičen. Splošne značilnosti tega kruha so sorazmerno tanka skorja, povezana, enakomerno luknjičava sredica ter rahlo kiselkasta aroma. Polnozrnati kruh se počasneje stara, ter vsebuje več vitaminov, mineralov, beljakovin in vlaknine kot bel, polbel ali črn pšenični kruh (Hrovat, 2000).

2.2.2 Ržen kruh

Ržen kruh izdelujemo iz ržene moke različnih tipov in ga razvrščamo kot (Pravilnik o kakovosti pekovskih izdelkov, 2003):

- ržen kruh, ki ga izdelujemo iz ržene moke;
- ržen polnozrnati kruh, ki ga izdelujemo iz rženega drobljenca oziroma ržene polnozrnate moke.

Kruh iz ržene moke je težek in ima majhen volumen. Pri izdelovanju rženega kruha lahko uporabimo do 20 % pšenične moke, saj dodatek pšenične moke izboljša pecilne lastnosti testa. V primerjavi s pšeničnim kruhom ima ržen kruh bolj kisel okus, vsebuje več aromatičnih komponent in ostane dalj časa svež. Najpogosteje zamesimo ržen kruh tako, da dodajamo mlečno kislino. Prednosti tega načina so preprosta metoda ter večji izkoristek testa. Pri rženih kruhih uporabljamo tudi zames s kislim testom. S to mesitvijo dobimo aromatične izdelke s podaljšano svežino. Kislo testo vpliva na nastanek kisline, ki daje rženi moki boljše tehnološke lastnosti, razvoj CO₂, ki rahlja testo (CO₂ nastaja s fermentacijo kvasovk v kislem testu), počasnejše staranje (zaklejtev škroba poteka dalj časa in zato je retrogradacija počasnejša), nastajanje aromatičnih spojin, ki se sproščajo med peko, poleg tega pa produkti presnove mikroorganizmov delujejo konzervirajoče (Hrovat, 2000).

Normalno ima ržen kruh razpokano skorjo. Včasih odstopi od skorje v manjši ali večji meri sredica, kar kakovost bistveno poslabša. Ta napaka se pojavi posebno takrat, ko smo testo pustili premalo časa počivati, fermentirati ali pa če smo ga mesili prehitro. Testo za ržen kruh mesimo samo na dolge načine, vendar moramo paziti, da ne presežemo kislinske stopnje v kruhu, kar bi spremenilo njegov vonj in okus. Zaradi drugačne vezave in količine vode v sredici se ta kruh tudi počasneje stara (Knez, 1974).

2.2.3 Ostale vrste kruha

Mešani rženo-pšenični kruh

Hrovat (2000) omenja, da mora ta kruh vsebovati vsaj 30 % pšenične moke. V primerjavi s čistim rženim testom se to testo lažje obdeluje, je bolj suho in elastično. Izkoristek testa je večji, kislinska stopnja pa nižja. Kruh ima prijetno, rahlo kiselkasto aromo.

Ajdov kruh

Izdelujemo ga lahko iz 50 % ajdove in 50 % pšenične moke. Kruh je težak, gost in ima razpokano skorjo. Pogosteje izdelujemo mešan pšenično-ajdov kruh, ki vsebuje le 30 % ajdove moke. Ajdova moka daje suho sredico, zato jo poparimo in dodajamo snovi, ki preprečujejo sušenje (rženo moko in krompir) (Hrovat, 2000). Ajdov kruh ostane dalj časa svež, je prijetnega okusa in vonja ter zelo kakovosten (Renčelj in sod., 1993).

Korozni kruh

Izdelujemo ga iz mešanice koruzne in pšenične moke. Koruzni kruh nima porozne sredice, je zbit in ima razpokano skorjo. Lastnosti izboljšamo z dodatkom vsaj 30 % pšenične moke. Mešani pšenično-korozni kruh je rahel, luknjičav in elastičen, vendar še vedno suh in drobljiv. Za izboljšanje te lastnosti del koruzne moke poparimo. Ko se ohladi, jo zmešamo z ostalimi sestavinami in testo čim hitreje obdelamo. Da se ohrani sladkast okus in primerna struktura, mora biti čas fermentacije kratek. Priporočljivo je oblikovanje izdelkov s čim manjšo površino. Kruh se zelo hitro stara (Hrovat, 2000).

Pirin kruh

V zadnjih letih pridobiva pira vedno večji pomen tudi v Sloveniji. Pira zahteva skromne talne razmere in ni tako občutljiva na neugodne vremenske razmere, kot pšenica. Vsebuje veliko beljakovin (do 20 %), bogata je z vlakninami in vitamini B. Pekovski izdelki iz pirine moke so zato bolj zbiti, z manjšo prostornino, kot izdelki iz navadne pšenice. To nevšečnost lahko delno odpravimo z dodatkom 4 g askorbinske kisline (C vitamina) pri beli in 10 g pri polno mleti moki, saj ta učvrsti sicer šibkejši lepek. Ker vsebuje pirina moka 20–30 % lepka, je kruh boljši, če naredimo testo bolj mehko in ga spečemo v modelu. Kruh iz pirine moke ima odlično aromo in dolgo obstojnost. Najpogosteje pečejo mešan pirin kruh z dodatkom drugih krušnih mok. (Nikolič, 1998).

2.3 PORABA KRUHA V SLOVENIJI

Statistični podatki Republike Slovenije, navedeni v preglednici 1, prikazujejo količinsko proizvodnjo svežega kruha v Sloveniji med letoma 2006 in 2010. Iz podatkov, ki vključujejo le proizvodnjo kruha in ne tudi pekovskih izdelkov, je razvidno, da Slovenci letno porabimo približno 43 kg kruha na prebivalca. Skoraj enkrat toliko pa porabimo ostalih pekovskih izdelkov.

Preglednica 1: Količinska proizvodnja kruha v Sloveniji v letih 2006-2010 (SURSTAT, 2011)

Leto	2006	2007	2008	2009	2010
proizvodnja kruha (1000 kg)	81071	99423	88747	81666	83466
število prebivalcev	2008516	2019406	2022629	2042335	2049261
poraba kruha/prebivalca	40,364	49,234	43,877	39,987	40,730

Na podlagi podatkov Statističnega urada Republike Slovenije o porabi živil v gospodinjstvih sklepamo, da prebivalec Slovenije v povprečju zaužije približno 130 gramov kruha na dan. Še vedno največ pojemo belega kruha, in sicer okoli 48 g/dan. Po zaužitni dnevni količini na osebo pa sledijo črn, polbel, ržen mešan (pšenično-ržen) in koruzni kruh. Poleg naštetih vrst Slovenci v manjši količini uživamo tudi graham kruh, polnozrnat, ovsen in ajdov kruh.

2.4 HRANILNA IN ENERGIJSKA VREDNOST ŽIVILA

2.4.1 Hranljive snovi

Živilo lahko definiramo kot snov, ki jo človek užije, poje ali popije v nespremenjeni, pripravljene ali predelane obliki zaradi prehranjevanja ali užitka. Sestavine, ki jih telo pridobi iz živil, imenujemo hranljive snovi. V telesu imajo hranljive snovi več funkcij: pokrivajo energijske potrebe, kar omogoča vzdrževanje osnovnih telesnih funkcij, omogočajo vzdrževanje telesne temperature in opravljanje dela, zagotavljajo gradnjo in obnovo telesnih substanc, s čimer je pogojena rast celic in posledično rast ter obnova tkiv, opravljajo zaščitno in regulacijsko funkcijo. Kot zaščitne snovi povečujejo odpornost proti boleznim in uravnavajo biokemijske procese v telesu (Schlieper in sod., 1997).

Pravilna prehrana pomeni uživanje različnih vrst hrane v pravilnem ravnotežju in v ustrezni količini. Dnevne potrebe po hranilih zadostimo z makrohranili: z beljakovinami, ogljikovimi hidrati, maščobami ter prehranskimi vlakninami. Poleg makrohranil pa telo potrebuje tudi mikrohranila (vitamine in minerale) ter vodo. Količina potrebnih hranil je odvisna od starosti, spola, telesne zgradbe, aktivnosti, genskih in zunanjih dejavnikov. V poletnih mesecih ali pri lažjem delu mora biti v hrani manj kalorij kot pozimi in ob večjem fizičnem naporu. Moški običajno potrebujejo več energije kot ženske (Pokorn, 2004).

Vsaka od osnovnih skupin makrohranil opravlja v telesu specifično nalogo. Dnevne potrebe za posamezne hranljive snovi se razlikujejo. WHO (2003) priporoča, da z ogljikovimi hidrati pokrijemo 55–75 % dnevnih energijskih potreb, z maščobami 15–30 % in z beljakovinami 10–15 % dnevnih potreb po energiji.

Poznavanje kemijske sestave živil je pomembno pri proizvodnji in predelavi hrane, načrtovanju prehrane, pa tudi v specifičnih situacijah, npr. za pravilno ukrepanje ob pomanjkanju posameznih makro- ali mikrohranil, ob pojavu različnih bolezni itd. (Golob in sod., 2006).

Priporočeni vnosi posameznih hranljivih snovi

Preglednica 2: Prehranska priporočila za vnos hranil za osebe stare od 25 do 51 let (Referenčne vrednosti..., 2004)

Prehransko priporočilo	
Vnos energije mora biti skladen z energijsko porabo	
<u>Vir energije</u>	<u>Delež celotne potrebne energije</u>
skupne maščobe ¹	<30 %
nasičene maščobne kisline ²	<10 %
trans maščobne kisline	<1 %
enkrat nenasičene maščobne kisline	>10 %
ω -6	2,5 %
ω -3	0,5 %
ogljikovi hidrati	>50 %
mono- in disaharidi (sladkorji)	<10 %
Priporočen dnevni vnos	
beljakovine	0,8 g/kg telesne teže
prehranska vlaknina	3 g/MJ – ženske; 2,4 g/MJ – moški
natrij (v obliki soli) ³	<6 g/dan

¹ delavci s težkimi fizičnimi deli lahko potrebujejo večji odstotek

² novejša SZO priporočila navajajo do 7 %

³ novejša SZO priporočila navajajo do 5 g

Uživanje hrane na osnovi žit je še vedno najpomembnejši vir energije in hranljivih snovi. Zadnjih 15 let poraba hrane na osnovi žit narašča, kar pripisujejo večji osveščenosti ljudi in izjemno raznovrstni ponudbi pekarskih izdelkov. Vedno bolj prihaja v zavest ljudi koristnost številnih sestavin žit v dnevni prehrani: škroba, prehranskih vlaknin, oligosaharidov, fitinske kisline, maščob z nenasičenimi maščobnimi kislinami, vitamini in minerali. Vse te snovi namreč vsebujejo žita v pomembnih količinah za človeško prehrano. Od izbire žit oz. njihove kombinacije, pa tudi tehnološkega postopka, danes lahko pekarska industrija pripravi kruh z visokim deležem različnih komponent prehranske vlaknine (glukani, pentozani, oligofruktozani, arabinoksilani ter drugi), za katere je znano in dokazano, da pozitivno vplivajo na nižji nivo trigliceridov in holesterola v krvi ljudi (Plestenjak in Požrl, 2001).

2.4.1.1 Ogljikovi hidrati

Ogljikovi hidrati (OH) so glavno energijsko hranilo in naj bi predstavljali večino energijskega vnosa. Priporočljiva so ogljikohidratna živila, ki vsebujejo esencialne hranljive snovi in prehransko vlaknino ter počasi dvigajo raven krvnega sladkorja (npr. škrobna živila). Kompleksni OH praviloma ugodno vplivajo na energijsko gostoto hrane, medtem ko enostavni sladkorji naj ne bi predstavljali več kot 10 % dnevnega energijskega vnosa (Pokorn in sod., 2008).

OH po kemijski zgradbi razdelimo na monosaharide, disaharide in polisaharide. Delimo jih lahko tudi glede na glikemični indeks. Ta nam pove, kako hitro zaužiti OH povečajo koncentracijo glukoze v krvi. Živila z nizkim glikemičnim indeksom dajejo občutek sitosti. Med živila z nizkim glikemičnim indeksom sodijo žitarice, stročnice, manj mastni mlečni izdelki ter določene vrste sadja in zelenjave. Ogljikovi hidrati v teh živilih se v telesu razgrajujejo počasi ter tako postopno sproščajo glukozo v krvni obtok, zato je njihov glikemični indeks nizek. Kot kažejo raziskave, lahko uživanje hrane z nizkim glikemičnim indeksom in z veliko vlaknine iz žit zmanjša možnost nastanka sladkorne bolezni tipa II (Salobir B. in Salobir K., 2001).

Polisaharidi (škrob, pektin, inulin, gume, itd.), ki jih uporabljamo v živilstvu, imajo poleg lastnosti povečanja vsebnosti prehranske vlaknine v izdelku tudi ostale tehnološko pomembne lastnosti, kot so tvorba gelov, vezava vode, vezava olj, vezava mineralnih in organskih molekul. Polisaharidi (celuloza, hemiceluloza itd.) so gradniki netopne prehranske vlaknine predvsem rastlinskega izvora. Otrobi se že tradicionalno uporabljajo v pripravi izdelkov, kot so žitarice za zajtrk, različne vrste kruha in testenine. Slaba stran uporabe polisaharidnih dodatkov je omejeno vključevanje v živilske izdelke zaradi tehnoloških ovir (npr. zaradi sprememb konzistence in okusa izdelka) (Batič, 2001).

Škrob in ostali ogljikovi hidrati v žitnem zrnju, moki in kruhu

Škrob je mešanica dveh različnih glukoznih polimerov, ki sta vgrajena v kristalinična zrnca znotraj rastlinskih organov, sposobnih sinteze škroba. Amiloza je linearni polimer, s prevladujočimi α -1,4-glikozidnimi vezmi. Amilopektin je polimer z večjo molekulsko maso, z α -1,4-glikozidnimi vezmi, ki povezujejo linearne verige in α -1,6-glikozidnimi vezmi, ki se pojavljajo na razvejitvenih mestih. Slednjih je v škrobu le 4 do 6 %. Oblika in velikost škrobnih zrnec je odraz predvsem izvora škroba in okoljskih dejavnikov, ki vplivajo na rast pridelka. Rižev in koruzni škrob imata oglata zrnca, medtem ko so škrobna zrnca krompirja ovalna, pšenična okrogla in koruzna ploščata (Jackson, 2003).

Žita so posebno bogat vir škroba, ki se nahaja predvsem v endospermu in je pomemben vir energije. (Kent in Evers, 1994). Škrob lahko pomembno vpliva na glikemični indeks v krvi in s tem normalizira proizvodnjo inzulina in količino glukoze v krvi. Vedno več je govora tudi o retrogradiranem škrobu, ki se zelo počasi razgrajuje, včasih celo v debelem črevesu, s pomočjo črevesne mikroflore. Njegova prisotnost je odvisna od termične obdelave živila (Plestenjak in Požrl, 2001). Največ škroba zaužijemo s kuhano hrano, pri čemer je večina zrnec škroba zaklejenih. V procesu zaklejitve lahko škrob absorbira tudi do 20-krat večjo količino vode, kot znaša njegova prvotna masa. V nekaterih pečenih izdelkih, v katerih je prisotnih veliko maščob in malo vode, zakleji le malo škrobnih zrnec. Ostali dejavniki, kot je npr.

osmotski tlak, so v veliki meri odvisni od količine sladkorja; če je sladkorja veliko, je delovanje vode slabše in zaklepitev poteče pri povišani temperaturi. Energija se sprošča iz škroba z razgradnjo polimerov škroba v glukozo, ki se absorbira v krvni obtok. Rezistentni škrob ostane po kuhanju nerazgradljiv, se obnaša podobno kot prehranska vlaknina, ter pride skozi prebavila nespremenjen (Goesart, 2008).

V moki so poleg škroba tudi drugi OH: maltoza, glukoza, dekstrini, saharoza, fruktoza, laktoza, celuloza, pentozani itd. Sladkorji služijo kot substrat kvasovkam, ki ga prevrejo v ogljikov dioksid in alkohol. Na ta način vplivajo na poroznost, strukturo in izgled sredice kruha. Izjema je disaharid laktoza, ki ga kvasovke ne morejo prevreti. Sladkorji sodelujejo v procesu pečenja kruha, pri višjih temperaturah karamelizirajo in tako dajejo temno barvo skorje in vplivajo na njene lastnosti, izgled ter aromo. Pentozani upočasnjujejo staranje kruha, imajo veliko sposobnost absorbiranja in vezanja vode. (Đaković, 1980).

2.4.1.1.1 Prehranska vlaknina

Pod pojmom prehranska vlaknina (PV) so zbrane sestavine rastlinske hrane, ki jih telesu lastni encimi človeškega želodčno-črevesnega trakta ne razgradijo, zato vlaknina prehaja skozi tanko črevo skoraj neprebavljena. Z izjemo lignina (polimer fenolnih spojin) gre za neprebavljive OH, kot so celuloza, hemiceluloza, pektin ipd. Upoštevati je treba tudi škrob, ki ga amilaze ne razcepijo (rezistentni škrob). Zraven sodijo tudi neprebavljivi OH, kot so oligofruktoze ali oligosaharidi iz družine rafinoze (Referenčne vrednosti..., 2004).

PV lahko definiramo z analitskega in fiziološkega stališča. Po analitski definiciji je PV ostanek rastlinskih celic, ki ga prebavni encimi človeka ne hidrolizirajo, medtem ko fiziološka definicija v ospredje postavlja njeno pozitivno delovanje na črevesje in izboljšanje parametrov maščob v krvi (Golob, 2001). PV v osnovi delimo na dve frakciji: topno in netopno. Netopna PV zajema tiste snovi, ki jih človeški organizem s svojimi encimi ni sposoben razgraditi in se zato neprebavljene izločijo z blatom. Topna PV pa zajema tiste snovi, ki se delno ali v celoti fermentirajo v debelem črevesu (Batič, 2001). Kvantitativna določitev obeh frakcij je možna z encimsko metodo (Golob in sod., 2006).

Preglednica 3: Razdelitev prehranske vlaknine (Batič, 2001)

Netopna prehranska vlaknina	Topna prehranska vlaknina	Nerazgradljivi oligosaharidi	Rezistentni škrob
- membrane celic: celuloza, netopna hemiceluloza - netopni pentozani - protopektin - lignin	- pektin - glukanotopni pentozani	- oligofruktoza - fruktani	- frakcije retrogradiranih kompleksov škroba

Topna in netopna vlaknina imata različen vpliv na človeški organizem. Topna vlaknina tvori viskozne raztopine in tako poveča viskoznost črevesne vsebine, ki deluje kot pregrada pri difuziji prebavljenih snovi, upočasnjuje absorpcijo glukoze, veže holesterol in žolčne kisline. Netopna vlaknina pa vpliva na adsorpcijo žolčnih kislin, povečano količino izločenega blata in skrajšanje časa prehoda skozi prebavni trakt. Zaradi ugodnih vplivov na potek prebave in adsorpcije, učinkovanja na črevesno steno in vplivov na presnovne procese, PV prištevamo med osnovne sestavine hrane (Salobir J. in Salobir B., 2001).

PV naj bi zavirala nastanek cele vrste bolezni in funkcijskih motenj. Najpomembnejše so zaprtost, divertikuloza debelega črevesa, rak na debelem črevesu, žolčni kamni, prekomerna telesna masa, povečana vsebnost holesterola v krvi, sladkorna bolezen in arterioskleroza (Rodriguez in sod., 2006). Ko govorimo o vplivu PV na zdravje človeka, je potrebno poudariti, da lahko ima prekomerno uživanje vlaknine tudi negativne posledice. Večja količina PV v vsakdanjih obrokih hrane lahko zniža absorpcijo nekaterih elementov, npr. kalcija, magnezija, železa, cinka, bakra in drugih. Na pomanjkanje vitaminov in drugih hranil pa vlaknina nima opaznega učinka (Pokorn, 2005).

PV mora predstavljati okoli 10 g/4,2 MJ (1000 kcal) energijskega vnosa. Dnevni jedilniki, ki vsebujejo predpisano količino polnovrednih žitnih izdelkov, sadja in zelenjave, vsebujejo zadostno količino prehranske vlaknine (Pokorn in sod.,..., 2008). Pokorn (2005) omenja, da je uživanje PV do 50 g na dan še v okviru zdrave prehrane. Nekateri drugi avtorji priporočajo 20–30 g skupne vlaknine na dan, od katere naj bi predstavljale 1/3 topne vlaknine. Za ljudi z diabetesom, debelostjo in hiperlipidemijo pa so priporočene vrednosti 30–50 g na dan, delež topne vlaknine naj bi ravno tako predstavljal 1/3 .

Glavni vir PV je hrana rastlinskega izvora, to so žitna zrna, otrobi, stročnice, zelenjava, sadje in semena. Delež skupne PV v hrani je odvisen od različnih faktorjev, kot so: sorta rastline, stopnja zrelosti, rastni pogoji in način predelave. Vsebnost PV je odvisna tudi od vsebnosti vode v živilu. Žita imajo večjo vsebnost PV ravno zaradi manjše vsebnosti vode (do 10 % največ), medtem ko sadje in zelenjava vsebujeta od 80–90 % vode in posledično tudi manjšo vsebnost PV (Mongeau in Brooks, 2003). Hrano z veliko PV moramo temeljito prežvečiti, kar vpliva na večjo nasitnost zaužitega obroka hrane (Pokorn, 2005).

Topna vlaknina žit, kot sta oves (3–4 %) in ječmen (4–5 %), upočasni absorpcijo glukoze, zmanjša koncentracijo holesterola v plazmi in je koristna pri zdravljenju sladkorne in srčnožilnih bolezni (Dewettinck in sod., 2008).

Preglednica 4: Vsebnost prehranske vlaknine v nekaterih kruhih, mokah in ostalih žitnih izdelkih v g/100 g (Plestenjak in Požrl, 2001)

Kruh	(g/100 g)	Moka	(g/100 g)	Ostali izdelki iz žit	(g/100 g)
pšenični toast	3,1	pšenična, tip 400	4,0	cornflakes	4,1
pšenične žemlje	3,5	pšenična, tip 500	4,2	musli	4,0
pšenični, bel	3,7	pšenična, tip 850	5,0	ješprenj	6,6
pšenični, polbel	4,1	pšenična polnozrnata, tip 1700	11,6	ovseni kosmiči	5,3
ržen, mešan	5,6	ržena, tip 850	6,5	beli rezanci*	1,0
ržen, polnozrnat	7,0	ržena polnozrnata, tip 1800	10,9	polnozrnati rezanci*	2,7
				prepečenec	3,6

* - kuhani rezanci

PV dodajajo največ v izdelke iz bele pšenične moke, ki ji je bila PV med tehnološkim postopkom izdelave odvzeta. V glavnem jo dodajajo do količine, ki je značilna za celo pšenično zrno. Raziskave so pokazale, da je dodatek PV smiseln, saj prebivalstvo razvitega sveta uživa hrano, ki ji manjka povprečno 30 % PV. Vedno večji pomen v svetu pa pridobiva inulin (fuktooligosaharidi različnih molskih mas, povprečna m. m. je 1600), ki ga pridelujejo iz korenine cikorije in ga razen v industriji pijač in mlečnih izdelkov uporabljajo tudi v pekarstvu za kruh in pekovsko pecivo iz bele moke, prigrizke, kekse in slaščice. Razširjena pa je tudi uporaba izoliranih glukanov žitnega (ječmen in oves) ali mikrobiološkega porekla (kvasovke) (Plestenjak in Požrl, 2001).

