

## KEMIČNA SESTAVA NEKATERIH ŽITNIH IN KORUZNIH SORT, PRIDELANIH V SLOVENIJI

Tatjana PIRMAN<sup>a)</sup> in Andrej OREŠNIK<sup>b)</sup>

<sup>a)</sup> Univ. v Ljubljani, Biotehniška fak., Odd. za Zootehniko, Groblje 3, SI-1230 Domžale, Slovenija, mag.

<sup>b)</sup> Prav tam, prof., dr.

Delo je prispelo 1999-10-15, sprejeto 1999-11-10.

Received October 15, 1999, accepted November 10, 1999.

### IZVLEČEK

Weendsko analizo, vsebnost rudninskih snovi in aminokislinsko sestavo smo opravili na definiranih vzorcih žit in koruze, pridelanih v Sloveniji leta 1997. Analizirali smo pet sort pšenice: pinka, ana, marija, rezka in žitarka; dve sorti ozimnega: alpha in robur ter dve sorti jarega ječmena: rex in gotic; tri sorte ovs: valiant, pram in leanda in pet hibridov koruze: fanion, dea, helga, alberta in lotus. Pri pšenici in ječmenu smo ugotovili majhne razlike med posameznimi sortami v kemični sestavi. Pri ovsu izstopa sorta valiant po manjši vsebnosti surovih beljakovin in surovih maščob ter večji vsebnosti surove vlaknine. Pri koruzi pa odstopa hibrid fanion po večji vsebnosti surovih beljakovin in surovih maščob. Povprečne vrednosti posameznih hranljivih snovi v žitih, pridelanih v Sloveniji, se razlikujejo od literaturnih podatkov. Največja razlika je manjša vsebnost surovih beljakovin. V vsebnosti posameznih rudninskih snovi (P, Ca, Mg, K, Na, Zn in Mn) med sortami istega žita ni opaziti velikih razlik in povprečne vrednosti se dokaj dobro ujemajo z literaturnimi podatki, razen precej manjše vsebnosti natrija. Aminokislinska sestava beljakovin posameznih sort istega žita oz. koruze je podobna. V primerjavi z literaturnimi podatki smo ugotovili nekoliko večje koncentracije nekaterih esencialnih aminokislinskih v beljakovinah žit.

Ključne besede: žita / pšenica / ječmen / oves / koruza / kemična sestava / weendska analiza / rudninske snovi / aminokislinske

### CHEMICAL COMPOSITION OF SOME CEREALS AND MAIZE VARIETIES HARVESTED IN SLOVENIA

#### ABSTRACT

Weende analysis and analysis of minerals and amino acid composition were done on the defined cereal and maize samples harvested in Slovenia in 1997. Analyses were done on 5 varieties of wheat: Pinka, Ana, Marija, Reska and Žitarka; 2 varieties of winter barley Alpha in Robur and 2 varieties of spring one: Rex and Gotic; 3 varieties of oats: Valiant, Pram and Leanda and 5 hybrids of maize: Fanion, Dea, Helga, Alberta and Lotus. The results of chemical analyses showed a relatively small degree of variability among wheat varieties. The same was found for barley varieties. Valiant is the variety that has less crude protein and ether extract and more crude fibre than the other varieties of oats. The maize hybrid Fanion is the one that has more crude protein and ether extract than the others. Cereals harvested in Slovenia have different average values for individual nutritive substance as they are cited in literature. The highest difference is found in lower crude protein content in our samples. Mineral (P, Ca, Mg, K, Na, Zn and Mn) composition is similar among the varieties of the cereals or maize and the average values are in the accordance with the literature, except lower Na concentrations. Amino acid composition shows a low degree of variability among the varieties of the same cereal or maize. The concentration of some essential amino acids in protein is superior to the data cited in literature.