2.4.1.1.2 Surova vlaknina

Med pojmom prehranska vlaknina in surova vlaknina je bistvena razlika. Pojem surova vlaknina obsega komponente, ki jih določimo s klasičnimi kemijskimi metodami, katerih rezultat je bistveno drugačen od rezultata encimske metode. Delež surove vlaknine je manjši od deleža PV, saj nam postopek hidrolize vzorca v kislem in alkalnem mediju pod točno določenimi pogoji omogoča določitev okrog 50–70 % netopne frakcije (ca 50 % celuloze in manjši delež lignina), medtem ko v vodi topne komponente preidejo v filtrat in niso analizirane (Golob in sod., 2006).

Danes se kemijska metoda za določanje surove vlaknine uporablja le zaradi hitrejšega in predvsem cenejšega analiznega postopka, in to le tedaj, ko nas zanimajo orientacijske vrednosti hranilne in energijske sestave obrokov hrane.

2.4.1.2 Beljakovine

Beljakovine so življenjsko pomembno energijsko hranilo in oskrbujejo organizem z aminokislinami, ki so pomembni gradniki telesa. Ker organizem ne more sintetizirati vseh aminokislin (esencialne aminokisljine), jih mora obvezno dobiti s hrano. Poznamo osem esencialnih aminokislin): izolevcin, levcin, lizin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofan in valin. Poleg tega so potrebe tudi po neesencialnih aminokislinah, ker zgolj z vnosom esencialnih aminokislin ni mogoče vzdrževati primerne rasti in ravnovesja telesnih beljakovin. Zato mora uravnotežena prehrana vsebovati zadostne količine esencialnih in neesencialnih aminokislin (Referenčne vrednosti..., 2004).

Za človeka so nadvse dober vir beljakovin živila živalskega izvora: meso, ribe, jajca, sir, mleko. Tudi med živila rastlinskega izvora so nekatere vrste, ki vsebujejo več beljakovin, predvsem stročnice (npr. fižol, grah, soja), žita in jedrca oreškov (Koch, 1997).

Beljakovine se razlikujejo med seboj tudi po biološki vrednosti. Ta nam pove, koliko gramov lastnih beljakovin lahko organizem proizvede iz 100 g zaužitih prebavljivih beljakovin. Kadar se ocenjuje biološka vrednost določene beljakovine v hrani, je treba vedno upoštevati, koliko esencialnih aminokislin vsebuje. Največjo biološko vrednost imajo kombinacije beljakovinskih živil živalskega in rastlinskega izvora, srednjo živila živalskega izvora, najnižjo pa živila rastlinskega izvora (Rolfes in sod., 2006). Biološko vrednost določa količina bistvene aminokisljine v živilu, ki jo je najmanj, to je limitirajoča aminokisljina. Boljšo izrabo zaužitih beljakovin bomo dosegli, če bodo obroki sestavljeni iz živil, ki vsebujejo tako rastlinske kot živalske beljakovine. Na dopolnjevanje različnih vrst beljakovin moramo biti še posebej pozorni pri vegetarijanski prehrani (Suwa-Stanojević in Kodele, 2003).

Beljakovine v žitnem zrnu, moki in kruhu

Beljakovine v žitih so za velik del človeštva še vedno glavni vir dušika (Plestenjak in Požrl, 2001). Vendar je bolj kot količina beljakovin pomembna njihova kakovost. Od vseh aminokislin v beljakovinah pšenice je 1/3 g glutaminske kisline. Ker je lizina v pšenici zelo malo, imajo te beljakovine nekoliko slabšo prehransko vrednost. Najvišjo prehransko vrednost med žiti imajo beljakovine ovsa (Kent in Evers, 1994).

V žitih je zelo omejena količina lizina; relativno bogati z njim so riž, oves in rž, kjer je količina lizina 5,5 g/16 g dušika. Pri koruzi je v beljakovinah najbolj omejena količina triptofana, ostala žita pa priporočeno količino (1,0 g/16 g dušika) dosegajo (Kent in Evers, 1994). Problem manjše količine lizina v beljakovinah pšenice in s tem v kruhu je mogoče rešiti z dodatkom drugih žit, ajde in stročnic (Plestenjak in Požrl, 2001).

Beljakovine v žitih lahko razdelimo na (Plestenjak, 2009):

- albumine (topni v vodi),
- globuline (topni v raztopini NaCl),
- prolamine (topni v 70% alkoholu),
- gluteline (topni v kislini).

Albumini in globulini spadajo med funkcionalne beljakovine, sem prištevamo vse vrste encimov. Največ jih je v alevronski plast. V pšenični moki so pretežno prolamini (gliadini) in glutelini (glutenini). Gliadini in glutenini skupaj dajejo gluten ali lepek. Glutenini dajejo testu elastične lastnosti, gliadini pa dajejo testu viskozne lastnosti in omogočajo raztegljivost. Lepek torej predstavlja kakovostne beljakovine, ki se nahajajo v endospermu. Od beljakovinske sestave, zlasti od beljakovin lepka, je odvisna pecilna vrednost moke; najboljša je pri pšenici, nato sledita rž in ječmen (Hoseney, 1994).

Knez omenja, da je količina beljakovin v kruhu nekoliko višja kot v moki, iz katere je izdelan kruh. Posebno se poveča zato, ker se zaradi encimske razgradnje posameznih sestavin moke, zlasti škroba med vrenjem, zmanjša količina OH. Ta razlika se še poveča, če uporabljamo namesto vode mleko ali kot dodatek sojino moko.

2.4.1.3 Maščobe

Maščobe so poleg OH najpomembnejši vir energije v telesu, še posebej takrat, ko je preskrba z OH majhna (Hames in Hooper, 2000). Prisotnost določenega deleža maščob v hrani je pomembna predvsem zaradi esencialnih maščobnih kislin (linolna, linolenska in arahidonska) in v maščobah topnih vitaminov (A, D, E in K) ter okusa, ki ga maščobe dajejo hrani. Prehrana naj bi dnevno vsebovala od 15 do 30 % energije iz maščob. Od tega naj prehrana vsebuje nad 10 % enkrat nenasičenih maščobnih kislin, od 6 do 10 % večkrat nenasičenih maščobnih kislin, manj kot 7 % nasičenih maščobnih kislin, 1 do 2 % ω -3 maščobnih kislin in pod 1 % trans maščobnih kislin (Pokorn, 2004).

Za zdravje so bolj priporočljive maščobe, ki vsebujejo čim manj nasičenih (enojne vezi med C-atomi) in čim več nenasičenih maščobnih kislin (predvsem enkrat nenasičenih). Enkrat nenasičene maščobne kisline (enojna dvojna vez med C-atomi) najpogosteje najdemo v rastlinskih oljih (olivno in repično olje). Živila živalskega izvora vsebujejo več nasičenih maščobnih kislin, ki so nezaželene, ker pripomorejo k nastanku ateroskleroze. Poleg tega je v teh živilih tudi holesterol. Na raven holesterola v telesu ugodno vplivajo ω -3 maščobne kisline, ki jih najdemo predvsem v ribjem mesu (Koch, 1997).

Sodobni človek zaradi razmeroma nizkih potreb po energiji pri uživanju hrane z večjim deležem maščob hitro preseže potrebno energijo. Prehrana, ki vsebuje veliko maščob, bogatih z nasičenimi maščobnimi kislinami in veliko holesterola, zvišuje nivo holesterola v

krvi, kar povečuje pogostost aterosklerotičnih obolenj. Prav tako se moramo izogibati hrani, ki vsebuje veliko trans maščobnih kislin. Te nastanejo z izomeracijo maščobnih kislin, pri hidrogeniranju rastlinskih olj in rafinaciji olj ter pri cvrtju. Trans maščobne kisline namreč povišujejo LDL- in znižujejo HDL-holesterol v krvi. Pomanjkanje esencialnih maščobnih kislin se kaže na koži, v motnjah presnove vode in reprodukciji. Mešana dnevna prehrana, zlasti z dodatkom morskih rib in listne zelenjave, vsebuje dovolj esencialnih maščobnih kislin. (Pokorn, 2005).

Maščobe v žitu, moki in kruhu

Maščobe so predvsem v kalčku in alevronski plasti, medtem ko je moknati del (endosperm) reven z maščobo. Razen visokomolekularnih nasičenih maščobnih kislin (palmitinska, stearinska) so v gliceridih žitnega zrna dragocene nenasičene maščobne kisline: oleinska, linolna in linolenska. Predvsem v olju kalčka so fosfatidi, npr. lecitin in kafelin (estri glicerola z dvema maščobnima kislinama ter fosforno kislino) ter različni stearini (ester stearinske kisline) (Knez, 1974).

Preglednica 5: Maščobno-kislinska sestava lipidov v različnih vrstah žit (Kent in Evers, 1994)

Vrsta žita	NMK miristinska C _{14:0} (%)	NMK palmitinska C _{16:0} (%)	NMK stearinska C _{18:0} (%)	NNMK oleinska C _{18:1} (%)	NNMK linolna C _{18:2} (%)	NNMK linolenska C _{18:3} (%)
pšenica						
- zrno	0,1	24,5	1,0	11,5	56,3	3,7
- kalček	-	18,5	0,4	17,3	57,0	5,2
- endosperm	-	18,0	1,2	19,4	56,2	3,1
rž	-	21,0	-	18,0	61,0	-
oves	0,5	15,5	2,0	43,5	35,5	2,0
koruza	-	14,0	2,0	33,4	49,8	1,5

Palmitinska kislina (16:0) je najbolj nasičena, medtem ko je linolna (18:2) najbolj nenasičena maščobna kislina v večini žit, z izjemo rjavega riža ter ovsa, ki sta bogata z oleinsko kislino (18:1). Proso vsebuje več stearinske kisline (18:0), rž pa več linolenske kisline (18:3) kot ostala žita (Dewettinck in sod., 2008).

Knez (1974) navaja, da je količina maščob v pšenici in rži ter tudi drugih nekrušnih žitih minimalna, razen v koruzi, ki jo ima od vseh žit največ. Največ maščobe je v kalčku, zato vsebuje črna moka več maščob kot bela, ker del kalčkov pri meljavi višjega tipa moke preide tudi v moko. Maščobe zaradi delovanja svetlobe, zraka, encimov in bakterij zelo hitro razpadejo v glicerol in maščobno kislino, kar povzroči, da postane moka žarka. Posebno močno in hitro razpada maščoba, če je moka skladiščena v zatohlih, toplih in prevlažnih prostorih. Na razgradnjo pa seveda vpliva tudi količina maščob. Čim več je v moki maščobe, tem prej začne razpadati in tem hitreje se moka pokvari (npr. koruza).

V pekarstvu, kot tudi v proizvodnji žitnih zajtrkov, prigrizkov in testenin, se vedno bolj uporabljajo maščobe, ki vsebujejo ω -3 in ω -6 maščobne kisline ali celo čiste kisline (Plestenjak in Požrl, 2001). Razmerje med ω -3 in ω -6 maščobnimi kislinami naj bo med 1:5 do 1:10 (Salobir K., 2001).

2.4.1.4 Sol (NaCl)

Sol je najbolj razširjena in tradicionalna začimba. Je glavni vir natrija, ki ga telo poleg kalija nujno potrebuje za vzdrževanje pravilnega celičnega delovanja in s tem posredno vseh telesnih funkcij. Sol je tudi odlični konzervans, saj zavira rast patogenih (zdravju škodljivih) mikroorganizmov, ki bi povzročili kvarjenje živil. Veliko je uporabljajo tudi v proizvodnji različnih živil kot dodatek v tehnološkem postopku. Ima namreč pomembne funkcionalne lastnosti, saj izdelkom lahko izboljša okus, teksturo in aromo (Prelec Lainščak, 2010).

Vnos in viri kuhinjske soli v Sloveniji

Ključni viri soli v živilih (Prelec Lainščak, 2010):

- kruh in krušni izdelki v povprečju vsebujejo 1,4 – 1,5 g soli//100 g izdelka;
- mesni izdelki (1,7 – 4,7 g soli/100 g izdelka);
- predelana zelenjava (okoli 0,4 g soli na osebo/dan);
- siri (okoli 0,3 g soli na osebo/dan);
- vsebnost natrija se močno poveča pri predelavi živil (npr. grah, koruza, čičerika itd.), ki naravno ne vsebujejo veliko soli, se pa po predelavi poveča tudi do stokrat;
- dodaten vir soli predstavljajo tudi predpripravljene jedi, hitra hrana ter neustrezna priprava hrane in razvada dosoljevanja jedi pri mizi.

V Sloveniji je bilo s preiskavo ugotovljeno, da odrasli Slovenci v povprečju zaužijemo 12,4 g soli/dan, priporočila WHO pa so le 5 g/dan. To pomeni, da odrasli prebivalci Slovenije zaužijejo dobrih 150 % soli preveč. Je pa zanimivo, da vnos soli pri nas sovпада z vnosom v drugih razvitih državah.

S strani ZPS (Zveza potrošnikov Slovenije), v sodelovanju z Inštitutom za varovanje zdravja (IVZ) in pod okriljem Ministrstva za zdravje, so bile v letih 2005 in 2007 izvedene tudi analize vsebnosti soli v različnih vrstah kruha. Ugotovljeno je bilo, da se vsebnost soli v kruhu iz leta 2005 (izdelki iz 17 pekarn) na leto 2007 (izdelki iz 35 pekarn) ni zmanjšala in je v obeh obravnavanih letih previsoka. V letu 2005 je bilo analiziranih 52 vzorcev, v letu 2007 pa 61. Med 61 testiranimi vzorci kruha jih je le 7 vsebovalo manj kot 1,25 g soli na 100 g živila, kar je po priporočilih strokovnjakov »mejna« količina. Torej večina kupljenega kruha ni bila v skladu s priporočili. Pri izračunu povprečja je bilo ugotovljeno, da se je povprečna vsebnost soli v vzorcih povečala z 1,50 g soli/100 g kruha v letu 2005 na 1,54 g soli/100 g kruha v letu 2007. V Veliki Britaniji vsebuje kruh povprečno 1,23 g kuhinjske soli na 100 g kruha, kar je znatno manj kot pri nas. Po navedbah FSA (Food Standards Agency) iz Velike Britanije pa naj bi to vrednost postopoma znižali na 0,9 g. V Sloveniji obstaja ustni dogovor Združenja pekov Slovenije pri GZS (Gospodarska Zbornica Slovenije), da bi znižali količino soli v kruhu na primerno raven. Recepti za kruh iz starejših slovenskih kuharskih knjig navajajo samo eno čajno žličko soli na kilogram moke. Po slovenskih kuharskih receptih so še pred 30 leti dodajali le od 5 do 7 g soli na 1 kg moke, danes jo v povprečju dodajo kar 15,4 g (Fajdiga Turk in Peterman, 2008).

Vpliv prekomernega vnosa soli na zdravje

Prekomeren vnos soli dokazano škodljivo vpliva na zdravje. Neposredno povzroča povišan krvni tlak, pojav srčno žilnih bolezni, možgansko kap pa in trombozo. Negativno vpliva tudi na stanje nekaterih drugih kroničnih bolezni: bolezni ledvic, sladkorne bolezni (tip II), osteoporoze, debelosti in raka na želodcu. Prevelik vnos soli vodi v edem in izločanje kalcija z urinom, čeprav so ledvice običajno zmožne izločiti presežke natrija. Izsledki raziskav, izvedenih v Sloveniji, kažejo, da se Slovenci nezdravo prehranjujemo in imamo nezdrav življenjski slog. Kar 35 % Slovencev ima povišan krvni tlak. Podatki tudi kažejo, da v Sloveniji zaradi srčno žilnih bolezni na leto umre okoli 288 ljudi na 100.000 prebivalcev (Prelec Lainščak, 2010).

Ukrepi za zmanjšanje porabe soli v dnevni prehrani

Eden od osnovnih ukrepov pri povišanem krvnem tlaku je omejitev soli v dnevni prehrani. Ker je neživiljenjsko priporočati povsem neslano hrano, ki sicer vsebuje povsem dovolj natrija za normalno delovanje organizma, priporočamo zmanjšan vnos soli vsaj za 30 %, kar pa bo pri naših prehranjevalnih navadah to še vedno zelo dobrih 6 g.

Spodaj je naštetih še nekaj ukrepov, s katerimi lahko sami vplivamo na zmanjšan vnos soli:

- v receptih za pripravo jedi zmanjšamo sol za četrtno;
- umaknemo solnico z mize in tako preprečimo dosoljevanje;
- za izboljšanje okusa jedi uporabimo domače začimbe, kot so zelišča in dišavnice;
- izberemo konzervirano živilo z manj soli ali pa kupljeno živilo pred uporabo dobro izperemo;
- dobro preberemo deklaracijo na živilih;
- čim manj uporabljamo razne gotove juhe, jušne kocke, ki so bogat vir soli, kakor tudi močno slane gotove omake;
- poskusimo se navaditi na manj slane vrste kruha in ostalih pekovskih izdelkov;
- redkeje posegajmo po močno slanah mesnih izdelkih, mesnih konzervah in slanah sirih.

Sol v kruhu

Sol je v pekarstvu več kot le začimba ali ojačevalec okusa. Vpliva na kvaliteto testa in kruha, zato jo štejemo za najpomembnejšo pomožno surovino. Zelo pomembna sta dva učinka, to je vpliv na strukturo lepka ter na delovanje kvasovk in rast drugih, v testu in v pečenem izdelku prisotnih mikroorganizmov. V mejnih pogojih, to je v izrazito malo ali pa precej preveč soli se to kaže tudi v barvi izdelka. Sol omogoča razvoj nekoliko močnejšega testa, saj minerali vplivajo na lepek. Ta namreč postane močnejši, ker se tvori več medmolekularnih vezi. Lepek slanega testa ostane čvrstejši in se ne razleze, medtem ko se lepek neslanega testa razleze ter postaja mehkejši. Razvoj testa je hitrejši pri testu brez soli, vendar pa hitreje popusti in postane lepljivo, medtem ko testo s soljo rabi nekoliko več časa za svoj razvoj, pa takšno testo ostane dlje časa stabilno. Seveda je za dobre tehnološke lastnosti potrebno precej manj soli kot za dosego primernih senzoričnih lastnosti. Za pozitivni učinek na lepek zadostuje že 0,5–1,0 % soli. V slanem testu se sicer razvije manj ogljikovega dioksida, vendar pa ga ostane v njem več kot v neslanem. Lepek namreč poveča moč zadrževanj plinov in zato v testu zadrži več nastalega plina. Prav iz istega razloga vzdrži tako testo tudi močnejše vzhajanje, zato je krušna sredica lepše in enakomerneje luknjičava. Sredica je razen tega prožnejša, odpornejša in boljša, obseg kruha pa večji. Tudi kvaliteta skorje se izboljša. Slano

testo se v peči lepše in enakomernejše barva. Sol pa spreminja tudi količino proste vode (a_w vrednost). Spremenjena a_w vrednost vpliva na delovanje kvasovk in drugih v zamesu prisotnih mikroorganizmov. Dodatek 1 % soli zmanjša aktivnost kvasovk za približno 6 %, dodatek 2 % soli za 15 %, dodatek 4 %, ki ga sicer v običajnih recepturah ne najdemo, naj bi znižal aktivnost preko 50 %. Sol deluje selektivno na bakterije, ki lahko sodelujejo pri oblikovanju okusa. Podobno, kot se na sol odzivajo mikroorganizmi, vodna aktivnost vpliva tudi na v testu prisotne encime. Sol vpliva do neke mere tudi na stabilnost in kvarjenje že pečenega kruha. Slan kruh je nekoliko bolj zaščiten pred bakterijami, morebitni razvoj okužbe nitkavosti z *Bacillus subtilis* je počasnejši. (Kovač, 2010).

Preglednica 6: Vpliv soli na testo in končni izdelek (Kovač, 2010)

Količina dodane soli	Vzhajanje testa
normalna količina	vzhajanje poteka po predvidenem času, okroglo oblikovani izdelki obdržijo med vzhajanjem pravilno obliko. Izboljša okus in aromo izdelkov, lepek zadrži več plinov. Sredica je enakomerno luknjičava, prožna, barva skorje je lepša in enakomernjša
brez soli	vzhajanje je prehitro, testo se razleze, vzdrževanje vzhajanja je minimalno, izdelki so nizki, po pečenju je skorja blede barve
preveč soli	testo in izoblikovani izdelki težje vzhajajo, po površini postanejo vlažni, so majhni, vzhajanje je počasno. Testo je videti presveže, žilavo, med peko se premočno in neenakomerno barva, površina je lisasta

Kovač (2010) pravi, da količino soli, ki jo moramo dodati v testo, odmerjamo glede na količino porabljene moke, ne pa vode, ker za njeno količino do konca mešanja ne vemo. Različne moke v odvisnosti od kvalitete in postopka mesitve namreč lahko vpiljajo različno količino vode. Del vode med obdelavo testa, vzhajanjem, peko in ohlajanjem tudi izpari. Vsebnost soli, izražena na maso kruha je pri bolj vlažnih vrstah kruha manjša kot pri kruhu z bolj suho sredico. Skupini kruha se ne bi razlikovali v vsebnosti soli, če bi jo izražali glede na suho snov. Povprečno uporabimo za belo, mlečno in fino testo 1,2–1,5 %, za črno ali rženo testo pa 1,5–2,0 % soli. Neslan kruh je brez okusa, ne stimulira slin v ustih, daje občutek starega in trdnega kruha, se drobi. Manj slan kruh, kot je v navadi, ima prazen okus, je manj aromatičen in ne daje vtisa svežega kruha.

Tudi raziskava Lyncha in sodelavcev (2009) je pokazala, da je proizvodnja kruha z manjšo vsebnostjo soli izvedljiva, ter da je takemu kruhu potrebno izboljšati okus. Rezultati raziskave kažejo, da zmanjšanje koncentracije soli iz 1,2 % na 0,6 % ali 0,3 % ni bistveno vplivala na reološke lastnosti in peko kruha, medtem ko je popolna opustitev soli (0 %) privedla do precejšnjega zmanjšanja kakovosti testa in kruha.

Sol v kruhu ni le sredstvo za doseg okusa, ampak jo glede na našeta dejstva imamo za dodatek, ki vpliva na tehnologijo. Količina potrebne soli za doseg običajnih tehnoloških lastnosti testa, zlasti ugodnega formiranja lepka, je precej manjša kot za doseg okusa. V tem pogledu zmanjševanje količine soli ne bi predstavljalo večjih tehnoloških zapletov. Pri večjem zmanjševanju soli bi sicer bili potrebni minimalni popravki hodogramov peke. Celovito zmanjševanje soli v izdelkih je dolgotrajen proces, ki zahteva osveščanje potrošnikov in spremembo prehranjevalnih navad. Potrebno bi bilo postopno nižanje z usklajenim delovanjem pekarske industrije. Hitro in opazno zmanjšanje soli v kruhu je problematično zaradi konkurence med peki, večini potrošnikov slan okus zelo prija, zato podzavestno izbirajo »običajno« slane dobrine. Proizvajalec, ki bi opazno sistematično zmanjšal količino soli v vseh svojih izdelkih, bi brez podpore, reklame in osveščanja

potrošnika verjetno dosegel padec tržnega deleža (Kovač, 2010).

2.4.2 Energijska vrednost

Človeško telo potrebuje energijo za svoj osnovni metabolizem, za ohranjanje telesne temperature in delo, ki ga opravlja (Kodele in sod., 2002).

Energijska vrednost hrane se meri z energijo, ki se sprošča pri zgorevanju določene količine hrane. Najpomembnejša energijska hranila so ogljikovi hidrati, sledijo maščobe in beljakovine. Ogljikovi hidrati in beljakovine sproščajo 4 kcal na vsak g živila, maščobe pa 9 kcal/g. Pomembno je, da ocenimo energijsko vrednost hrane in potrebe po hrani. Merilo za energijo je sproščena toplota. Energijsko vrednost hrane izračunamo iz podatkov za količino posameznih hranilnih snovi (Referenčne vrednosti..., 2004).

Energijska vrednost živil je podana v kilojoulih (kJ) in kilokalorijah (kcal). Izračunana je tako, da je vsebnost beljakovin, ogljikovih hidratov in maščob pomnožena s faktorji pretvorbe (preglednica 7). Faktorji so vzeti iz direktive EU, ki jo upošteva tudi naš Pravilnik o označevanju živil (2002). Energijske vrednosti podane v kcal, preračunamo v energijo v kJ tako, da jih pomnožimo s faktorjem 4,184 kJ/kcal. Pri tem dobimo vrednosti, ki lahko odstopajo za 1–2 %, kar pa se pri načrtovanju obrokov kot tudi pri ocenjevanju prehranske vrednosti šteje za zanemarljivo (Golob in sod., 2006).

Človeško telo naj bi potrebovalo dnevno 2400–2500 kcal. Različni viri navajajo različne potrebne količine energije na dan, odvisne pa so od starosti in spola. Otroci potrebujejo 1300 do 2500 kcal, moški od 2550 do 3200 kcal in ženske od 1800 do 2300 kcal na dan. Ob zmanjšanem fizičnem naporu potrebujemo manj energije. Ženske okoli 1600 kcal, moški pa 2000 kcal (Černe in Vrhovnik, 1992).

Preglednica 7: Faktorji pretvorbe za izračun energijske vrednosti (Referenčne vrednosti..., 2004)

Hranljiva snov	Faktorji pretvorbe (kcal/g)	Faktorji pretvorbe (kJ/g)
beljakovine	4	17
maščobe	9	37
ogljikovi hidrati (razen poliolov)	4	17

2.4.3 Označevanje hranilne vrednosti

Potrošniška politika Evropske unije predvideva, da potrošnik sam poišče informacije o izdelku ali storitvi in se razumno odloči za nakup po temeljitem premisleku. Proizvajalec in tisti, ki daje izdelek na trg, mora opremiti izdelek z oznakami, predstavitevami in drugimi elementi označevanja, ki potrošniku omogočajo preudaren nakup. O pomenu in načinih označevanja pa morajo ekonomski akterji na trgu poučiti potrošnika (Peterman, 2004).

Pravilnik o splošnem označevanju živil, ki niso predpakirana (2004) zahteva, da označba vsebuje naslednje podatke:

- ime, pod katerim se živilo daje v promet, v skladu s predpisom, ki ureja splošno označevanje predpakiranih živil;
- ime ali poslovno ime proizvajalca ali trgovsko ime oziroma blagovno znamko živila;

- kraj porekla ali država izvora;
- v primeru nepredpakiranih gotovih jedi, ki so z mikrobiološkega vidika hitro pokvarljiva, rok uporabnosti, označen z besedami »porabiti do ...«;
- druge podatke, če je tako določeno za posamezno nepredpakirano živilo v predpisu, ki ureja kakovost za posamezno živilo, oziroma v predpisu, ki ureja zdravstveno ustreznost živil.

Pravilnik o označevanju hranilne vrednosti živil (2002) pa zahteva označevanje hranilne vrednosti, navedene na nalepki, ki se nanaša na glavne skupine makrohranil in mikrohranil, med njimi tudi na natrij. Označene vrednosti morajo predstavljati povprečne vrednosti, ki temeljijo na analizah živila, ki jih je opravil proizvajalec, izračunu znanih ali dejanskih povprečnih vrednosti uporabljenih sestavin živila ter na izračunu iz podatkov, navedenih v mednarodnih ali nacionalnih tablicah o hranilni vrednosti živil. Vir podatkov mora biti v navedeni oznaki. Očitno pa je, da se le redki proizvajalci v Sloveniji držijo teh pravil.

2.4.4 Prehranske tabele

Prehranske tabele so pomemben vir podatkov o hranilni ter energijski sestavi živil. Osnova prehranskih tabel je baza podatkov, ki neprestano raste in se dopolnjuje. Poleg rezultatov analiziranih parametrov v posameznem živilu vsebuje baza tudi druge pomembne informacije. To so podatki o uporabljeni analizni metodi, številu in izvoru vzorcev, letniku, številu ponovitev in drugem. Z razvojem novih, bolj občutljivih analiznih metod se večja število analiziranih parametrov. Prehranske tabele ponavadi vsebujejo naslednje podatke: ime živila (včasih je podano tudi latinsko ime), energijsko vrednost v kilojoulih (kJ) in kilokalorijah (kcal) na 100 g užitnega dela, izračunane energijske deleže posameznih hranljivih snovi v odstotkih (%), podatek o užitnem delu (podan je delež živila (%), ki je primeren oz. uporaben za uživanje). Prav tako vsebujejo tudi podatke o vsebnosti glavnih hranljivih sestavin; beljakovin, maščob, izkoristljivih ogljikovih hidratov, skupne vlaknine, pepela, vode ter drugih pomembnih snovi, kot so maščobne kisline, organske kisline, elemente, vitamine, aminokisline ter ostale biološke aktivne spojine (Golob in sod., 2006).

Tabele o energijski in biološki vrednosti živil so koristne in dobrodošle za tiste, ki so vključeni v pripravo hrane in oskrbovanje z njo, ter za tiste, ki raziskujejo in povezujejo prehrano z zdravjem. Poznavanje kemijske sestave živil je pomembno pri proizvodnji in predelavi hrane, načrtovanju prehrane, pa tudi v specifičnih situacijah, npr. za pravilno ukrepanje ob pomanjkanju posameznih makro- ali mikrohranil, ob pojavu različnih bolezni. Poznavanje sestave živil je ključnega pomena pri obravnavi bolniških jedilnikov ter raznih kvantitativnih raziskavah na področju prehrane ljudi. Nepogrešljive so za dietetike v bolnišnicah, ustanovah, šolah ter povsod, kjer skrbno sestavljajo obroke glede na biološke in hranljive vrednosti. Prehranske baze podatkov se največ uporabljajo za ocenitev prehranske sestave in energijsko vrednost hrane; za ustrezno izdelavo dietnih in kliničnih jedilnikov ter za ustrezno raznolikost obrokov in menijev. Podatki iz prehranskih tabel se prav tako uporabljajo kot prehranski nadzor oz. oceno ustreznosti oskrbe s hrano ter kot verodostojni vir pri označevanju živil. Podatke se pogosto uporablja tudi pri oblikovanju smernic zdravega prehranjevanja za različne ciljne vrste (Bell in sod., 2011).

3 MATERIAL IN METODE DE LA

3.1 NAČRT DE LA

Z raziskavo smo želeli določiti hranilno vrednost različnih vrst kruha slovenskih proizvajalcev. S kemijskimi analizami smo analizirali vsebnost vode, pepela, beljakovin, maščob, surove vlaknine in natrija v 30 vzorcih kruha in 4 vzorcih prepečenca. S pomočjo pridobljenih podatkov smo izračunali vsebnost izkoristljivih ogljikovih hidratov, soli, energijsko vrednost in energijske deleže posameznih hranljivih snovi. S primerjavo rezultatov smo ugotavljali razlike v hranilni vrednosti med posameznimi vrstami kruha ter med vzorci znotraj posamezne vrste. Urejene podatke smo statistično obdelali z računalniškim programom IBM SPSS Statistics 20.

3.2 MATERIAL

Raziskava je obsegala kemijsko analizo različnih vrst kruha, značilnih za slovensko območje. Vzorčenje je potekalo v osrednjeslovenski regiji (Ljubljana – trgovina Mercator in tržnica Center), v primorski regiji (Koper – trgovina Mercator) ter v koroški regiji (Prevalje in Mežica – turistična kmetija).

Vzorke kruha smo najprej narezali, jih stehali, zračno posušili, posušene vzorce še enkrat stehali in nato zmleli v kavnem mlinčku. Na ta način smo dobili homogene zračno suhe vzorce, na katerih smo kasneje delali vse nadaljnje kemijske analize. Vse analize smo opravili v dveh paralelkah.

Zaradi velikega števila vzorcev in nadaljnje lažje obravnave rezultatov smo vzorce kruha združili v 12 vrst kruha, kar prikazuje preglednica 8. Vsi analizirani vzorci pa so zbrani v prilogi A.

Preglednica 8: Seznam analiziranih vzorcev kruha

Vrsta kruha	Oznaka vrste	Oznake vzorcev	Število vzorcev
bel	1B	K6, K10, K11, K12, K17, K20, K21, K26	8
polbel	2PB	K13, K14	2
črn	3Č	K3, K19, K25	3
ržen	4R	K1, K2, K8, K18, K23	5
mešan	5M	K4, K5, K7, K9, K28	5
koruzni	6K	K15	1
bel s sirom	7BsS	K16, K24	2
ajdov	8A	K27	1
pirin	9P	K22	1
prepečenec bel	10PrB	K30, K32	2
prepečenec z več žiti	11PrŽ	K29, K31	2
mešan z manj soli	12MmS	K34, K3	2

3.3 ANALITSKE METODE

Kemijske analize smo opravili v času od februarja 2011 do maja 2011 na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani.

Vzorci kruha smo najprej:

- zračno sušili pri 60 °C do konstantne teže,
- nato smo v zračni sušini:
- gravimetrično določili vsebnost suhe snovi oz. vode s sušenjem pri 105 °C;
 - gravimetrično določili vsebnosti pepela s sežigom pri 550 °C;
 - določili vsebnost beljakovin z metodo po Kjeldahlu;
 - določili vsebnost maščob z metodo po Weibull-Stoldt;
 - določili vsebnost vlaknine z metodo po Scharrer-Kürschnerju;
 - določili vsebnost natrija s plamensko absorpcijsko spektrometrijo;
 - izračunali vsebnost soli;
 - izračunali vsebnost ogljikovih hidratov;
 - izračunali energijsko vrednost in energijske deleže posameznih hranljivih snovi.

3.3.1 Priprava zračno suhega vzorca in določanje zračne sušine (Plestenjak in Golob, 2003)

Princip:

Vzorci, ki vsebujejo visok odstotek vode ali so precej nehomogeni, predhodno sušimo v sušilniku z ventilatorjem več ur ali celo dni pri temperaturi 50–60 °C.

Pribor:

- sušilnik SO-250N / Elektromedicina;
- tehtnica;
- plastični pladnji in steklene petrijevke.

Izvedba:

Del vzorca odtehtamo v predhodno stehtano petrijevko ter sušimo približno 16 ur pri 50–60 °C. Vmes večkrat premešamo. Posušene vzorce pustimo 2 uri na sobni temperaturi in šele nato stehtamo. Tako dobimo zračno suh vzorec, ki ga zmeljemo, shranimo v nepredušno zaprto embalažo in kasneje uporabimo za analize.

$$\text{Zračna sušina (g/100 g)} = \frac{b}{a} \cdot 100 \quad \dots(1)$$

$$A \text{ (g/100 g)} = 100 - \text{zračna sušina} \quad \dots(2)$$

a = odtehta vzorca (g)

b = teža zračno suhega vzorca (g)

A = izguba teže med zračnim sušenjem (g/100 g)

3.3.2 Določanje vsebnosti vode v zračni sušini (Plestenjak in Golob, 2003)

Princip:

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

Pribor:

- tehtiči;
- tehtnica Scalter SPB 31;
- sušilnik Kambič, tip S 50 (sušenje pri 105 °C).

Izvedba:

V predhodno posušen in stehtan tehtič odtehtamo 2–3 g ($\pm 0,1$ mg) zračno suhega vzorca. Sušimo pri 105 °C do konstantne teže, ohladimo v eksikatorju in stehtamo.

$$Vsebnost\ suhe\ snovi\ (g/100\ g) = \frac{b}{a} \cdot 100 \quad \dots(3)$$

$$B\ (g/100\ g) = 100 - vsebnost\ suhe\ snovi \quad \dots(4)$$

a = odtehta vzorca (g)

b = teža vzorca po sušenju (g)

B = vsebnost vode v zračno suhem vzorcu (g/100 g)

3.3.2.1 Izračun vsebnosti vode v svežem vzorcu (Plestenjak in Golob, 2003)

$$Vsebnost\ vode\ (g/100\ g) = A + B - \frac{A \cdot B}{100} \quad \dots(5)$$

Odstotek suhe snovi v obroku je torej:

$$Vsebnost\ suhe\ snovi\ (g/100\ g) = 100 - vsebnost\ vode \quad \dots(6)$$

3.3.3 Določanje vsebnosti pepela (Plestenjak in Golob, 2003)

Princip:

Suhi sežig vzorca pri temperaturi 550 °C.

Pribor:

- žarilni lončki;
- tehtnica Scalter SPB 31;
- žarilna peč Iskraterm.

Izvedba:

V predhodno prežarjen, ohlajen in stehtan žarilni lonček odtehtamo 2 g ($\pm 0,1$ mg) zračno suhega vzorca. Najprej previdno žarimo nad gorilnikom ali na električni plošči, nato v žarilni peči 4–5 ur, pri 550 °C dokler ni pepel svetlo siv. Ohladimo v eksikatorju in hitro stehtamo.

$$Vsebnost\ pepela\ v\ zračno\ suhem\ vzorcu\ (g/100\ g) = \frac{b}{a} \cdot 100 \quad \dots(7)$$

a = odtehta vzorca (g)

b = teža pepela (g)

Izračunamo vsebnost pepela v svežem vzorcu:

$$\begin{aligned} &vsebnost\ pepela\ v\ kruhu\ (g/100\ g) = \\ &= \frac{vsebnost\ pepela\ v\ zračni\ susini \cdot vsebnost\ suhe\ snovi}{100 - B} \quad \dots(8) \end{aligned}$$

3.3.4 Določanje vsebnosti beljakovin z metodo po Kjeldahlu (Plestenjak in Golob, 2003)

Princip:

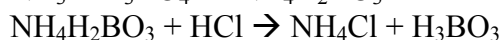
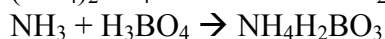
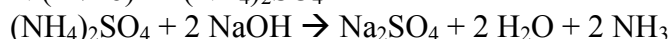
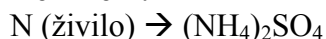
Metoda temelji na določanju beljakovin posredno preko dušika (ob upoštevanju, da je ves dušik, prisoten v živilu, beljakovinski). Za preračunavanje dušika v beljakovine uporabljamo ustrezne faktorje.

$$vsebnost\ beljakovin = vsebnost\ dušika\ (g/100\ g) \cdot F$$

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

Vzorec razklopimo z mokrim sežigom s pomočjo kisline (H₂SO₄), katalizatorja in visoke temperature. Z destilacijo z vodno paro, ob dodatku močne baze, sprostimo NH₃, ki ga lovimo v prebitek borne kisline in nato titriramo amonijev borat s standardno klorovodikovo kislino.

Kemizem:



Če zadnji dve enačbi združimo:



Iz te enačbe sledi:

$$1\ mol\ HCl = 1\ mol\ N = 14\ g\ N$$

$$1\ ml\ 0,1\ M\ HCl = 0,0014\ g\ N$$

Reagenti

- H₂SO₄ (proizvajalec Sigma Aldrich);
- katalizator Kjeltabas Cu/3,5 (3,5 g K₂SO₄ + 0,4 g CuSO₄ · 5 H₂O);
- nasičena raztopina H₃BO₃ (ca 3 %);
- 30% raztopina NaOH;
- 0,1 M HCl.

Pribor:

- aparat za sežiganje vzorcev BUCHI K424 (razklopna enota);
- Büchi Scruber B-414 (čistilna enota);
- Büchi distillation unit B-324 (destilacijska enota);
- Metrohm 702 sm titrino (titracijska enota);
- tehtnica Scalter SPB 31;
- sežigne epruvete;
- tehtirne ladjice.

Izvedba:

Delo smo razdelili na tri faze:

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

a) V sežigno epruveto odtehtamo ca 0,5 g vzorca, dodamo 2 tableti bakrovega katalizatorja in 20 ml koncentrirane H₂SO₄. Epruvete postavimo v stojalo in pokrijemo s steklenimi zvonci. Vse skupaj postavimo v ogreto enoto za razklop (Digestion Unit), kjer je bila temperatura 370 °C. Z vodno črpalko odvajamo zdravju škodljive hlape preko enote, imenovane Scrubber, kjer se del hlapov utekočini, preostanek pa se nevtralizira v ca 15% raztopini NaOH in na koncu vodi preko aktivnega oglja. Sežig je končan po 1 uri.

b) Vzorec ohladimo v epruveti na sobno temperaturo. Epruveto postavimo v destilacijsko enoto (Distillation Unit), kjer poteče doziranje 50 ml destilirane vode in 70 ml baze (NaOH). V destilacijsko predložko se dozira 60 ml borne kisline (H₃BO₄). Nato se začne uvajati paro v vzorec. Destilacija poteka 4 minute.

c) Raztopino nastalega amonborata v predložki titriramo z 0,1 M HCl do vrednosti pH 4,65. Titracija poteka avtomatsko po vnosu odtehte vzorca (v mg) v titracijski enoti (Titrino). V končni točki titracije se zabeleži poraba kisline, iz katere se izračuna vsebnost dušika v vzorcu ter vsebnost beljakovin v vzorcu. Kadar analiziramo živilo, katerega empirični faktor je različen od 6,25, je potrebno vsebnost beljakovin ročno izračunati iz vsebnosti dušika z uporabo ustreznega faktorja za to živilo.

Račun:

$$\text{vsebnost beljakovin (g/100 g)} = \frac{\text{ml } 0,1 \text{ M HCl} \cdot 1,4 \cdot f}{\text{mg (odtehta)}} \cdot 100 \cdot 6,25 \quad \dots(9)$$

$$f = \frac{\text{tocna molarnost HCl}}{0,1 \text{ M HCl}} = 1 \quad \dots(10)$$

ml HCl = poraba ml 0,1 M HCl

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

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

f = faktor molarnosti HCl

Izračunamo vsebnost beljakovin v svežem vzorcu:

$$\begin{aligned} \text{vsebnost beljakovin v kruhu (g/100 g)} &= \\ &= \frac{\text{vsebnost beljakovin v zračni sušini} \cdot \text{vsebnost suhe snovi}}{100 - B} \end{aligned} \quad \dots(11)$$

3.3.5 Določanje vsebnosti maščob z metodo po Weibull-Stoldt (Plestenjak in Golob, 2003)

Princip:

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

Reagenti:

- Petrol eter (proizvajalec Sigma aldrich);
- 4M HCl (proizvajalec Merch).

Pribor:

- Foss hotplate 2022 (razklopna enota);
- Foss soxtectm 2050 (ekstrakcijska enota);
- Foss control unit 2050 (ekstrakcijska enota);
- Foss kapsule (lončki);
- SoxCap filtri;
- Ekstrakcijski lončki;
- tehtnica Scalter SPB 31.

Postopek določanja vsebnosti maščob je sestavljen iz naslednjih korakov:

- razklop (hidroliza) z vrelo kislino;
- spiranje;
- sušenje hidroliziranega ostanka vzorca;
- ekstrakcija topila;
- sušenje ekstrahirane snovi;
- tehtanje in izračun.

Izvedba:

V kapsule namestimo filtre in nanje odtehtamo $2 \pm 0,001$ g zračno suhega vzorca. Kapsule namestimo v razklopno enoto, v katero predhodno nalijemo 800 ml 4 M HCl, ter jo vključimo na segrevanje. Med hidrolizo so kapsule delno potopljene v vrelo hidrolizno raztopino, ki prosto teče v kapsulo in iz nje. Po eni uri vrenja razklopno enoto ugasnemo. Spiranje vzorcev z vodo v kombinaciji s filtracijo s pomočjo vakuuma se izvrši znotraj lončkov, vse pa je kontrolirano s spiranjem in z vakuumskimi valji. Čiste vzorce sušimo 12 ur pri 50 °C.

Po sušenju namestimo vato na vrh filtra, vstavimo blazinico iz vate na dno kapsule ter rahlo pritismo vato in filter na sredino kapsule. Nato namestimo kapsule v sistem Soxtec za ekstrakcijo. Pod kapsule namestimo predhodno posušene in stehtane ekstrakcijske lončke, v

katerih so vrelni kroglice in 80 ml petroletra. Ko je ekstrakcija končana, ekstrakcijske lončke sušimo v sušilniku pri 105 °C, nato jih ohladimo v eksikatorju in stehtamo.

Račun:

$$\text{vsebnost maščobe v zračno suhem vzorcu (g/100 g)} = \frac{b-c}{a} \cdot 100 \quad \dots(12)$$

a = odtehta vzorca (g)

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

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

Izračunamo vsebnost maščob v svežem vzorcu:

$$\begin{aligned} \text{vsebnost maščob v kruhu (g/100 g)} &= \\ &= \frac{\text{vsebnost maščob v zračni sušini} \cdot \text{vsebnost suhe snovi}}{100 - B} \quad \dots(13) \end{aligned}$$

3.3.6 Določanje vsebnosti surove vlaknine z metodo po Scharrer-Kürschnerju (Plestenjak in Golob, 2003)

Princip: Kuhanje vzorca v mešanici za razklop (S-K-reagent), filtriranje skozi filtrirni lonček, sušenje, tehtanje.

Pribor:

- 100 mL erlenmajerica z obrusom;
- filtrirni lonček (guč);
- filtrirni papir (črni trak);
- presesalna buča;
- merilni valj;
- vakuumska črpalka;
- gorilnik;
- tehtnica Scalter SPB 31.

Reagenti:

- Scharrer Kürschnerjev-reagent (S-K):
75 mL 70 % očetne kisline ,
+ 5 mL konc. HNO₃ ,
+ 2 g trikloroacetne kisline;
- etanol;
- eter.

Izvedba:

V 100 ml erlenmajerico odtehtamo 1 g zračno suhega vzorca, dodamo 25 mL S-K- reagenta in kuhamo pod povratnim hladilnikom 30 minut. Vmes večkrat premešamo. Medtem posušimo filtrirni lonček, obložen s filtrirnim papirjem, ohladimo in stehtamo. Še vrelo raztopino po

kuhanju kvantitativno prefiltriramo skozi filtrirni lonček s pomočjo vakuumske črpalke. Izpiramo z vročo destilirano vodo, nato z alkoholom in končno še z etrom. Sušimo v sušilniku pri 105 °C do konstantne mase, ohladimo in tehtamo.

Račun:

$$\text{vsebnost surove vlaknine v zračno suhem vzorcu (g/100 g)} = \frac{b - c}{a} \cdot 100 \quad \dots(14)$$

a = odtehta vzorca (g)

b = masa guča s filtrirnim papirjem in ostankom (g)

c = masa guča s filtrirnim papirjem (g)

Izračunamo vsebnost vlaknin v svežem vzorcu:

$$\begin{aligned} \text{vsebnost surove vlaknine v svežem vzorcu (g/100 g)} &= \\ &= \frac{\text{vsebnost surove vlaknine v zračni susini} \cdot \text{vsebnost suhe snovi}}{100 - B} \quad \dots(15) \end{aligned}$$

3.3.7 Določanje vsebnosti natrija in izračun vsebnosti kuhinjske soli

- **Priprava solnokislinskega izvlečka** (Naumann in Bassler, 2003)

Izvedba:

Elementno sestavo vzorcev določimo v surovem pepelu po žarjenju vzorca pri 550 °C. Pepel v lončku omočimo z deionizirano vodo (5 kapljic) in dodamo 5 ml 25 % HCl, da se raztopi. Raztopino v lončku na peščeni kopeli izparimo skoraj do suhega, ponovno dodamo 3 ml 25 % HCl in dolijemo 2 ml deionizirane vode. Na peščeni kopeli vsebino segrejemo in vroče prefiltriramo skozi filtrirni papir z oznako črn trak v 50 ml merilno bučko. Žarilni lonček in filtrirni papir nekajkrat speremo z vročo deionizirano vodo, da speremo vse raztopljene minerale iz ostanka pepela. Ko se raztopina v merilni bučki nekoliko ohladi, jo s hladno deionizirano vodo razredčimo do oznake in jo dobro premešamo. Tako pripravljeno raztopino uporabimo za določevanje vsebnosti posameznih mineralov.

Raztopino za določanje vsebnosti mineralov smo prelili v majhne steklene stekleničke z navojem ter jih nato poslali na Rodico, na Katedro za prehrano (Oddelek za zootehniko), kjer smo s plamensko atomsko absorpcijsko spektrometrijo (po navodilih proizvajalca aparata) določili vsebnost natrija.

- **Določanje vsebnosti natrija** (Naumann in Bassler, 2003)

V solno-kislinskem izvlečku smo določili vsebnost natrija z merjenjem absorpcije monokromatske svetlobe pri razprševanju vzorca v plamen acetilen-zrak. Aparat (Perkin-Elmer 1100B Atomic Absorption Spectrophotometer) smo umerili v območju 0,5–2 ppm (standardna raztopina Na Merck CertiPUR, c = 1000 ± 2 mg/l).

Pogoji merjenja:

Valovna dolžina (nm): 589,0

Širina reže (mm): 0,2

- **Izračun vsebnosti kuhinjske soli** (Referenčne vrednosti za vnos hranil, 2004)

Količino kuhinjske soli v kruhu (NaCl) izračunamo s pomočjo enačbe (16):

$$\text{vsebnost NaCl (g)} = \text{natrij (g)} \times 2,54 \quad \dots(16)$$

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

Vsebnost ogljikovih hidratov izračunamo iz rezultatov predhodno opravljenih analiz in znanih vsebnosti vode oziroma suhe snovi, pepela, vlaknine, maščob in beljakovin.

$$\begin{aligned} \text{vsebnost izkoristljivih ogljikovih hidratov v kruhu (g/100 g)} &= \\ &= \text{vsebnost suhe snovi} - (\text{vsebnost pepela} + \text{vsebnost vlaknine} + \text{vsebnost maščob} + \\ &\text{vsebnost beljakovin}) \quad \dots(17) \end{aligned}$$

3.3.9 Izračun energijske vrednosti (EV) v kJ (Plestenjak in Golob, 2003)

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

- beljakovine = 17 kJ/g ali 4 kcal/g
- maščobe = 37 kJ/g ali 9 kcal/g
- ogljikovi hidrati = 17 kJ/g ali 4 kcal/g

$$EV \text{ beljakovin (kJ)} = \text{vsebnost beljakovin (g/100 g)} \cdot 17 \quad \dots(18)$$

$$EV \text{ maščob (kJ)} = \text{vsebnost maščob (g/100 g)} \cdot 37 \quad \dots(19)$$

$$EV \text{ ogljikovih hidratov (kJ)} = \text{vsebnost ogljikovih hidratov (g/100 g)} \cdot 17 \quad \dots(20)$$

$$EV \text{ 100 g kruha (kJ)} = EV \text{ beljakovin} + EV \text{ maščob} + EV \text{ ogljikovih hidratov} \quad \dots(21)$$

3.3.10 Izračun energijskih deležev (ED) posameznih hranljivih snovi (Plestenjak in Golob, 2000)

$$ED \text{ beljakovin (\%)} = \frac{EV \text{ beljakovin (v 100 g)}}{EV \text{ 100 g obroka}} \cdot 100 \quad \dots(22)$$

$$ED \text{ maščob (\%)} = \frac{EV \text{ maščob (v 100 g)}}{EV \text{ 100 g obroka}} \cdot 100 \quad \dots(23)$$

$$ED \text{ ogljikovih hidratov (\%)} = \frac{EV \text{ ogljikovih hidratov (v 100 g)}}{EV \text{ 100 g obroka}} \cdot 100 \quad \dots(24)$$

3.4 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Rezultate kemijskih analiz smo statistično obdelali in ovrednotili z naslednjimi statističnimi metodami:

- a) Osnovni statistični parametri:
 - aritmetična sredina (\bar{x});
 - standardni odklon (so);
 - minimalna (min) vrednost;
 - maksimalna (max) vrednost.
- b) Analiza statističnih podatkov za posamezno statistično spremenljivko z:
 - Levenovim testom homogenosti variance,
 - analizo varianc (ANOVA) in
 - Duncanovim testom.
- c) Analiza povezanosti dveh spremenljivk s:
 - Pearsonovim koeficientom korelacije (r).
- d) Neparometrični test (Kruskal-Wallisov test) in Linearna diskriminantna analiza (LDA).

Aritmetična sredina ali povprečje

Povprečje je vrednost, za katero velja, da če bi bili vsi podatki enaki, bi bili enaki povprečju. Za izračun povprečja lahko uporabljamo tri načine: aritmetično sredino, geometrijsko sredino in harmonično sredino. Način izračunavanja je odvisen od vrste podatkov (Košmelj, 2001).

Največkrat jo uporabljamo za določanje srednje vrednosti; dobimo jo tako, da seštejemo vrednosti spremenljivke vseh enot (podatkov) in vsoto delimo s številom enot (podatkov). Aritmetična sredina predstavlja nekakšno težišče podatkov, saj je vsota odklonov posameznih vrednosti spremenljivke od povprečja navzgor enaka vsoti odklonov navzdol (Adamič, 1989).

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad \dots(25)$$

Varianca in standardni odklon

Varianca vzorca (s^2) je merilo razpršenosti podatkov oziroma variiranja okoli aritmetične

sredine. Izračunamo jo iz enačbe (26), kot povprečje kvadratov odklonov posameznih vrednosti od aritmetične sredine. Kadar je število statističnih enot vzorca manjše od 30, je imenovalac v enačbi zmanjšan za eno (Adamič, 1989).

Varianca je za statistično analizo podatkov zelo pomembna, kot opisni parameter pa manj, saj kvadrat merske enote ene spremenljivke pogosto nima pravega smisla. Zato se pogosto uporablja standardni odklon ali standardna deviacija, ki je kvadratni koren variance. Standardni odklon izračunamo po enačbi (27) (Adamič, 1989).

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \quad \dots(26)$$

$$so = \sqrt{S^2} = S \quad \dots(27)$$

Koeficient korelacije po Pearsonu

Pearsonov koeficient korelacije (r) je merilo linearne povezanosti dveh številskih spremenljivk, ki sta naključni, med seboj povezani, vendar ne nujno odvisni ena od druge. Koeficient korelacije po Pearsonu ima lahko vse vrednosti med -1 (maksimalno negativna korelacija) in +1 (maksimalno pozitivna korelacija). Pozitivne vrednosti pomenijo, da vrednost ene spremenljivke narašča z vrednostjo druge, negativne pa, da vrednost ene spremenljivke raste, druge pa pada. Vrednost 0 pomeni, da med obema spremenljivkama ni nobene povezanosti. Na osnovi velikosti koeficienta korelacije lahko sklepamo, kako močna je povezava med statističnimi enotami. Kadar je vrednost koeficienta korelacije nad 0,7, govorimo o močni povezanosti. Velikost koeficienta korelacije pa nam ne pove ničesar o tem, če je povezava značilna (Adamič, 1989). Mejne vrednosti za presojanje moči povezanosti so navedene v preglednici 9.

Preglednica 9: Mejne vrednosti za presojanje moči povezanosti spremenljivk (Seljak, 1996)

Korelacijski koeficient (r)	Povezanost
od 0,00 do $\pm 0,20$	povezanosti ni
nad $\pm 0,20$ do $\pm 0,40$	šibka
nad $\pm 0,40$ do $\pm 0,70$	zmerna
nad $\pm 0,70$ do $\pm 1,00$	močna

Parametrični in neparametrični testi

Večina statističnih metod temelji na predpostavkah v zvezi s porazdelitvijo populacije. Ker preverjamo domneve o parametrih populacije, jih imenujemo parametrične metode. Pomanjkljivost parametričnih testov je predvsem v tem, da je ponavadi predpostavka o normalni porazdelitvi populacije le slabo utemeljena, kar lahko privede do negotovosti in možnih napak. Po drugi strani pa imajo parametrične metode večjo moč odkrivanja statističnih značilnosti in so primernejše za analizo podatkov, ki zahtevajo več vzorcev ali skupin (Adamič, 1989).

Neparametrični testi nam omogočajo hitrejše in preprostejše računanje, saj ne temeljijo na predpostavki o normalni ali drugačni porazdelitvi populacije. Ti testi so tudi manj občutljivi, kar pomeni večjo verjetnost, da bo statistična značilnost nekega rezultata ostala neodkrita (Adamič, 1989).

Levenov test homogenosti variance

Pri tem testu iz vsakega vzorca zgradimo nov vzorec, v katerem so združene absolutne vrednosti odmikov od povprečne vrednosti opazovanega vzorca. Na novih vzorcih, ki opisujejo disperzije statističnih enot znotraj posameznih vzorcev, izvedemo analizo variance, s katero preverimo homogenost varianc neodvisnih vzorcev. Osnovna domneva (28) pri Levenovem testu pravi, da med vsaj enim parom varianc obstaja statistično značilna razlika, ničelna (29) pa, da razlik med variancama ni:

$$H_0: s_1 = s_2 = \dots = s_n \quad \dots(28)$$

$$H_1: s_1 \neq s_2 \quad \dots(29)$$

Stopnja značilnosti oz. signifikance (Sig) pove, katera izmed domnev je prava. Stopnja značilnosti, ki je manjša od stopnje tveganja 0,05, vodi k sprejetju osnovne domneve, vrednost večja od 0,05 pa k potrditvi ničelne domneve. Slednja je tista, ki si jo želimo, saj pomeni, da smemo vzorce medsebojno primerjati z dejansko analizo variance, ki sledi (Adamič, 1989).

ANOVA - Analiza variance

Analiza variance je parametrična metoda, ki temelji na dejstvu, da so porazdelitve vzorcev ene statistične spremenljivke normalne in da se variance statističnih vzorcev med seboj statistično ne razlikujejo. Enakost varianc ali homogenost varianc predhodno preverimo z Levenovim testom. Bistvo analize varianc je v tem, da celotno varianco vseh enot iz vseh vzorcev razstavimo na komponente, iz katerih je sestavljena, t.j. na varianco enot v vsaki posamezni skupini ali vzorcu in na varianco med temi skupinami (Adamič, 1989).

Ničelna domneva 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 trdi, da med opazovanimi statističnimi vzorci obstajata vsaj dva, katerih povprečji se statistično značilno razlikujeta. Kadar je stopnja značilnosti manjša od 0,05, sklepamo, da vzorci pripadajo različnim populacijam oz., da med statističnimi vzorci obstaja vsaj en par, ki ima različni povprečji. S tem je zavržena ničelna hipoteza, ki pravi, da razlike ne obstajajo (Adamič, 1989).

Duncanov test

Duncanov test je zaključni test, namenjen analizi večjega števila vzorcev. Ti vzorci so homogeni, kar predhodno preverimo z Levenovim testom, a ne pripadajo isti populaciji, kar preverimo s testom ANOVA. Razlikovanje vzorcev je osnovano na večkratnem preizkušanju variacijskih razmikov. Stopnja značilnosti temelji na številu neodvisnih primerjav med aritmetičnimi sredinami. S pomočjo tega testa lahko razdelimo posamezne

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

Kruskal-Wallisov test

Ta test je neparametričen in se lahko uporablja za večvzorčno analizo enega samega faktorja. Pri tem testu izhajamo iz predpostavke, da imamo n neodvisnih vzorcev, za katere želimo ugotoviti, ali obstajajo med njimi značilne razlike. Uporabljamo ga lahko tudi, kadar podatki ne izvirajo iz normalno distributivne populacije ali kadar variance vzorcev niso homogene (Kazmier, 1988).

Pri izvedbi Kruskal-Wallisovega testa vse podatke rangiramo ne glede na to, iz katere skupine je posamezna enota. Range vsake skupine seštejemo in vnesemo v enačbo (30). Če so vzorci dovolj veliki, t.j. večji kot pet enot, postane porazdelitev H zelo podobna porazdelitvi hi-kvadrat. Pri tem testu ne moremo trditi, katere skupine se med seboj razlikujejo in katere ne. Test kaže le na značilnost razlike med vsemi skupinami (Adamič, 1989).

$$H = \frac{12}{n \cdot (n + 1)} \cdot \sum \frac{T_v^2}{n_v} - 3 \cdot (n + 1) \quad \dots(30)$$

n ...število vseh enot

n_v ...število enot v posameznem vzorcu

T_v ...vsota rangov v posameznem vzorcu

Diskriminantna analiza

Diskriminantne analize metode ali tako imenovano nadzorovano razvrščanje v skupine se uporabljajo za ugotavljanje podobnosti neznanega vzorca z vrstami drugih poznanih vzorcev.

Diskriminantna analiza je posplošitev analize variance. Cilj te metode je čim bolj ločiti skupine med seboj. Ugotoviti želimo, kako dobro nam zna dano število spremenljivk ločiti skupine med seboj (Adams, 1998).

▪ LDA

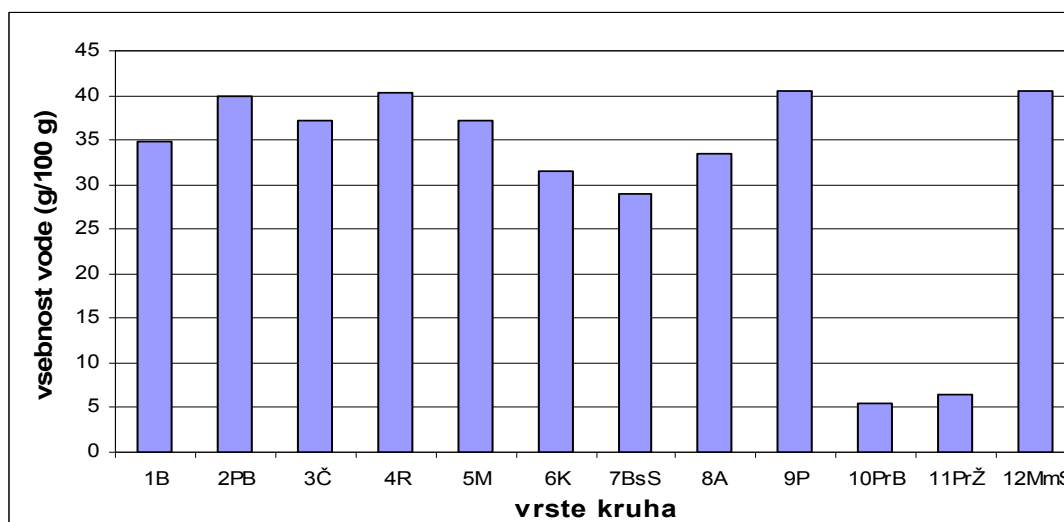
Linearna diskriminantna analiza se uporablja za ločevanje med dvema ali več vrstami podatkov. Glavni princip delovanja je najti tiste smeri v večvariatnem prostoru, ki najbolj ločujejo posamezne vrste vzorcev. Ko določimo prvo novo smer, poiščemo naslednjo takšno smer z enakimi zahtevami oziroma lastnostmi, toda z omejitvijo, da informacije, vsebovane v obeh smereh, ne korelirajo. Postopek iskanja novih smeri se zaključí, ko poiščemo zadostno število novih smeri, ki zadovoljivo opišejo sistem. V principu se lahko katerakoli matematična funkcija uporabi kot diskriminantna funkcija (Adams, 1998).

4 REZULTATI

V tem poglavju so predstavljeni rezultati kemijskih analiz določanja vsebnosti vode, pepela, beljakovin, maščob, surove vlaknine in natrija. S pomočjo teh podatkov smo izračunali vsebnost ogljikovih hidratov, energijske vrednosti in vsebnost soli za 34 različnih vzorcev kruha, razdeljenih v 12 vrst. Poleg rezultatov kemijskih analiz so v tem poglavju predstavljeni še rezultati primerjave naših rezultatov s podatki na deklaraciji in rezultati primerjave s podatki iz tujih baz o hranilnih vrednosti živil ter rezultati statistične obdelave.

4.1 REZULTATI VSEBNOSTI VODE V KRUHU

Vsebnost vode in ostale analizirane parametre (razen vsebnosti surove vlaknine) smo določili v vseh vzorcih kruha, vendar smo zaradi kasnejše lažje obravnave rezultatov vzorce razdelili v več vrst. Tako je na sliki 1 in v preglednici 10 predstavljena povprečna vsebnost vode vzorcev 12 vrst kruha.



Slika 1: Vsebnost vode (g/100 g) v različnih vrstah kruha

Vsebnost vode se med posameznimi vrstami kruha giblje od 5,5 g/100 g do 40,5 g/100 g. Najmanjšo povprečno vsebnost vode (5,5 g/100 g) smo določili v vzorcih belega prepečenca (10PrB). Zelo podobno, majhno vsebnost vode, smo določili tudi v prepečencu z več žiti (11PrŽ). Primerljivo vsebnost vode so imele tudi druge vrste: polbel (2PB), ržen (4R), pirin (9P) in mešan kruh z manj soli (12MmS), ter črn (3Č) in mešan kruh (5M), kjer je povprečna vsebnost obeh znašala 37,2 g/100 g. Največjo vsebnost vode smo določili v pirinem kruhu (9P oz. vzorec K22).

Med vsemi analiziranimi vzorci kruha je največ vode vseboval ržen kruh (vzorec K1), in sicer 43,4 g/100 g. Najmanj (poleg prepečencev), 25,3 g/100 g, pa mešana štručka s semeni (vzorec K9), ki smo jo uvrstili med mešane kruhe (vrsta 5M).

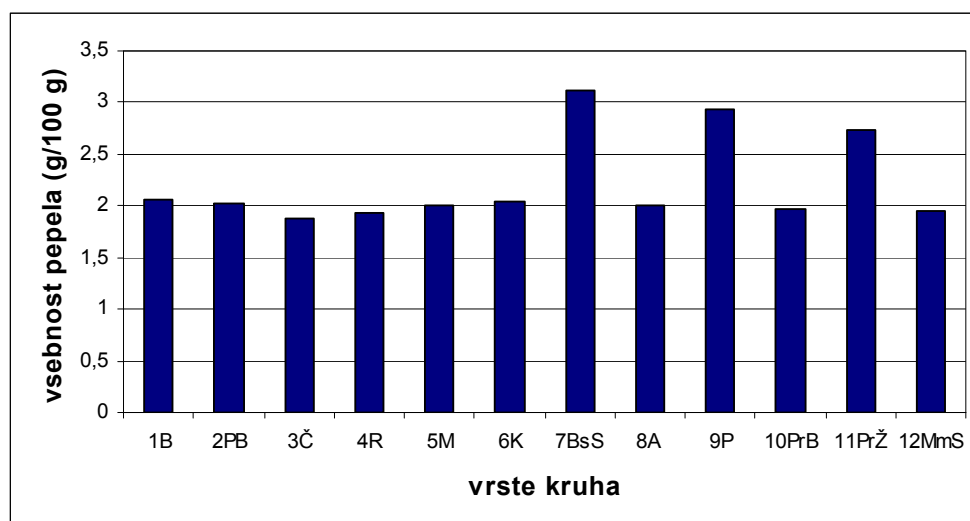
Preglednica 10: Vsebnost vode (g/100 g) in osnovni statistični parametri za različne vrste kruha

Vrsta kruha	Vsebnost vode (g/100 g)		
	n	$\bar{x} \pm s_0$	interval (min-max)
1B	8	34,8 ± 3,5 ^{b, c, d}	27,6-39,3
2PB	2	39,8 ± 2,6 ^d	38,0-41,7
3Č	3	37,2 ± 3,6 ^{c, d}	33,2-40,1
4R	5	40,4 ± 3,1 ^d	36,6-43,4
5M	5	37,2 ± 7,3 ^{c, d}	25,3-42,3
6K	1	31,5 ^{b, c}	-
7BsS	2	29,0 ± 1,6 ^b	27,8-30,1
8A	1	33,4 ^{b, c, d}	-
9P	1	40,5 ^d	-
10PrB	2	5,53 ± 2,28 ^a	3,92-7,14
11PrŽ	2	6,39 ± 1,01 ^a	5,67-7,10
12MmS	2	40,4 ± 1,9 ^d	39,1-41,8

Legenda: n - število vzorcev, \bar{x} - povprečna vrednost, s_0 - standardna deviacija, min - minimalna vrednost, max - maksimalna vrednost;
povprečne vrednosti v stolpcu označene z različnim indeksom se med seboj statistično značilno razlikujejo pri $p < 0,05$.

4.2 REZULTATI VSEBNOSTI PEPELA V KRUHU

Povprečna vsebnost pepela v analiziranih vrstah kruha je prikazana na sliki 2 in v preglednici 11.



Slika 2: Vsebnost pepela (g/100 g) v različnih vrstah kruha

Povprečna vsebnost pepela v analiziranih vzorcih kruha je bila od 1,88 do 3,11 g/100 g, pri čemer je bila največja vsebnost pepela v vzorcih belega kruha s sirom (2,91 g/100 g oz. 3,30 g/100 g), najmanjša pa v črnem kruhu, 1,88 g/100 g (3Č). Vzorci prepečenca z več žiti (11PrŽ), pirin kruh (9P) in bel kruh s sirom (7BsS) so imeli statistično značilno več pepela kot ostale vrste. Ostale vrste kruha so si v vsebnosti pepela precej podobne.

Najmanj pepela, 1,51 g/100 g, je vseboval vzorec rženega kruha (K8), največ, 3,30 g/100 g pa sirova štručka (K16).

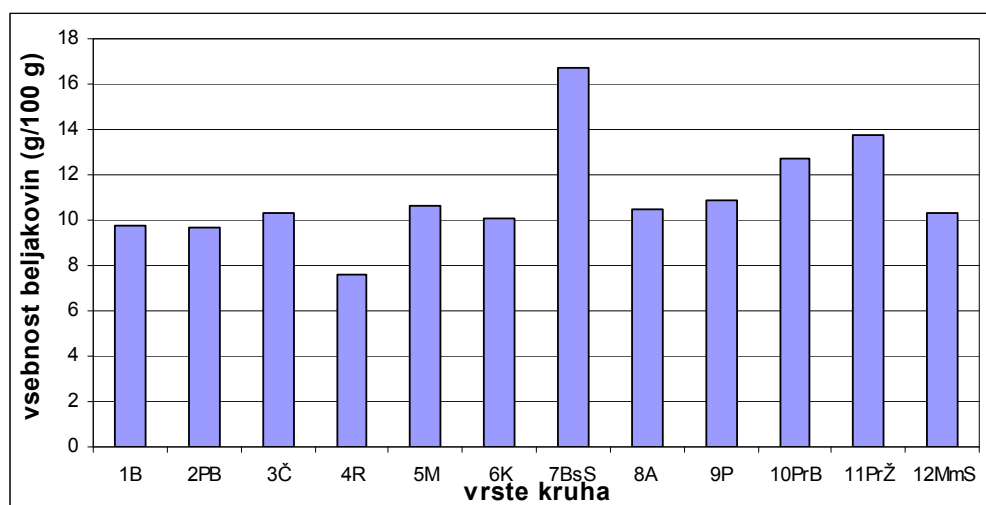
Preglednica 11: Vsebnost pepela (g/100 g) in osnovni statistični parametri za različne vrste kruha

Vrsta kruha	Vsebnost pepela (g/100 g)		
	n	$\bar{x} \pm s_0$	interval (min-max)
1B	8	2,06 ± 0,35 ^a	1,63-2,65
2PB	2	2,03 ± 0,01 ^a	2,02-2,03
3Č	3	1,88 ± 0,16 ^a	1,73-2,05
4R	5	1,94 ± 0,27 ^a	1,51-2,24
5M	5	2,00 ± 0,28 ^a	1,74-2,42
6K	1	2,04 ^a	-
7BsS	2	3,11 ± 0,28 ^b	2,91-3,30
8A	1	2,00 ^a	-
9P	1	2,94 ^b	-
10PrB	2	1,97 ± 0,08 ^a	1,91-2,03
11PrŽ	2	2,74 ± 0,15 ^b	2,63-2,84
12MmS	2	1,95 ± 0,18 ^a	1,82-2,07

Legenda: n - število vzorcev, \bar{x} - povprečna vrednost, s_0 - standardna deviacija, min - minimalna vrednost, max - maksimalna vrednost;

povprečne vrednosti v stolpcu označene z različnim indeksom se med seboj statistično značilno razlikujejo pri $p < 0,05$.

4.3 REZULTATI VSEBNOSTI BELJAKOVIN V KRUHU



Slika 3: Vsebnost beljakovin (g/100 g) v različnih vrstah kruha

Kot je razvidno iz slike 3, je bila največja vsebnost beljakovin v belem kruhu s sirom (7BsS), najmanjša pa v rženem kruhu (4R). Nekoliko več beljakovin (nad 12 g/100 g) smo določili v obeh prepečencih, medtem ko je bila povprečna vsebnost beljakovin pri ostalih vrstah kruha dokaj podobna in je znašala od 9,66 do 10,87 g/100 g.

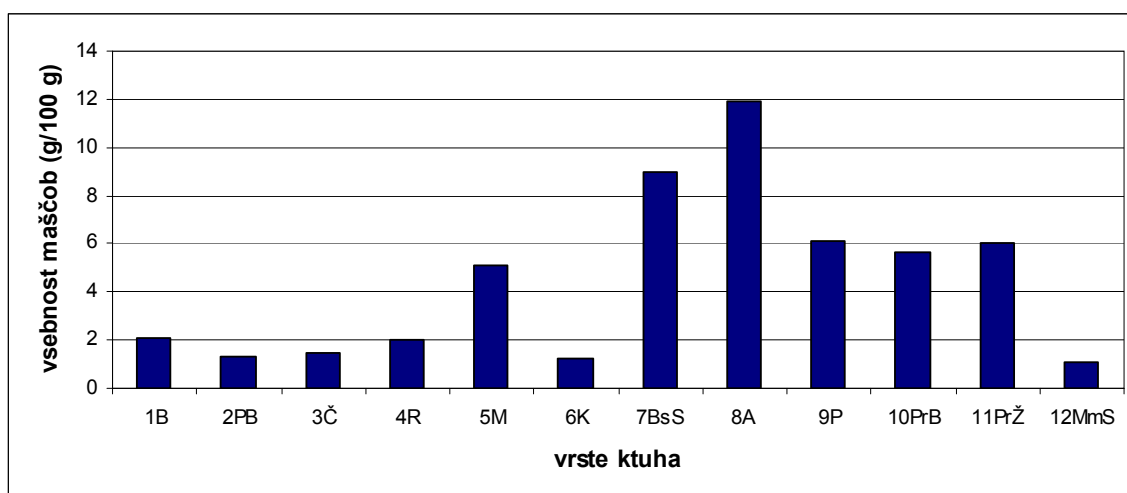
Največ beljakovin, kar 17,37 g/100 g, smo določili v vzorcu K24 (sirova štručka). Najmanj beljakovin, 5,20 g/100 g, je vseboval vzorec K1 (ržen kruh).

Preglednica 12: Vsebnost beljakovin (g/100 g) in osnovni statistični parametri za različne vrste kruha

Vrsta kruha	Vsebnost beljakovin (g/100 g)		
	n	$\bar{x} \pm s_0$	interval (min-max)
1B	8	9,75 ± 0,58	9,05-10,55
2PB	2	9,66 ± 0,66	9,19-10,12
3Č	3	10,35 ± 0,37	10,06-10,76
4R	5	7,62 ± 1,84	5,20-9,67
5M	5	10,66 ± 2,00	8,90-13,19
6K	1	10,08	-
7BsS	2	16,75 ± 0,88	16,13-17,37
8A	1	10,51	-
9P	1	10,87	-
10PrB	2	12,69 ± 0,02	12,67-12,70
11PrŽ	2	13,79 ± 1,33	12,85-14,73
12MmS	2	10,35 ± 1,04	9,61-11,08

Legenda: n - število vzorcev, \bar{x} - povprečna vrednost, s_0 - standardna deviacija, min - minimalna vrednost, max - maksimalna vrednost.

4.4 REZULTATI VSEBNOSTI MAŠČOB V KRUHU



Slika 4: Vsebnost maščob (g/100 g) v različnih vrstah kruha

Iz slike 4 in preglednice 13 vidimo, da je bila povprečna vsebnost maščob v analiziranih vrstah kruha zelo različna, od 1,10 g/100 g v mešanem kruhu z manj soli (12MmS) do 11,89 g/100 g v ajdovem kruhu (8A oz. vzorec K27). Tako velika vsebnost maščobe nas pri tem vzorcu ni presenetila, saj tovrstni kruh vsebuje orehe, za katere vemo, da vsebujejo veliko maščob.

Veliko vsebnost maščobe smo določili v vzorcih, kjer so bila dodana semena (vzorec K4 in K9) in sir (K9 in K16). Od teh vzorcev je največ maščob vseboval vzorec K4 (mešan kruh s semeni), 11,04 g/100 g, najmanj med vsemi analiziranimi vzorci (pod 0,90 g/100 g) pa vzorca K17 (bel kruh) in K1 (ržen kruh).

Ugotovili smo veliko razliko v vsebnosti maščob pri kruhu s semeni (vzorec K4 – 11,04 g/100 g in vzorec K9 – 7,51 g/100g) različnih proizvajalcev. Velika variabilnost je pogojena s količino in vrsto dodanih semen. To se ni pokazalo samo pri vsebnosti maščob, ampak tudi pri vsebnosti vode.

Preglednica 13: Vsebnost maščob (g/100 g) in osnovni statistični parametri za različne vrste kruha

Vrsta kruha	Vsebnost maščob (g/100 g)		
	n	$\bar{x} \pm s_0$	interval (min-max)
1B	8	2,05 ± 1,13	0,81-3,64
2PB	2	1,33 ± 0,02	1,31-1,34
3Č	3	1,49 ± 0,40	1,20-1,94
4R	5	2,00 ± 1,02	0,89-3,22
5M	5	5,08 ± 4,04	1,98-11,04
6K	1	1,20	-
7BsS	2	8,99 ± 0,54	8,61-9,37
8A	1	11,89	-
9P	1	6,13	-

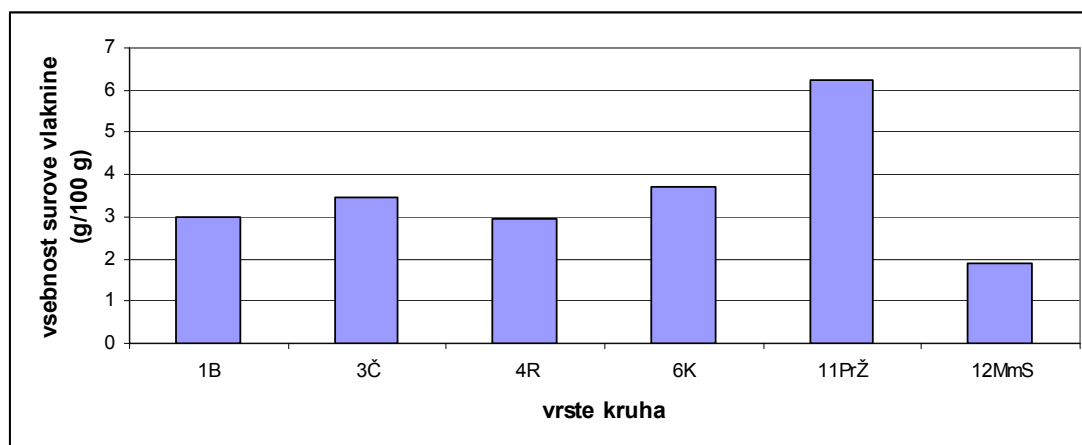
10PrB	2	5,68 ± 0,42	5,38-5,98
11PrŽ	2	6,01 ± 0,57	5,60-6,41
12MmS	2	1,10 ± 0,08	1,04-1,15

Legenda: n - število vzorcev, \bar{x} - povprečna vrednost, s_0 - standardna deviacija, min - minimalna vrednost, max - maksimalna vrednost.

4.5 REZULTATI VSEBNOSTI SUROVE VLAKNINE V KRUHU

Vsebnost surove vlaknine smo analizirali z metodo po Scharrer-Kürschnerju, in sicer v vzorcih: K2 (ržen), K3 (črn), K15 (koruzni), K20 (bel), K23 (ržen-nizko glikemični), K31 (polnozrnat prepečenec) in K34 (mešan kruh z manj soli). Med temi vzorci je najmanjšo vsebnost surove vlaknine imel mešan kruh z manj soli (K34) 1,9 g/100 g, največjo pa polnozrnat prepečenec (K31) 6,25 g v 100 g vzorca.

Kot smo pričakovali in kar je znano iz literature, so bile povprečne vrednosti vlaknine, določene s Scharrer-Kürschner metodo, precej manjše od vrednosti, ki bi jih dobili z encimsko-gravimetrično metodo. Z različnimi metodami namreč določimo različne komponente vlaknine. SK-metoda temelji na ekstrakciji z določenimi kemičnimi reagenti in omogoča določitev surove vlaknine (celuloza, hemiceluloza, lignin). Z EG-metodo pa izvedemo kompleksnejšo določitev vlaknine, poleg skupne lahko ločeno določimo še v vodi topno in netopno vlaknino. Vzrok za večje vrednosti vlaknine, dobljene po EG-metodi, so tudi ponovno oborjeni enostavni sladkorji, skupaj z vlakninskimi polisaharidi, oligosaharidi in produkti Maillardove reakcije, kondenzirani tanini, pride pa tudi do obarjanja reagentov, kot so soli pufra, in do nepopolne hidrolize škroba pri dani temperaturi. Enostavni sladkorji so asociirani s topno vlaknino in povečajo njeno količino, ni pa znano, kaj povzroča njihovo obarjanje (Golob in sod., 1997).



Slika 5: Vsebnost surove vlaknine (g/100 g) v različnih vrstah kruha

Iz slike 5 je razvidno, da je največ surove vlaknine vseboval prepečenec z več žiti (11PrŽ), najmanj pa mešan kruh z manj soli (12MmS).

Preglednica 14: Vsebnost surove vlaknine (g/100 g) in osnovni statistični parametri za različne vrste kruha

	Vsebnost surove vlaknine (g/100 g)

Vrsta kruha	n	$\bar{x} \pm s_0$	interval (min-max)
1B	1	3,00	-
2PB	-	3,22*	-
3Č	1	3,44	-
4R	2	2,94 ± 1,02	2,81-3,13
5M	-	1,90	-
6K	1	3,69	-
7BsS	-	3,00	-
8A	-	3,69	-
9P	-	3,44	-
10PrB	-	3,00	-
11PrŽ	1	6,25	-
12MmS	1	1,90	-

Legenda: n - število vzorcev, \bar{x} - povprečna vrednost, s_0 - standardna deviacija, min - minimalna vrednost, max - maksimalna vrednost;

* - izračunano iz povprečja bel-črn kruh.

4.6 REZULTATI VSEBNOSTI IZKORISTLJIVIH OGLJIKOVIH HIDRATOV V KRUHU

Z izrazom izkoristljivi OH zajamemo vse komponente OH, ki se v organizmu lahko izkoristijo. To so npr. mono-, di-, oligo- in polisaharidi (glukoza, galaktoza, fruktoza, manoza, laktoza, saharoza, rafinoza, škrob, dekstrini in glikogen) sladkorni alkoholi ter fiziološko izkoristljive organske kisline. V primeru, kjer podatka o vsebnosti posameznih izkoristljivih OH ni, ali je nepopoln, se vsebnost skupnih izkoristljivih OH izračuna tako, da se upošteva poleg vsebnosti vode, pepela, beljakovin in maščob tudi vsebnost skupne vlaknine (Golob in sod., 2006). Mi smo pri izračunu upoštevali vsebnost surove vlaknine, saj podatka o skupni vlaknini nismo imeli. Da je kruh zelo bogat vir OH, nam jasno kažejo rezultati zbrani v preglednici 15. Na sliki 6 so prikazane vsebnosti izkoristljivih OH z odšteto vsebnostjo surove vlaknine.

Preglednica 15: Vsebnost izkoristljivih ogljikovih hidratov (g/100 g) in osnovni statistični parametri za različne vrste kruha

Vrsta kruha	n	Vsebnost izkoristljivih OH (g/100 g)	
		$\bar{x} \pm s_0$	interval (min-max)
1B	8	48,30 ± 2,67 ^{d,e}	44,72-53,99
2PB	2	43,95 ± 1,98 ^{b,c,d}	42,55-45,35
3Č	3	45,62 ± 3,40 ^{c,d,e}	42,74-49,37
4R	5	45,12 ± 3,53 ^{c,d}	40,23-49,85
5M	5	43,06 ± 4,94 ^{b,c,d}	36,53-50,44
6K	1	51,50 ^e	-
7BsS	2	39,19 ± 2,79 ^{a,b,c}	37,22-41,16
8A	1	38,48 ^{a,b}	-

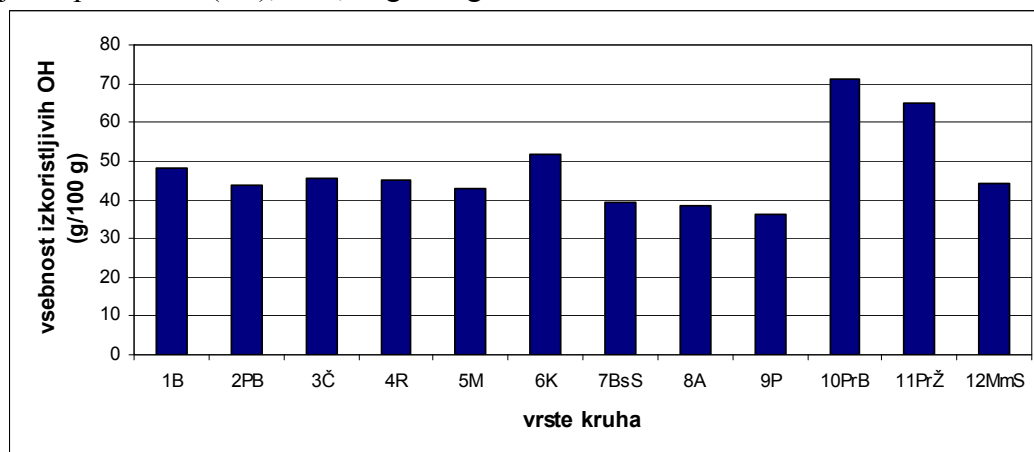
9P	1	36,10 ^a	
10PrB	2	71,13 ± 2,81 ^g	69,14-73,11
11PrŽ	2	64,84 ± 3,05 ^f	62,68-67,00
12MmS	2	44,32 ± 0,63 ^{b,c,d}	43,87-44,76

Legenda: n - število vzorcev, \bar{x} - povprečna vrednost, s_0 - standardna deviacija, min - minimalna vrednost, max - maksimalna vrednost;

povprečne vrednosti v stolpcu označene z različnim indeksom se med seboj statistično značilno razlikujejo pri $p < 0,05$.

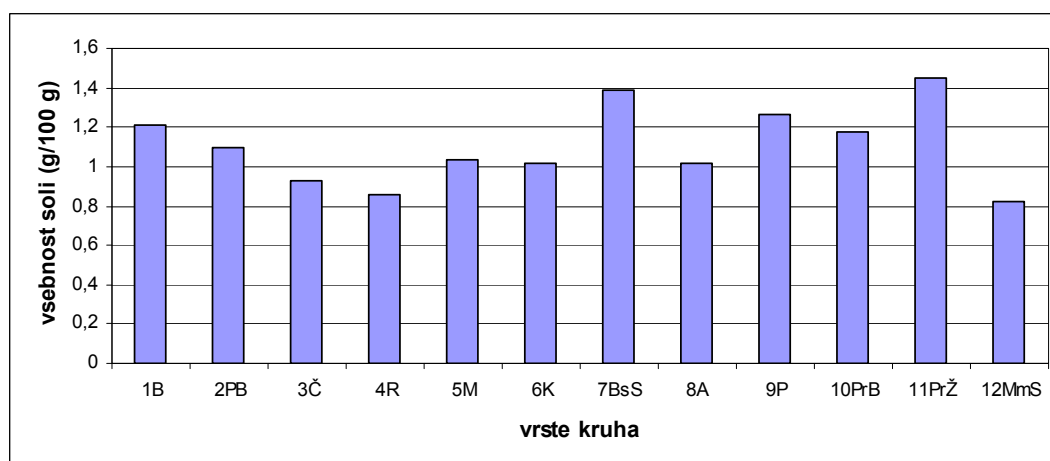
Ugotavljamo, da je bila vsebnost izkoristljivih OH v analiziranih vrstah kruha zelo različna. Največ OH, 71,13 g/100 g, je vseboval bel prepečenec (10PrB), nekoliko manj, 64,84 g/100 g, pa prepečenec z več žiti (11PrŽ). Najmanj OH, 36,10 g/100 g, smo določili v pirinem kruhu (9P oz. vzorec K22), medtem ko je bila povprečna vsebnost OH v ostalih vrstah kruha med 38,48 g/100 g do 51,50 g/100 g.

Med vzorci je bil najbolj bogat z OH bel prepečenec (K32), z 73,11 g/100 g, najbolj reven pa je bil pirin kruh (9K), s 36,10 g/100 g.



Slika 6: Vsebnost izkoristljivih OH (g/100 g) v različnih vrstah kruha

4.7 REZULTATI VSEBNOSTI NATRIJA IN SOLI V KRUHU



Slika 7: Vsebnost soli (g/100 g) v različnih vrstah kruha

Povprečna vsebnost soli v analiziranih vrstah kruha je bila od 0,82 g/100 g do 1,45 g/100 g. Pri večini kruha je bila vsebnost soli večja od 1 g/100g. Manjša vsebnost je bila samo v vzorcih črnega kruha (3Č), rženega (4R) in mešanega kruha z manj soli (12MmS). Največjo vsebnost soli smo določili v prepečencu z več žiti (11PrŽ), 1,45 g/100 g, nekoliko manj, 1,39 g/100 g, pa v belem kruhu s sirom (7BsS). Pričakovano je najmanj soli, 0,82 g/100 g, vseboval mešan kruh z manj soli (12MmS).

Med vsemi analiziranimi vzorci je največ soli vseboval vzorec K29 (večzrnati prepečenec), 1,71 g/100 g. Najmanjšo vsebnost soli, 0,69 g/100 g, pa smo določili v vzorcu K8 (ržen kruh). Zanimiv je podatek, da sta vzorca rženega kruha K8 in K1 vsebovala manj soli kot vzorca K34 oz. K35, oba deklarirana kot kruh z manjšo vsebnostjo soli.

Preglednica 16: Vsebnost natrija (mg/100 g) in soli (g/100 g) ter osnovni statistični parametri za različne vrste kruha

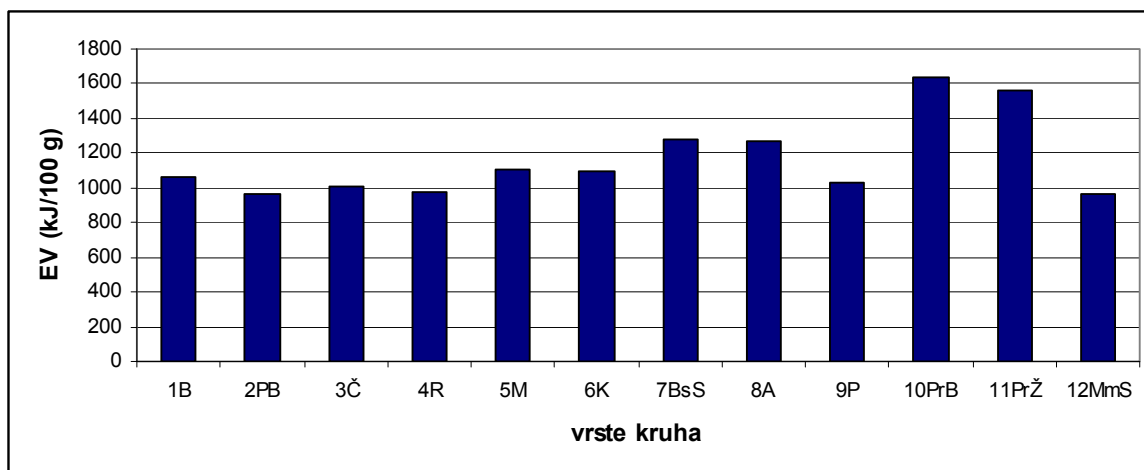
Vrsta kruha	n	Vsebnost natrija (mg/100 g)		Vsebnost soli (g/100 g)	
		$\bar{x} \pm s_0$	interval (min-max)	$\bar{x} \pm s_0$	interval (min-max)
1B	8	476,6 ± 61,0	408,8-587,0	1,21 ± 0,15	1,04-1,49
2PB	2	432,8 ± 22,6	416,8-448,7	1,10 ± 0,06	1,06-1,14
3Č	3	367,4 ± 68,0	323,9-445,7	0,93 ± 0,17	0,82-1,13
4R	5	338,4 ± 52,3	270,4-392,0	0,86 ± 0,13	0,69-1,00
5M	5	404,0 ± 47,3	357,3-464,0	1,03 ± 0,12	0,91-1,18
6K	1	402,6	-	1,02	-
7BsS	2	545,3 ± 48,2	511,2-579,3	1,39 ± 0,12	1,30-1,47
8A	1	401,1	-	1,02	-
9P	1	494,5	-	1,26	-
10PrB	2	461,9 ± 23,7	445,1-478,6	1,18 ± 0,06	1,13-1,22
11PrŽ	2	571,1 ± 142,8	470,1-672,0	1,45 ± 0,37	1,19-1,71
12MmS	2	320,9 ± 0,3	320,7-321,1	0,82 ± 0,01	0,81-0,82

Legenda: n - število vzorcev, \bar{x} - povprečna vrednost, s_0 - standardna deviacija, min - minimalna vrednost, max - maksimalna vrednost.

Raziskave na slovenskem trgu kažejo, da več kot 80 % kruha vsebuje vsaj 1,4 g soli na 100 g živila. Torej že dva večja kosa kruha lahko vneseta v naše telo polovico priporočenega dnevnega vnosa. Zavedati se moramo, da h količini zaužite soli izdatno pripomorejo tudi drugi izdelki. Kljub temu pa kruh predstavlja osnovno živilo, pri katerem bi morali biti bolj pozorni na količino dodane soli.

4.8 ENERGIJSKA VREDNOST KRUHA

Iz podatkov o vsebnosti posameznih hranljivih snovi smo izračunali energijsko vrednost (EV) za vse vrste kruha tako, da smo izračunali energijsko vrednost beljakovin, maščob in izkoristljivih OH (preglednica 17).



Slika 8: Energijska vrednost v 100 g kruha (kJ)

Največjo energijsko vrednost med vsemi analiziranimi vrstami kruha je imel bel prepečenec (10PrB) 1635 kJ/100 g, najmanjšo EV pa vzorca polbelega kruha (2PB), in sicer 960 kJ/100 g. Nizko EV sta imela še ržen (4R – 971 kJ/ 100 g) in mešan kruh z manj soli (12MmS – 970 kJ/ 100 g), višjo EV pa so imeli: prepečenec z več žiti (11PrŽ – 1559 kJ/100g), bel s sirom (7BsS – 1284 kJ/ 100 g) ter ajdov kruh z orehi (8A – 1273 kJ/100g). Vse ostale vrste kruha so imele dokaj podobno EV.

Med vzorci je imel poleg vseh štirih prepečencev največjo EV vzorec K9 (mešana štručka s semeni), 1347 kJ/ 100 g. Najmanjšo EV pa smo določili v vzorcu K1 (domači ržen kruh), 897 kJ/ 100 g.

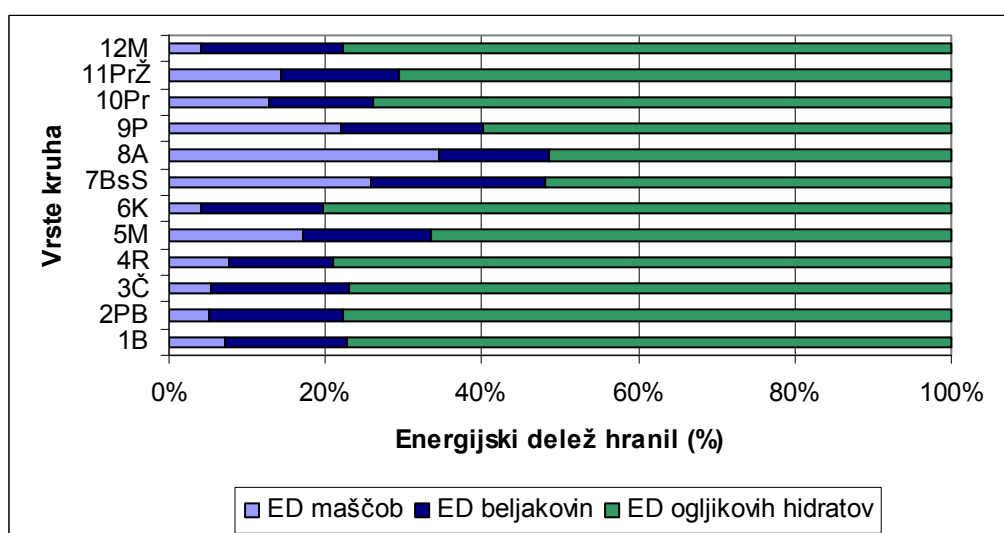
Preglednica 17: Energijska vrednost (kJ/100 g) in osnovni statistični parametri za različne vrste kruha

Vrsta kruha	n	Energijska vrednost (kJ/100 g)	
		$\bar{x} \pm s_0$	interval (min-max)
1B	8	1063,0 ± 75,6	990,3-1210,8
2PB	2	960,3 ± 43,9	929,2-991,3
3Č	3	1006,5 ± 56,3	969,3-1071,3
4R	5	970,9 ± 67,0	897,4-1069,6
5M	5	1101,0 ± 184,9	961,3-1347,0
6K	1	1091,4	-
7BsS	2	1283,5 ± 12,6	1274,6-1292,4
8A	1	1272,7	-
9P	1	1025,3	-
10PrB	2	1634,9 ± 31,6	1612,5-1657,2
11PrŽ	2	1558,8 ± 8,2	1553,0-1564,6
12MmS	2	969,8 ± 31,2	947,7-991,8

Legenda: n - število vzorcev, \bar{x} - povprečna vrednost, s_0 - standardna deviacija, min - minimalna vrednost, max - maksimalna vrednost.

4.9 ENERGIJSKI DELEŽI HRANLJIVIH SNOVI

Da bi hranilno vrednost ovrednotili še s prehranskega stališča, smo izračunali in grafično prikazali energijske deleže posameznih hranljivih snovi. Po priporočilih Referenčnih vrednosti za vnos hranil (2004) naj bi energijski delež OH dnevno znašal več kot 50 %, maščob 10–30 % in beljakovin 10–15 %. Ker kruh običajno kombiniramo še z ostalimi živili, so ti deleži zgolj informativni.



Slika 9: Povprečni energijski deleži maščob, beljakovin in izkoristljivih ogljikovih hidratov v različnih vrstah kruha (%)

Čeprav kruh ni samostojna jed in se priporočila glede vnosa posameznih hranil nanašajo na celodnevne jedilnike, nas je zanimala prehranska ocena tega osnovnega živila. Ugotovili smo, da se ED maščob posameznih vrst kruha giblje med 4 % in 35 %, ED beljakovin pa med 13 % in 22 %. Ker pa so imele vse vrste kruha ED ogljikovih hidratov večji od 50 %, menimo, da je kruh primerno živilo za kombiniranje obroka z beljakovinski in maščobnimi živili.

Kos kruha tehta povprečno 50–60 g. Če na dan pojemo na primer štiri kose kruha (dva za zajtrk in dva za večerjo), znaša to že okoli 200 g. Če kruh jemo še med obroki (zraven juhe, solate), se ta vrednost hitro poveča. V Sloveniji pojemo največ belega kruha, za katerega smo izračunali EV 1063 kJ/100 g. Če upoštevamo, da na dan pojemo 200 g kruha, dobimo z 200 g belega kruha povprečno 2126 kJ/100 g. Če pa upoštevamo še podatek, da je priporočen dnevni vnos energije s hrano za ženske 9,2 MJ, za moške pa 12,2 MJ, predstavlja to približno 23 % pokritja dnevnih potreb za ženske in 17 % pokritja dnevnih potreb za moške.

4.10 PRIMERJAVA NAŠIH REZULTATOV S PODATKI NA DEKLARACIJI

Namen diplomskega dela je bil tudi primerjati naše rezultate s podatki na deklaraciji. Od 34 vrst kruha je deklaracijo imelo le pet vzorcev (vsi štirje prepečenci ter nizko glikemični kruh). Rezultate naših analiz za vsebnost beljakovin, maščob, izkoristljivih ogljikovih hidratov, surove vlaknine in energijske vrednosti za posamezne vrste kruha smo primerjali s podatki na deklaraciji oz. s podatki, ki smo jih dobili na internetni strani.

Primerjava analiziranih kruhov s podatki na deklaraciji

a) za kruh: Svit – nizko glikemični kruh

Preglednica 18: Primerjava naših rezultatov s podatki na deklaraciji za vzorec nizko glikemični kruh Svit

Parameter:	Naši rezultati	Podatki na deklaraciji
beljakovine (g/100 g)	9,2	7,8
ogljikovi hidrati (g/100 g)	40,2	33,3
maščobe (g/100 g)	2,3	2,7
vlaknina (g/100 g)	3,1*	10,2**
EV (kJ/100 g)	924	799

* - vsebnost surove vlaknine, ** - vsebnost skupne prehranske vlaknine

b) za kruh: bel prepečenec Mercator

Preglednica 19: Primerjava naših rezultatov s podatki na deklaraciji za vzorec bel prepečenec Mercator

Parameter:	Naši rezultati	Podatki na deklaraciji
beljakovine (g/100 g)	12,7	10,9
ogljikovi hidrati (g/100 g)	73,1	71,0
maščobe (g/100 g)	5,4	6,6
vlaknina (g/100 g)	3,0*	/
EV (kJ/100 g)	1657	1635

* - vsebnost surove vlaknine (privzet podatek od vzorca K20), / - ni podatka

c) za kruh: Zlati prepečenec Krex - polnozrnat

Preglednica 20: Primerjava naših rezultatov s podatki na deklaraciji za vzorec Zlati prepečenec Krex

Parameter:	Naši rezultati	Podatki na deklaraciji
beljakovine (g/100 g)	14,7	13,0
ogljikovi hidrati (g/100 g)	62,7	63,1
maščobe (g/100 g)	6,4	7,0
vlaknina (g/100 g)	6,3*	8,9**
EV (kJ/100 g)	1553	1553

* - vsebnost surove vlaknine, ** - vsebnost skupne prehranske vlaknine

Ugotovili smo, da so z analizo dobljeni podatki posameznih hranljivih snovi dobro primerljivi s podatki na deklaraciji. Neprimerljivi so samo podatki o vsebnosti vlaknine, kar pa je razumljivo, saj smo mi določali surovo vlaknino, medtem ko je na deklaraciji podana vsebnost skupne prehranske vlaknine. Ob primerjanju vsebnosti hranljivih snovi s podatki na deklaraciji smo ugotovili tudi, da smo pri vseh naših analizah dosegli nekoliko višjo vsebnost beljakovin ter manjšo vsebnost maščob.

Primerjava nekaterih analiziranih vzorcev kruha s podatki objavljenimi na internetni strani

a) za kruh: Mercator bela štruca

Preglednica 21: Primerjava naših rezultatov s podatki objavljenimi na internetni strani za vzorec Mercator bela štruca

Parameter:	Naši rezultati (vzorec K10)	Podatki z int. strani (Žito, 2012)
beljakovine (g/100 g)	9,4	7,6
ogljikovi hidrati (g/100 g)	47,2	47,8
maščobe (g/100 g)	1,3	1,2
vlaknina (g/100 g)	3,0*	3,5**
EV (kJ/100 g)	1051	992

* - vsebnost surove vlaknine (privzet podatek od vzorca K20), ** - vsebnost skupne prehranske vlaknine

b) za kruh: kajzarica

Preglednica 22: Primerjava naših rezultatov s podatki objavljenimi na internetni strani za vzorec kajzarica

Parameter:	Naši rezultati (vzorec K26)	Podatki z int. strani (Žito, 2012)
beljakovine (g/100 g)	10,2	8,1
ogljikovi hidrati (g/100 g)	54,0	54,1
maščobe (g/100 g)	3,2	2,8
vlaknina (g/100 g)	3,0*	3,3**
EV (kJ/100 g)	1211	1162

* - vsebnost surove vlaknine (privzet podatek od vzorca K20), ** - vsebnost skupne prehranske vlaknine

c) za kruh: črna žemlja

Preglednica 23: Primerjava naših rezultatov s podatki objavljenimi na internetni strani za vzorec črna žemlja

Parameter:	Naši rezultati (vzorec K25)	Podatki z int. strani (Žito, 2012)
beljakovine (g/100 g)	10,8	10,0
ogljikovi hidrati (g/100 g)	49,4	52,2
maščobe (g/100 g)	1,3	1,4

vlaknina (g/100 g)	3,4*	4,2**
EV (kJ/100 g)	1071	1109

* - vsebnost surove vlaknine (privzet podatek od vzorca K3), ** - vsebnost skupne prehranske vlaknine

d) za kruh: sirova štručka

Preglednica 24: Primerjava naših rezultatov s podatki objavljenimi na internetni strani za vzorec sirova štručka

Parameter:	Naši rezultati (povprečje vzorcev K16 in K24)	Podatki z int. strani (Žito, 2012)
beljakovine (g/100 g)	16,8	13,2
ogljikovi hidrati (g/100 g)	39,2	41,0
maščobe (g/100 g)	9,0	10,3
vlaknina (g/100 g)	3,0*	3,1**
EV (kJ/100 g)	1284	1475

* - vsebnost surove vlaknine (privzet podatek od vzorca K20), ** - vsebnost skupne prehranske vlaknine

e) za kruh: ržen kruh

Preglednica 25: Primerjava naših rezultatov s podatki objavljenimi na internetni strani za vzorec ržen kruh

Parameter:	Naši rezultati (vzorec K1)	Podatki z int. strani (Žito, 2012)
beljakovine (g/100 g)	5,2	5,3
ogljikovi hidrati (g/100 g)	45,7	43,9
maščobe (g/100 g)	0,9	1,3
vlaknina (g/100 g)	2,8*	7,8**
EV (kJ/100 g)	897	883

* - vsebnost surove vlaknine (privzet podatek od vzorca K2), ** - vsebnost skupne prehranske vlaknine

Iz preglednic 21–25 je razvidno, da so naši analitski rezultati nekoliko slabše primerljivi s podatki z internetne strani kot s podatki na deklaraciji. To je bilo tudi pričakovati, saj se vzorci med seboj razlikujejo gleda na proizvajalca. Največjo razliko (> 10 %) opazimo v energijski vrednosti pri sirovi štručki (preglednica 25), najmanjšo pa pri rženem kruhu (preglednica 26).

4.11 PRIMERJAVA NAŠIH REZULTATOV S PODATKI TUJIH BAZ

Kot že omenjeno, je bil namen diplomskega dela tudi primerjava naših rezultatov s podatki iz tujih baz o hranilnih vrednostih živil. Ti podatki so prikazani v preglednicah 26–28.

Rezultate naših analiz za vsebnost beljakovin, izkoristljivih ogljikovih hidratov, maščob, surove vlaknine in energijske vrednosti za vzorce belega, rženega in mešanega kruha smo primerjali z nemškimi, danskimi, italijanskimi ter češkimi prehranskimi tabelami, ki so del evropske baze podatkov o hranilni sestavi (EUROFIR, 2011). Skoraj v vseh tujih prehranskih tabelah smo našli ustrezne podatke o hranilni sestavi za bel, ržen ter mešan (pšenično-rženi ali rženo-pšenični) kruh, medtem ko podatkov za ostale vrste kruha (polbel, ajdov, koruzni, ovsen itd.) nismo zasledili.

Iz preglednic 26–28 je razvidno, da je večina naših rezultatov primerljivih ter da obstajajo med našimi rezultati in rezultati tujih virov tudi manjše razlike. Različna vsebnost hranil pri isti vrsti kruha je lahko posledica različnega postopka priprave kruha (npr. zames s kislim

testom) ter uporabe različnih analiznih metod. Seveda pa je verjetnost za razlike med vsebnostmi tudi zaradi različne kakovosti surovine (žita) ter samega tehnološkega postopka oz. recepture.

Tako kot pri primerjavi naših rezultatov s podatki na deklaraciji tudi tukaj ne moremo oz. ni smiselno primerjati podatke o vsebnosti vlaknine.

a) bel kruh

Preglednica 26: Primerjava naših rezultatov (SLO) vzorcev belega kruha s podatki tujih baz (EUROFIR, 2011)

Parameter \ Viri	SLO*	NEM	DAN	ITA	ČEŠ
beljakovine (g/100 g)	9,8	8,2	7,2	8,2	8,3
ogljikovi hidrati (g/100 g)	48,3	48,8	46,0	46,9	46,5
maščobe (g/100 g)	2,1	1,2	3,2	3,6	1,6
vlaknina (g/100 g)	3,0	3,2	4,3	4,6	4,3
EV (kJ/100 g)	1063	1009	1054	1023	1025

b) ržen kruh

Preglednica 27: Primerjava naših rezultatov (SLO) vzorcev rženega kruha s podatki tujih baz (EUROFIR, 2011)

Parameter \ Viri	SLO*	NEM	DAN	ITA	ČEŠ
beljakovine (g/100 g)	7,6	6,7	6,5	8,3	7,3
ogljikovi hidrati (g/100 g)	45,1	45,8	45,1	45,8	50,6
maščobe (g/100 g)	2,0	1,0	1,3	1,7	1,1
vlaknina (g/100 g)	2,9	6,5	4,9	5,8	9,5
EV (kJ/100 g)	971	921	965	937	864

c) mešan kruh

Preglednica 28: Primerjava naših rezultatov (SLO) vzorcev mešanega kruha s podatki tujih baz (EUROFIR, 2011)

Parameter \ Viri	SLO*	NEM	DAN	ITA	ČEŠ
beljakovine (g/100 g)	10,4	6,7	8,3	6,2	6,0
ogljikovi hidrati (g/100 g)	44,3	47,7	46,7	47,7	49,4
maščobe (g/100 g)	1,1	1,1	2,9	1,1	1,7
vlaknina (g/100 g)	1,9	4,6	4,3	4,6	5,1
EV (kJ/100 g)	970	959	1077	909	1091

SLO - rezultati naših analiz (laboratorij Katedre za vrednotenje živil)

NEM - Food Composition and Nutrition Tables (Souci in sod., 2008)

DAN - Danish Food Composition Databank (DTU)

ITA - Food Composition Database for Epidemiological Studies in Italy (IEO)

ČEŠ - Czech Food Composition Database (Institute of Agricultural Economics and Information & Food Research Institute)

* - vsebnost surove vlaknine

4.12 REZULTATI STATISTIČNE OBDELAVE

Rezultate fizikalno-kemijskih analiz smo obdelali z različnimi statističnimi metodami, katerih rezultate smo primerjali in ugotavljali, ali obstajajo zveze med njimi.

▪ **Levenov test homogenosti varianc, ANOVA in Duncanov test**

Pred analizo variance (ANOVA) smo homogenost varianc preverili z Levenovim testom ($p > 0,05$). Ugotovili smo, da pogojem zadostujejo naslednji parametri: vsebnost vode (0,055), vsebnost pepela (0,077) ter vsebnost izkoristljivih OH (0,650) v 100 g kruha. V teh parametrih se analizirane vrste kruha statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$), zato smo opravili še Duncanov post hoc test.

Duncanov test je zaključni test, namenjen analizi večjega števila vzorcev, za katere je znano, da so homogeni (Levenov test), a ne pripadajo isti populaciji (ANOVA).

Vrste kruha, ki so uvrščene v različne razrede (skupine podobnosti), se med seboj statistično značilno razlikujejo glede na povprečno vsebnost vode, pepela in OH. Vrste kruha, ki pripadajo istemu razredu, pa se med seboj statistično ne razlikujejo (glej priloge B1, B2, in B3).

▪ **Neparametrični test (Kruskal-Wallisov test)**

Ta test je v primerjavi s parametričnimi testi hitrejši in preprostejši, saj ne temelji na predpostavki o normalni ali drugačni porazdelitvi populacije, vendar je tudi manj občutljiv. S tem testom lahko ugotovljamo le, ali se vzorci v določenem parametru med seboj razlikujejo ali ne, ne moremo pa jih razvrščati v skupine podobnosti, kot npr. pri ANOVI z Duncanovim testom.

Rezultati neparametričnega testa so podani v preglednici v prilogi C. Iz rezultatov je razvidno, da se vrste kruha statistično značilno razlikujejo v vseh analiziranih parametrih, razen v vsebnosti pepela ($p = 0,145$). Pri tej analizi je bila statistična značilnost večja od 0,05, zato smo lahko sprejeli ničelno hipotezo, ki pravi, da se analizirane vrste kruha v vsebnosti pepela ne razlikujejo.

▪ **Korelacije med analiziranimi parametri v vzorcih kruha**

Pri iskanju statistično značilnih povezav med spremenljivkami smo izračunali Pearsonov korelacijski koeficient (r). Preglednica s Pearsonovimi korelacijskimi koeficienti, izračunanimi med vsemi analiziranimi parametri kruha, je predstavljena v prilogi D. Z odebeljenim tiskom so predstavljene vrednosti koeficienta višje ali enake 0,7, kar pomeni močno povezavo med dvema parametroma. Statistična značilnost povezave med parametri je ponazorjena z zvezdicami. Ena zvezdica pomeni, da je povezava statistično značilna pri $p < 0,05$, dve zvezdici pa, da je zveza statistično značilna pri $p < 0,01$. Prazno polje pomeni,

da zveza ni statistično značilna (povezava je šibka ali pa je ni) in je zaradi tega ne obravnavamo. Kjer zvezdice so in je vrednost nižja od 0,7, pomeni, da je zveza le zmerna.

V preglednici 29 so prikazane samo močne ($r \geq 0,7$) in statistično značilne ($p \leq 0,01$) zveze med analiziranimi parametri. Povezanost vzorcev pomeni, da se vrednosti obeh spremenljivk spreminjajo hkrati, vendar spremenljivki nista nujno odvisni ena od druge in so lahko med seboj odvisne le posredno. Pozitivne vrednosti pomenijo, da vrednost ene spremenljivke narašča z vrednostjo druge, negativne pa, da vrednost ene spremenljivke raste, vrednost druge pa se manjša.

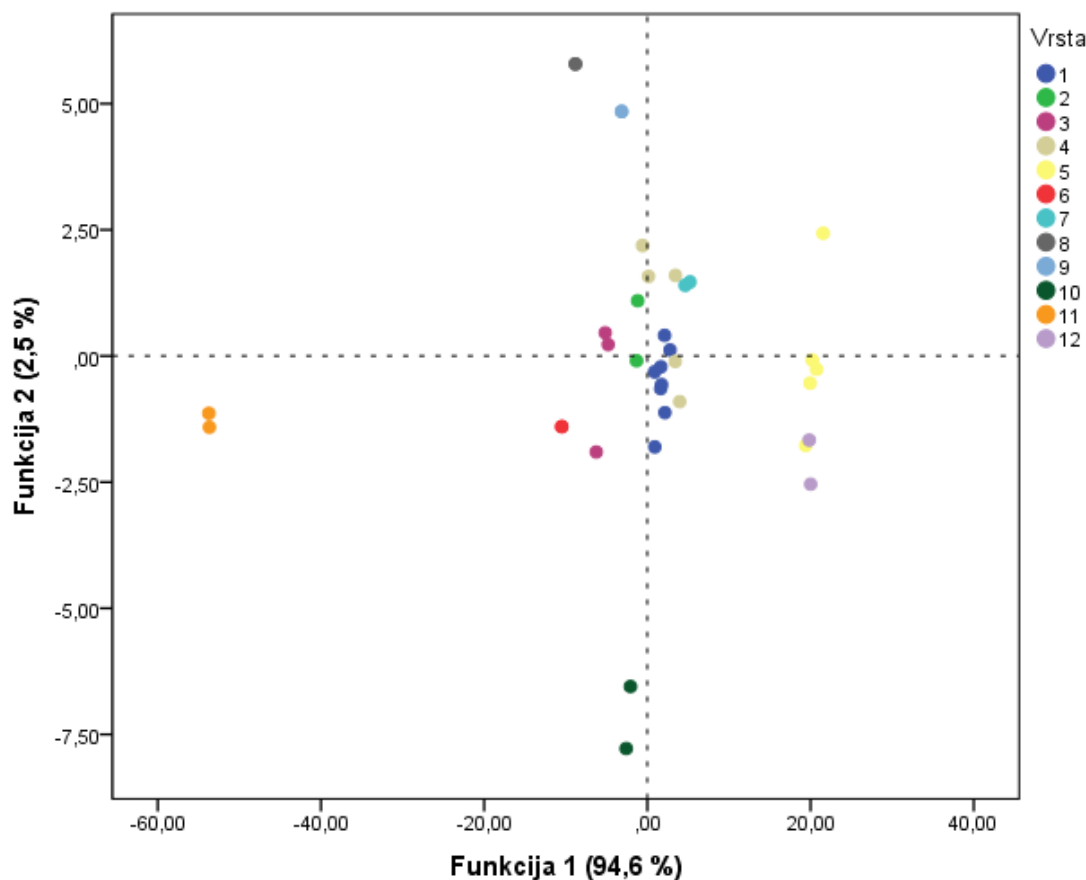
Preglednica 29: Statistično značilne zveze med analiziranimi parametri kruha

Par parametrov	Pearsonov korelacijski koeficient (r)
voda-OH	-0,849
voda-EV	-0,953
sol-natrij	1,000

Iz preglednice 29 lahko razberemo, da je vsebnost vode v močni negativni povezavi z vsebnostjo izkoristljivih ogljikovih hidratov (-0,849; -0,839) in energijsko vsebnostjo (-0,953; -0,952), kar pomeni, da se z naraščanjem ene komponente druga komponenta zmanjšuje. Opazimo, da je vsebnost natrija v močni pozitivni povezavi z vsebnostjo soli, torej več kot smo določili natrija v analiziranem vzorcu kruha, večja je bila izračuna vsebnost soli.

▪ Razvrščanje posameznih vzorcev kruha v posamezne vrste (metoda LDA)

Dobljene osnovne podatke o prehranski sestavi vzorcev kruha smo uporabili za razvrščanje vzorcev v vrste s pomočjo statistične metode LDA. Kot vhodne podatke smo uporabili vse analizirane parametre. S prvo osjo smo pojasnili 94,6 % variabilnosti podatkov, z drugo osjo 2,5 %, skupaj torej 97,1 % variabilnosti osnovnih vhodnih podatkov. Iz tega lahko sklepamo, da je izbrana metoda primerna za klasifikacijo razlik med posameznimi vrstami kruha. Iz slike 10 je razvidno, da se vzorci mešanega (5M), koruznega (6K), ajdovega (8A), pirinega (9P), mešanega kruha z manj soli (12MmS) ter belega prepečenca (10PrB) in prepečenca z več žiti (11PrŽ) dobro ločijo od vseh ostalih vzorcev. Vzorci ostalih vrst kruha (bel, polbel, črn, ržen, bel s sirom) se prav tako ločijo med seboj, vendar so si dokaj podobni. Iz dobljenih rezultatov lahko sklepamo, da vsebnost vode (prepečenec) in vsebnost soli (kruh z manj soli) v kruhu zelo vplivata na razlike med posameznimi vrstami, medtem ko dodatek sira (bel kruh s sirom) nima velikega vpliva.



Slika 10: Razvrstitev vzorcev kruha v posamezne vrste s pomočjo metode LDA

Zanimala nas je tudi možnost uvrščanja v vrste – klasificiranje. S testom, ki smo ga izvedli, smo ugotovili, da je z vsemi analiziranimi parametri možno uvrstiti neznan vzorec kruha v posamezno vrsto. Rezultati tega testa so prikazani v preglednici 30. Vse vzorce, razen enega, smo uspeli povsem pravilno uvrstiti (100 %). Eden vzorec iz vrste 4R (rženi kruh) je bil uvrščen v vrsto 2PB (polbeli kruh), zato je bila tu 80% pravilna klasifikacija. Skupno je bila pravilna uvrstitev vzorcev v 98,3 % primerkov (pri $p < 0,05$). Sklepamo, da je rezultat tako dober zaradi majhnega števila vzorcev. Pri vrstah 6K, 8A in 9P smo imeli le po en vzorec, pri vrstah 2PB, 7BsB, 10PrB, 11PrŽ, 12Mms pa samo dva. Rezultat uvrščanja bi bil po vsej verjetnosti mnogo slabši, če bi imeli vzorce kruha, ki bi bili narejeni iz mešanice dveh ali celo več vrst moke.

Preglednica 30: Uvrščanje vzorcev v posamezne vrste glede na število vzorcev

Dejanska vrsta kruha	Predvidena vrsta kruha												Pravilno uvrščeni vzorci (%)
	1B	2PB	3Č	4R	5M	6K	7BsS	8A	9P	10PrB	11PrŽ	12MmS	
1B	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
2PB	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
3Č	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
4R	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	80
5M	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	100
6K	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	100

7BsS	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	100
8A	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	100
9P	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	100
10PrB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	100
11PrŽ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	100
12MmS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	100
Skupaj													98,3

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Namen raziskave je bil ugotoviti, kakšna je hranilna vrednost različnih vrst kruha na slovenskem trgu ter potrditi hipotezo, da obstajajo razlike v fizikalno-kemijskih lastnostih med različnimi vrstami kruha ter da se rezultati kemijskih analiz analiziranih vzorcev razlikujejo od podatkov iz tujih prehranskih tabel. Predvidevali smo, da se vzorci iste vrste ne bodo značilno razlikovali v vsebnosti analiziranih snovi ter da bodo analitske vrednosti skladne z deklaracijo.

Raziskava je obsegala kemijsko analizo različnih vrst kruha značilnih za slovensko območje. Vzorčenje je potekalo v osrednjeslovenski regiji, v primorski regiji ter v koroški regiji. Vzorce kruha smo ustrezno pripravili (narezali, stehali, opisali, slikali) in zračno posušili. Na ta način smo dobili homogene zračno suhe vzorce, na katerih smo kasneje delali vse nadaljnje kemijske analize. Vse analize smo opravili v dveh paralelkah. Zaradi velikega števila vzorcev in nadaljnje lažje obravnave rezultatov smo vzorce kruha razvrstili v 12 različnih vrst kruha (bel, polbel, črn, ržen, mešan, koruzni, bel s sirom, ajdov, pirin, bel prepečenec, prepečenec z več žiti, mešan z manj soli).

S kemijskimi analizami smo določili vsebnost vode, pepela, beljakovin, maščob, surove vlaknine in natrija v 34 vzorcih kruha. S pomočjo teh podatkov smo izračunali vsebnost

izkoristljivih ogljikovih hidratov, vsebnost soli ter energijsko vrednost posameznih vzorcev kruha. S primerjavo rezultatov smo ugotavljali razlike v hranilni vrednosti med posameznimi vrstami kruha ter med vzorci znotraj posamezne vrste. Rezultate smo nato statistično obdelali in primerjali med seboj.

S fizikalno-kemijskimi analizami smo ugotovili, da se analizirani vzorci kruha med seboj razlikujejo tako po vsebnosti vode, pepela, beljakovin, maščob, surove vlaknine in natrija kot tudi po izračunani vsebnosti izkoristljivih ogljikovih hidratov, soli in energijski vrednosti.

Vsebnost vode je bila v obravnavanih vzorcih kruha opazno različna, od 3,9 g/100 g (K32 – bel prepečenec) do 43,4 g/100 g (K1 – ržen kruh), medtem ko je bila vsebnost pepela precej podobna.

Najvišjo vsebnost pepela smo določili v vzorcu K16 – sirova štručka (3,30 g/100 g), najnižjo pa v vzorcu K8 – ržen kruh (1,51 g/100 g).

Največ beljakovin je po pričakovanju vsebovala sirova štručka – K24 (17,37 g/100 g). Tako visok rezultat je posledica vsebnosti sira, ki je odličen vir beljakovin. Najmanj beljakovin je vseboval ržen kruh – K1 (5,20 g/100 g).

Z maščobami najbogatejši je bil ajdov kruh – K27 (11,89 g /100 g). Ta podatek nas ni presenetil, saj je tovrstni kruh vseboval orehe, za katere vemo, da vsebujejo veliko maščob. Najmanj maščob smo določili v belem kruhu – K17 (0,81 g/ 100 g) in v rženem kruhu – K1 (0,89 g/100 g).

Tudi za vsebnost izkoristljivih ogljikovih hidratov v analiziranih vzorcih kruha smo ugotovili veliko variabilnost, od 36,10 g/100 g (pirin kruh – K22) do 73,11 g/100 g (bel prepečenec – K32).

Vsebnost surove vlaknine smo določili samo v sedmih vzorcih kruha. Med temi vzorci je največ surove vlaknine vseboval polnozrnat prepečenec – K31 (6,25 g/100 g), najmanj pa mešan kruh z manj soli – K34 (1,90 g/100 g).

Pričakovali smo, da bosta najmanj soli vsebovala vzorca, deklarirana kot kruh z manj soli, ampak so naši rezultati pokazali drugače. Najmanj soli smo namreč določili v dveh vzorcih rženega kruha – K8 (0,69 g/100 g) in K1 (0,79 g/100 g). Največjo vsebnost soli je vseboval večzrnat prepečenec – K29 (1,71 g/100 g).

Glede na različne vsebnosti posameznih hranljivih snovi so bile izračunane tudi energijske vrednosti kruha zelo različne. Energijsko najbolj bogat je bil bel prepečenec – K32 (1675 kJ/100 g), najmanjšo energijsko vrednost pa smo določili v domačem rženem kruhu – K1 (897 kJ/100 g). Opazili smo, da je na energijsko vrednost in posamezne hranilne snovi odločilno vplivala količina vode v kruhu. To se najbolj opazi pri prepečencu.

Ugotovili smo, da obstajajo razlike v vsebnosti hranil tudi znotraj posameznih vrst kruha. Največja odstopanja so se pojavila predvsem v vsebnosti maščobe med vzorci mešanega kruha, kjer so bila dodana različna semena.

Vzorci kruha smo razvrstili v 12 različnih vrst kruha ter jih primerjali med seboj. Tudi med posameznimi vrstami kruha smo opazili večje razlike v hranilni vrednosti.

Z beljakovinami najbogatejši je bil bel kruh s sirom (16,75 g/100 g), najrevnejši pa ržen kruh (7,62 g/100 g).

Največ maščob smo določili v ajdovem kruhu z orehi (11,89 g/100 g), najmanj pa v mešanem kruhu z manjšo vsebnostjo soli (1,10 g/100 g).

Bel prepečenec je vseboval največ izkoristljivih ogljikovih hidratov (71,10 g/ 100 g), medtem ko je bil pirin kruh (36,10 g/ 100 g) najbolj reven z izkoristljivimi ogljikovimi hidrati.

Največjo vsebnost soli (1,45 g/100 g) smo določili v prepečencu z več žiti, medtem ko smo najmanjšo vsebnost soli določili v mešanem kruhu z manj soli (0,82 g/100 g).

Energijsko najbolj bogat je bil bel prepečenec (1635 kJ/100 g), najmanj pa polbel kruh (960 kJ/100 g).

Rezultate naših kemijskih analiz smo primerjali še s podatki na deklaraciji, s podatki, objavljenimi na internetni strani, ter s podatki tujih prehranskih tabel. Ugotovili smo, da so naši podatki dobro primerljivi s podatki na deklaraciji, medtem ko so s podatki iz tujih virov oz. s podatki, objavljenimi na internetni strani nekoliko slabše primerljivi.

Čeprav kruh ni samostojna jed in se priporočila glede vnosa posameznih hranil nanašajo na celodnevne jedilnike, nas je zanimala prehranska ocena tega živila. Zato smo izračunali še energijske deleže hranil in ugotovili da le-ti odstopajo od priporočenih vrednosti (Referenčne vrednosti za vnos hranil, 2004). Priporočilom, da OH zagotovijo več kot 50 % dnevni energijskih potreb, so ustrezale vse vrste kruha. Po priporočilih naj bi z beljakovinami dnevno zaužili 10 do 15 % potrebne energije. Med 12 vrstami kruha so le 4 vrste ustrezale tem priporočilom, medtem, ko je bil energijski delež beljakovin ostalih vrst kruha nad 15 %. Priporočilom, da z maščobo pokrijemo 10–30 % so zadostile skoraj vse analizirane vrste kruha, med njimi je imelo 6 vrst kruha (bel, polbel, črn, ržen, koruzni in mešan z manj soli) celo manj kot 10 % energije na račun maščob. Samo pri ajdovem kruhu z orehi je bil energijski delež maščob večji od 30 %.

Rezultate fizikalno-kemijskih analiz kruha smo nato obdelali še z različnimi statističnimi metodami, da bi ugotovili ali se vrste kruha značilno razlikujejo med seboj ter kako tesne so zveze med posameznimi parametri.

Z rezultati Kruskal-Wallisovega testa smo dokazali, da se vrste kruha statistično značilno razlikujejo v vseh analiziranih parametrih, razen v vsebnosti pepela ($p > 0,05$).

Za ugotavljanje povezave med posameznimi parametri smo izračunali Pearsonov korelacijski koeficient (r). Tesne zveze smo dobili za: vsebnost vode in vsebnost izkoristljivih ogljikovih hidratov, vsebnost vode in energijsko vrednost ter za vsebnost natrija in soli.

Končno smo za razvrščanje vzorcev v vrste rezultate obdelali z metodo LDA. Iz dobljenih rezultatov sklepamo, da je izbrana metoda primerna za klasifikacijo razlik med posameznimi vrstami kruha ter da lahko z vsemi analiziranimi parametri neznan vzorec kruha uvrstimo v posamezno vrsto. Določili smo 98,3% pravilno uvrstitev vzorcev v določeno vrsto (pri $p < 0,05$).

5.2 SKLEPI

Na podlagi fizikalno-kemijskih analiz in izračunov, ki so bili opravljeni na različnih vzorcih kruha, lahko sklepamo naslednje:

- Hranilna vrednost analiziranih vzorcev kruha, razvrščenih v 12 različnih vrst kruha (bel, polbel, črn, ržen, mešan, koruzni, bel s sirom, ajdov, pirin, bel prepečenec, prepečenec z več žiti, mešan z manj soli) je bila različna:
 - največjo vsebnost beljakovin je imel bel kruh s sirom oz. sirova štručka, najmanjšo pa ržen kruh;
 - največ maščob je vseboval ajdov kruh z orehi, najmanj pa mešan kruh z manjšo vsebnostjo soli;

- bel prepečenec je vseboval največ izkoristljivih ogljikovih hidratov, medtem ko je bil pirin kruh najbolj reven z izkoristljivimi ogljikovimi hidrati;
 - najvišji delež surove vlaknine je vseboval prepečenec z več žiti, najnižji pa mešan kruh z manj soli;
 - največjo vsebnost soli smo določili v prepečencu z več žiti, medtem ko smo pričakovano najmanjšo vsebnost soli določili v mešanem kruhu z manj soli;
 - najvišjo energijsko vrednost je imel bel prepečenec, energijsko najmanj bogat pa je bil polbel kruh.
- Na vsebnost beljakovin v kruhu je odločilno vplival dodatek sira, medtem ko so k višji vsebnosti maščob doprinesli orehi in različna semena.
 - Vsebnost hranljivih snovi med vzorci kruha iste vrste je bila precej podobna. Odstopanja so bila predvsem v vsebnosti maščob med vzorci mešanega kruha, med katerimi sta bila tudi dva vzorca kruha s semeni.
 - Največ energije v kruhu so prispevali izkoristljivi ogljikovi hidrati, manj pa maščobe in beljakovine.
 - S statistično obdelavo rezultatov smo potrdili, da med analiziranimi vrstami kruha obstajajo razlike v hranilni vrednosti.
 - Rezultati analiz vsebnosti hranljivih snovi in energijske vrednosti naših vzorcev so dobro primerljivi s podatki na deklaraciji ter dokaj dobro primerljivi s podatki, objavljenimi na internetni strani, in s podatki iz tujih virov.

6 POVZETEK

Današnje okoliščine narekujejo, da se moramo posvečati zdravemu prehranjevanju, kar ne pomeni samo izbire higiensko neoporečnih živil s primerno sestavo, temveč tudi pravilno kombiniranje teh živil. Ravno zaradi vedno večje ozaveščenosti ljudi o pomembnosti zdrave prehrane se je pojavilo zanimanje za podatke o hranilni vrednosti določenega živila. Kljub temu da predstavljajo kruh in drugi žitni izdelki največji delež in osnovo med priporočeno vsakdanjo izbiro živil, je na slovenskem trgu še vedno veliko proizvajalcev kruha, ki na izdelku ne podajo teh podatkov. Na Slovenskem podatkov o sestavi različnih vrst kruha še nimamo, podatki iz tujih virov pa so za naše izdelke na splošno slabo primerljivi zaradi posebnosti in raznovrstnosti pri pripravi kruha. Zaradi zelo pestre in raznolike današnje ponudbe kruha na slovenskem trgu, teh podatkov v tujih prehranskih tabelah sploh ne najdemo.

Z raziskavo smo želeli ovrednotiti prehransko vrednost izbranih vrst kruha ter analitske rezultate primerjati s podatki na deklaracijah in s podatki tujih prehranskih tabel.

Eksperimentalni del naloge je bil opravljen v obdobju od februarja do maja 2011 na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Zajemal je kemijske analize, s katerimi smo določili vsebnost vode, pepela, beljakovin, maščob, surove vlaknine in natrija ter izračunali vsebnost izkoristljivih ogljikovih hidratov,

vsebnost soli in energijsko vrednost 34 vzorcev kruha. S primerjavo rezultatov smo ugotavljali razlike posameznih hranljivih snovi med vzorci kruha iste vrste, razlike med različnimi vrstami kruha ter analitske rezultate primerjali s podatki na deklaraciji, s podatki, objavljenimi na internetni strani podjetja Žito, ter s podatki tujih prehranskih tabel.

Ugotovili smo, da se različne vrste kruha značilno razlikujejo tako v vsebnosti posameznih hranljivih snovi kot tudi v energijski vrednosti. Energijsko najbolj bogat je bil bel prepečenec s povprečno energijsko vrednostjo 1635 kJ/100 g. Nekoliko višjo energijsko vrednost smo določili še v prepečencu z več žiti (1559 kJ/100 g), v belemu kruhu s sirom (1284 kJ/100 g), ter v ajdovem kruhu z orehi (1273 kJ/100 g). Ostale energijske vrednosti so precej nižje in so si med seboj dokaj podobne. Energijsko najmanj bogati pa so bili: polbel kruh (960 kJ/100 g), mešan kruh z manj soli (970 kJ/100 g) ter ržen kruh (971 kJ/100 g).

Ugotovili smo tudi, da obstajajo razlike v vsebnosti hranil tudi znotraj posameznih vrst kruha. Največja odstopanja so se pojavila predvsem v vsebnosti maščobe med vzorci mešanega kruha. Velika variabilnost v vsebnosti maščobe se pokaže tudi med obema vzorcema s semeni različnih proizvajalcev.

Opazimo, da so največ energije v kruhu doprinesli izkoristljivi ogljikovi hidrati, najmanj pa maščobe in beljakovine. Ravno zaradi tega moramo pri sestavljanju jedilnikov paziti, da kruha ne kombiniramo z živili, ki so bogata z ogljikovimi hidrati, ampak predvsem z živili, bogatimi s koristnimi maščobami, beljakovinami, minerali, vitamini itd.

Rezultati naših analiz so dobro primerljivi s podatki na deklaracijah ter kljub različnim proizvajalcem dokaj dobro primerljivi s podatki, objavljenimi na internetni strani. Naši rezultati (za bel, ržen in mešan kruh) so prav tako primerljivi s podatki iz tujih prehranskih tabel (z nemškimi, italijanskimi, danskimi in s češkimi tabelami).

7 VIRI

Adamič Š. 1989. Temelji biostatistike. 2. izd. Ljubljana, Medicinska fakulteta: 195 str.

Adams M.J. 1998. The principles of multivariate data analysis. V: Analytical methods of food authentication. Ashurst P.R., Dennis M.J. (eds.). London, Blackie Academic & Professional: 308-336

Batič M. 2000. Pekarski izdelki - funkcionalna živila. Mlinarstvo in pekarstvo, 4, 12: 17-22

Batič M. 2001. Polisaharidi - probiotiki. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi 2001, 8. in 9. november 2001, Portorož. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 38-48

Bell S., Colombani C. P., Pakkala H., Christensen T., Moller A., Finglas M. P. 2011. Food composition data: Identifying new uses, approaching new users. Journal of food composition and analysis, 24: 727-731

Černe M., Vrhovnik I. 1992. Vrtine vir zdravja in naša hrana. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 219 str.

- Dewettinck K., Van Bockstaele F., Kuhne 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
- Đaković L. 1980. Pšenično brašno: Fizičko-hemijski osnovi određivanja tehnološkog kvaliteta pšeničnog brašna. Treće dopunjeno izdanje. Novi Sad, Tehnološki fakultet: 7-9
- EUROFIR. 2011. Food information: Food composition databases. Brussels, EUROFIR AISBL: 1 str.
http://www.eurofir.net/eurofir_knowledge/european_databases (julij 2012)
- Fajdiga Turk V., Peterman M. 2008. Vipov test: Sol v kruhu. Ljubljana, Zveza potrošnikov Slovenije, 18: 24-25
- Goesaert H., Leman P., Delcour J.A. 2008. Model approach to starch functionality in breadmaking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 6423-6431
- Golob T., Kutoš T., Plestenjak A. 1997. Vlknina v mokah in kruhah V: Tehnologija, hrana, zdravje. 1. Slovenski kongres o hrani in prehrani z mednarodno udeležbo, Bled, 21.-25. april 1996. Raspor P., Pitako D., Hočevar I. (ur.). Ljubljana, Društvo živilskih in prehranskih strokovnih delavcev Slovenije: 652-658
- 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, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 5-21
- Golob T. 2001. Živila z inulinom - funkcionalna živila. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi 2001, Ljubljana, 8. in 9. november 2001. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 275-286
- Hames B.D., Hooper N.M. 2000. *Biochemistry*. 2nd ed. Leeds, Bios Scientific Publisher: 311-311
- Hoseney R. C. 1994. *Principles of cereal science and technology*. St. Paul, Minnesota, American Association of Cereal Chemists Inc.: 370-377
- Hrovat M. 2000. Tehnološke osnove proizvodnje kruha. 1.natis. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 29-37
- Jackson D.S. 2003. Starch: structure, properties and determination. V: *Encyclopedia of food science and nutrition*. Vol. 8. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 5561-5564
- Kazmier L.J., 1988. *Theory and problems of bussines statistics*. 2nd ed. New York, McGraw Hill: 207 str.
- Kent N. L., Evers A. D. 1994. *Technology of cereals: an introduction for students of food science and agriculture*. 4th ed. Oxford, Pergamon: 276-301

- Knez M. 1974. Tehnologija pekarstva. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 226 str.
- Koch V. 1997. Prehrabene navade odraslih prebivalcev Slovenije z vidika varovanja zdravja. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 472 str.
- Košmelj K. 2001. Uporabna statistika. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 239 str.
- Kovač B. 2010. Sol je v pekarstvu več kot le sredstvo za oblikovanje okusa. Mlinarstvo in Pekarstvo, 11, 67: 24-26
- Lynch E.J., Dal Bello F., Sheehan E.M., Cashman K.D., Arendt E.K. 2009. Fundamental studies on the reduction of salt on dough and bread characteristics. Food Research International, 42: 885-891
- Mongeau R., Brooks S.P.J. 2003. Dietary fibre: Properties and sources. V: Encyclopedia of food science and nutrition. Vol. 3. 2nd ed. Caballo B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 1813-1823
- Naumann K., Bassler R. 1993. Methodenbuch Band III: Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. 3. Ergänzunglieferung. Darmstadt, VDLUFA Verlag: 218 st.
- Nikolić Z. 1998. Predelava in uporaba pire. V: Pira - novo odkritje pozabljenega žita. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije: 22-27
- Peterman M. 2004. Potrošnikovo gledanje na varnost živil. V: Varnost živil. 22. Bitenčevi živilski dnevi, Radenci, 18. in 19. marec 2004. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 147-151
- Plestenjak A. 2009. Tehnologija poljščin. Zapiski s predavanj. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo (interno gradivo)
- Plestenjak A., Golob T. 2003. Analiza kakovosti živil. 2. izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 13-14, 91-99
- Plestenjak A., Požrl T. 2001. Funkcionalna živila iz žit. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož, 8. in 9. november 2001. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 237-242
- Pokorn D. 2005. Prehrana. V: Interna medicina. Kočjančič A., Mravlje F., Štajer D. (ur.). Ljubljana, Littera picta: 646-680
- Pokorn D. 2004. Prehrana v različnih življenjskih obdobjih. Prehranska dopolnila v prehrani. Ljubljana, Založba Marbona: 9-23
- Pokorn D., Maučec Zakotnik J., Močnik Bončina U., Koroušič Seljak B. 2008. Smernice zdravega prehranjevanja delavcev v delovnih organizacijah. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije: 104 str.

- Požrl T. 2009. Žita, kruh in testenine kot izvor biološko pomembnih mineralov: Mineralno uravnoteženo živilo? V: Vloga mineralov v živilski tehnologiji in prehrani. 26. Bitenčevi živilski dnevi, Ljubljana, 26. in 27. november 2009. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 143-148
- Pravilnik o kakovosti pekovskih izdelkov. 2003. Uradni list Republike Slovenije, 13, 26: 3270-3273
- Pravilnik o označevanju hranilne vrednosti živil. 2002. Uradni list Republike Slovenije, 12, 60: 6290-6292
- Pravilnik o splošnem označevanju predpakiranih živil. 2004. Uradni list Republike Slovenije, 14, 50: 6751-6772
- Prelec Lainščak J. 2010. Slovenci zaužijejo 150 % soli preveč. Mlinarstvo in pekarstvo, 11, 67: 20-23
- Referenčne vrednosti za vnos hranil. 2004. 1. izdaja. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije: 215 str.
- Renčelj S., Prajner M., Bogataj J. 1993. Kruh na Slovenskem. Ljubljana, Kmečki glas: 123-150
- Rodriguez R., Jimenez A., Fernandez-Bolanos J., Guillen R., Heredia A. 2006. Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. Trends in Food Science & Technology, 17: 3-15
- Rolfes R.S., Pinna K., Whitney E. 2006. Understanding normal and clinical nutrition. 7th ed. Bolmont, Thomson/Wadsworth: 139-145
- Salobir K., 2001. Prehransko fiziološka funkcionalnost maščob. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož, 8. in 9. november 2001. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 121-135
- Salobir J., Salobir B. 2001. Funkcionalnost prehranske vlaknine. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož, 8. in 9. november 2001. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 51-65
- Schlieper C., Gregori E., Lindner G. 1997. Pravilna prehrana: Hranoslovje. Celovec, Mohorjeva založba: 12-26
- Seljak J. 1996. Statistične metode. Ljubljana, Visoka upravna šola: 197-199
- Souci S.W., Fachmann W., Kraut H. 2008. Food composition and nutrition tables. 7th ed. London, Taylor and Francis Group: 705-727
- SURS. 2011. Statistični letopis Republike Slovenije. Količinska proizvodnja nekaterih izbranih industrijskih proizvodov: Svež kruh. Ljubljana, Statistični urad Republike Slovenije, 50: 335-335

Suwa-Stanojević M., Kodele M. 2003. Prehrana. 2. izd. Ljubljana, DZS: 295 str.

WHO. 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a WHO Study Group. Geneva, World Health Organization: 149 str.

Žito. 2012. Žitovi izdelki: Kruh in pekovsko pecivo. Ljubljna, Žito d.d.: 8 str.
<http://www.zito.si/index.php?id=96> (februar 2012)

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem:

- mentorici prof. dr. Tereziji Golob za prijaznost in potrpežljivost, strokovno pomoč ter natančen pregled celotnega diplomskega dela;
- recenzentu doc. dr. Tomažu Požrlu za strokovni pregled diplomske naloge pri zaključnem oblikovanju;
- celotni katedri za Tehnologijo mesa in vrednotenje živil (predvsem Mojci Korošec in Marinki Jan) za vso pomoč v laboratoriju in koristne nasvete;
- staršema, ki sta mi omogočila študij, me spodbujala in mi stala ob strani tako ob uspehih, kot neuspehih. Lukec, hvala tudi tebi za podporo, pozitivne misli in dobro voljo.
- mojim prijateljem za pomoč, vzpodbudo in razumevanje ter cimrama (Maruški in Luciji) za vse prijetne, nasmejane in nepozabne dni.

Hvala tudi vsem, ki ste kakorkoli prispevali k uspešnemu zaključku študija.

PRILOGE

Priloga A: Osnovni podatki o vzorcih ter analitski rezultati analiziranih kruhov

Vz.	Komercialno ime	Vrsta kruha	Proizvajalec	Poreklo	Voda (%)	Pepel (%)	M (%)	B (%)	SuVI (%)	Izk. OH (%)	EV (kJ/100 g)	EV* (kcal/100 g)	Natrij (mg/100 g)	Sol (g/100 g)
K1	Koroški domači ržen	ržen	Turistična kmetija Kajžar	Mežica	43,35	2,10	0,89	5,20		45,66	897,4	214,5	310,5	0,79
K2	Koroški domači ržen	ržen	Kmetija Kavh	Prevalje	37,85	1,92	1,00	6,57	2,81	49,85	996,1	238,1	392,0	1,00
K3	Hlebec črn Mercator	črn	pekarna Grosuplje	trgovina Mercator Brdo Lj.	40,09	1,73	1,94	10,06	3,44	42,74	969,3	231,7	332,5	0,84
K4	Hlebec s semeni mešan Sosedov	mešan, s semeni	pekarna Grosuplje	trgovina Mercator Brdo Lj.	35,12	2,23	11,04	13,19		36,53	1253,4	299,6	374,2	0,95
K5	Hlebec mešan Krjavlj	mešan	pekarna Grosuplje	trgovina Mercator Brdo Lj.	42,10	1,85	2,73	9,14		42,28	975,2	233,1	379,5	0,96
K6	Hlebec beli Malnar	bel	pekarna Grosuplje	trgovina Mercator Brdo Lj.	39,31	1,77	1,99	9,20		44,72	990,3	236,7	444,1	1,13
K7	Jelenov	mešan	pekarna Vrhnika	tržnica v centru Lj.	42,31	1,74	2,12	8,90		43,04	961,3	229,8	357,3	0,91
K8	Ržen	ržen	domača pekarna Zalog	tržnica v centru Lj.	36,56	1,51	3,22	9,67		46,23	1069,6	255,6	270,4	0,69

Se nadaljuje...

Nadaljevanje priloge A: Osnovni podatki o vzorcih ter analitski rezultati analiziranih kruhov

K9	Štručka mešana s semeni	mešana, s semeni	Mlinotest	Hipermarket Mercator Koper	25,28	2,42	7,51	12,44		50,44	1347,0	321,9	445,1	1,13
K10	Bela štruca rezana Mercator	bel	Mlinotest	Hipermarket Mercator Koper	37,29	1,80	1,33	9,36		47,21	1010,9	241,6	426,7	1,08
K11	Beli boboli	bel	Mlinotest	Hipermarket Mercator Koper	33,56	1,63	3,64	9,05		49,12	1123,5	268,5	408,8	1,04
K12	Štruca bela francoska	bel	Mlinotest	Hipermarket Mercator Koper	34,30	2,03	3,18	10,06		47,42	1095,0	438,8	438,8	1,11
K13	Polbela štruca rezana	polbel	Mlinotest	Hipermarket Mercator Koper	37,99	2,02	1,31	10,12		45,35	991,3	236,9	448,7	1,14
K14	Hlebec polbeli domač Loški	polbel	Mlinotest	Hipermarket Mercator Koper	41,67	2,03	1,34	9,19		42,55	929,2	222,1	416,8	1,06
K15	Koruzna pogača	koruzni	Mlinotest	trgovina Mercator Štihova Lj.	31,48	2,04	1,20	10,08	3,69	51,50	1091,4	260,9	402,6	1,02
K16	Štručka s sirom	s sirom	Mlinotest	trgovina Mercator Štihova Lj.	27,79	3,30	8,61	16,13		41,16	1292,4	308,9	579,3	1,47
K17	Krajcar beli	bel	Mlinotest	trgovina Mercator Štihova Lj.	36,74	2,21	0,81	9,33		47,90	1003,0	239,7	463,3	1,18
K18	Kefirjev hlebček	ržen s kefirjem	Mlinotest	trgovina Mercator Štihova Lj.	40,83	2,24	2,62	7,53		43,65	967,1	231,2	389,4	0,99

Se nadaljuje...

Nadaljevanje priloge A: Osnovni podatki o vzorcih ter analitski rezultati analiziranih kruhov

K19	Loški črni hlebec	črn	Mlinotest	trgovina Mercator Štihova Lj.	38,34	2,05	1,20	10,22		44,75	979,0	234,0	445,7	1,13
K20	Primorska bela štruca	bel	Mlinotest	trgovina Mercator Štihova Lj.	35,74	2,65	1,31	10,24	3,00	47,07	1022,6	244,4	587,0	1,49
K21	Bonvivan baget	bel	Mlinotest	trgovina Mercator Štihova Lj.	34,06	2,43	0,96	10,55		48,99	1047,8	250,4	524,1	1,33
K22	Pirina jablan štruca (Svit)	pirin, z jabolčnimi krhlji	Mlinotest	trgovina Mercator Štihova Lj.	40,53	2,94	6,13	10,87		36,10	1025,3	245,0	494,5	1,26
K23	Nizko glikemični (Svit)	ržen	Mlinotest	trgovina Mercator Štihova Lj.	43,27	1,93	2,29	9,15	3,13	40,23	924,2	220,9	329,8	0,84
K24	Štručka bela sirova Mercator	s sirom	pekarna Grosuplje	trgovina Mercator Brdo Lj.	30,13	2,91	9,37	17,37		37,22	1274,6	304,6	511,2	1,30
K25	Žemlja črna Grosuplje	črna	pekarna Grosuplje	trgovina Mercator Brdo Lj.	33,24	1,86	1,33	10,76		49,37	1071,3	256,0	323,9	0,82
K26	Kajzarica bela Grosuplje	bela	pekarna Grosuplje	trgovina Mercator Brdo Lj.	27,58	1,97	3,21	10,24		53,99	1210,8	289,4	520,0	1,32
K27	Hlebec mešan Mercator ajdov z orehi	ajdov z orehi	pekarna Grosuplje	trgovina Mercator Brdo Lj.	33,43	2,00	11,89	10,51		38,48	1272,7	304,2	401,1	1,02
K28	Štruca z ovsenimi kosmiči	z ovsenimi kosmiči	Žito	trgovina Mercator Brdo Lj.	41,28	2,20	1,98	9,65		43,00	968,2	231,4	464,0	1,18

Se nadaljuje...

Nadaljevanje priloge A: Osnovni podatki o vzorcih ter analitski rezultati analiziranih kruhov

K29	Zlati prepečenec Krex (5 žit)	večzrnati	Žito	trgovina Mercator Brdo Lj.	5,67	2,63	5,60	12,85		67,00	1564,6	373,9	672,0	1,71
K30	Zlati prepečenec Krex (s kalcijem)	bel	Žito	trgovina Mercator Brdo Lj.	7,14	2,03	5,98	12,70		69,14	1612,5	385,4	445,1	1,13
K31	Zlati prepečenec Krex (polnozrnati)	polnozrnati	Žito	trgovina Mercator Brdo Lj.	7,10	2,84	6,41	14,73	6,25	62,68	1553,0	371,2	470,1	1,19
K32	Prepečenec Mercator	bel	Žito	trgovina Mercator Brdo Lj.	3,92	1,91	5,38	12,67		73,11	1657,2	396,1	478,6	1,22
K34	Veselko, kruh s 30% manj soli	mešan	Žito	trg. Žito, Tržaška cesta Lj.	41,76	1,82	1,04	9,61	1,90	43,87	947,7	949,8	320,7	0,81
K35	Kruh z manj soli	mešan	Pečjak	tržnica Koseze	39,05	2,07	1,15	11,08		44,76	991,8	993,8	321,1	0,82

Priloga B1: Rezultati Duncanovega testa za ugotavljanje statistično značilnih razlik v vsebnosti vode v različnih vrstah kruha

Vrsta kruha	n	p \geq 0,05			
		a	b	c	d
10PrB	2	5,5300			
11PrŽ	2	6,3850			
7BsS	2		28,9600		
6K	2		31,4800	31,4800	
8A	2		33,4300	33,4300	33,4300
1B	8		34,8225	34,8225	34,8225
5M	5			37,2180	37,2180
3Č	3			37,2233	37,2233
2PB	2				39,8300
4R	5				40,3720
12MmS	2				40,4050
9P	2				40,5300
Sig.		0,810	0,139	0,155	0,092

n: število vzorcev; a,b,c,d: razredi oz. skupine podobnosti

Priloga B2: Rezultati Duncanovega testa za ugotavljanje statistično značilnih razlik v vsebnosti pepela v različnih vrstah kruha

Vrsta kruha	n	p \geq 0,05	
		a	b
3Č	3	1,8800	
4R	5	1,9400	
12MmS	2	1,9450	
10PrB	2	1,9700	
8A	2	2,0000	
2PB	2	2,0250	
6K	2	2,0400	
1B	8	2,0613	
5M	5	2,0880	
11PrŽ	2		2,7350
9P	2		2,9400
7BsS	2		3,1050
Sig.		0,446	0,144

n: število vzorcev; a,b: razreda oz. skupini podobnosti

Priloga B3: Rezultati Duncanovega testa za ugotavljanje statistično značilnih razlik v vsebnosti izkoristljivih ogljikovih hidratov v različnih vrstah kruha

Vrsta kruha	n	p≥0,05						
		a	b	c	d	e	f	g
9P	2	36,1000						
8A	2	38,4800	38,4800					
7BsS	2	39,1900	39,1900	39,1900				
5M	5		43,0580	43,0580	43,0580			
2PB	2		43,9500	43,9500	43,9500			
12MmS	2		44,3150	44,3150	44,3150			
4R	5			45,1240	45,1240			
3Č	3			45,6200	45,6200	45,6200		
1B	8				48,3025	48,3025		
6K	2					51,5000		
11PrŽ	2						64,8400	
10PrB	2							71,1250
Sig.		0,316	0,076	0,055	0,115	0,061	1,000	1,000

n: število vzorcev; a,b,c,d,e,f,g: razredi oz. skupine podobnosti

Priloga C: Rezultati Kruskal-Wallisov-ega testa za različne vrste kruha

Hipoteza	Statistična značilnost (sig. = 0,05)	Odločitev
vsebnost vode je enaka pri vseh vrstah	0,013	ničelno hipotezo smo zavrnili
vsebnost suhe snovi je enaka pri vseh vrstah	0,013	ničelno hipotezo smo zavrnili
vsebnost pepela je enaka pri vseh vrstah	0,145	ničelno hipotezo smo sprejeli
vsebnost maščob je enaka pri vseh vrstah	0,010	ničelno hipotezo smo zavrnili
vsebnost beljakovin je enaka pri vseh vrstah	0,017	ničelno hipotezo smo zavrnili
vsebnost surove vlaknine je enaka pri vseh vrstah	0,000	ničelno hipotezo smo zavrnili
vsebnost izkoristljivih OH je enaka pri vseh vrstah	0,004	ničelno hipotezo smo zavrnili
vsebnost EV je enaka pri vseh vrstah	0,013	ničelno hipotezo smo zavrnili
vsebnost natrija je enaka pri vseh vrstah	0,006	ničelno hipotezo smo zavrnili
vsebnost soli je enaka pri vseh vrstah	0,005	ničelno hipotezo smo zavrnili

Priloga D: Pearsonovi korelacijski koeficienti med analiziranimi parametri kruha

	VRSTA	Voda	Pepel	M	B	SuVI	OH	EV	Na	Sol
VRSTA	1	-0,453**	0,336*	0,439**	0,446**			0,513**		
Voda	-0,453**	1		-0,374*	-0,600**	-0,553**	-0,849**	-0,953**	-0,489**	-0,489**
Pepel	0,336*		1	0,415*	0,614**	0,329*			0,692**	0,692**
M	0,439**	-0,374*	0,415*	1	0,626**			0,627**		
B	0,446**	-0,600**	0,614**	0,626**	1			0,691**	0,499**	0,497**
SuVI		-0,553**	0,329*			1	0,414*	0,455**	0,431**	0,430**
OH		-0,849**				0,414*	1	0,680**		
EV	0,513**	-0,953**		0,627**	0,691**	0,455**	0,680**	1	0,454**	0,454**
Na		-0,489**	0,692**		0,499**	0,431**		0,454**	1	1,000**
Sol		-0,489**	0,692**		0,497**	0,430**		0,454**	1,000**	1

* - zveza je značilna pri $p < 0,05$

** - zveza je značilna pri $p < 0,01$