Key words: cereals / wheat / barley / oat / maize / chemical composition / Weende analysis / minerals / amino acids

## UVOD IN PREGLED OBJAV

Žita so kultivirane trave (*Poaceae*), ki jih gojimo zaradi zrnja, rastejo pa po vsem svetu. Tako kot predstavljajo žita oz. izdelki iz žit hrano za ljudi, so tudi pomembna sestavina pri pripravi krmnih mešanic za domače živali. Žita in stranski produkti mlevske in mlinarske industrije so v krmnih mešanicah zastopane z več kot 90 %. Pri prežvekovalcih je ta delež manjši, vendar so še vedno ena od glavnih sestavin krmnih mešanic. Žita lahko ob ugodnih pogojih skladiščimo dolgo časa, ker vsebujejo relativno majhen delež vlage.

Največja morfološka sestavina vseh zrn je endosperm. Vsebuje približno 80 % škroba. Značilnost posamezne vrste žit so tudi beljakovine, ki predstavljajo drugo pomembnejšo sestavino v suhi snovi zrn. 85 – 90 % vsega dušika, v zrnih žit je vezanega v obliki beljakovin. Če dušik izrazimo v surovih beljakovinah, se vsebnost le-teh v suhi snovi zrn žit giblje v povprečju med 80 in 120 g kg<sup>-1</sup>. Beljakovine žit so revne z nekaterimi esencialnimi aminokislinami. V žitih je malo lizina in metionina. V kemični sestavi zrn pšenice in ječmena predstavljajo surove maščobe med 10 in 30 g kg<sup>-1</sup> SS, v ovsu in koruzi je surovih maščob nekoliko več. Vsebnost surove vlaknine je večja pri zrnih, ki so obdana z luščino oz. ovojnico (nekateri sorte ječmena in oves) in manjša pri golih zrnih.

Namen raziskave je bil dobiti čim več informacij o kemični sestavi definiranih vzorcev žit in koruze, pridelanih v Sloveniji. Na voljo smo imeli vzorce štirih sort ječmena (*Hordeum sativum*), treh sort ovsa (*Avena sativa*) in pet sort pšenice (*Triticum aestivum*). Poleg teh žit smo analizirali tudi vzorce petih hibridov koruze (*Zea mays*). Koruza je odličen vir energije, vendar ima majhno vsebnost surovih beljakovin, ki so, kot je že dolgo znano, slabše kakovosti zaradi majhne vsebnosti nekaterih esencialnih aminokislin, predvsem triptofana in lizina.

Metayer in sod. (1993) so ugotovili precejšno variabilnost v sestavi posameznih sort francoskih žit znotraj iste vrste žita in tudi med žiti. Glede na to, da so ugotavljali sestavo posameznih žit več let in iz različnih rastiščnih območij, ugotavljajo, da se sestava spreminja glede na klimatske in rastne pogoje in je odvisna tudi od gnojenja, velik vpliv pa imajo genetske lastnosti sorte. Čas gnojenja in količina dušika vplivajo predvsem na vsebnost surovih beljakovin. Povprečna vsebnost surovih beljakovin v francoskih sortah pšenice je 13,2 % ± 0,9 % v suhi snovi, ječmena 12,2 % ± 0,9 % pri dvorednih klasih oz. 11,4 % ± 0,9 % pri šestrednih klasih, ovsa z belimi plevami 11,4 % ± 0,9 % in ovsa s črnimi plevami 11,0 % ± 0,3 % ter pri koruzi 10,0 % ± 0,5 % v suhi snovi. Vsebnost surove vlaknine pri pšenicah se giblje med 2,1 % in 2,9 % v suhi snovi, zelo podobne vrednosti so dobili pri koruzi, od 2,1 % do 2,8 %. V ječmenu je surove vlaknine nekoliko več in je vsebnost precej variabilna, od 3,8 % do 6,5 %, največje vsebnosti surove vlaknine pa ugotavljajo pri vzorcih ovsa, od 11,3 % do 14,1 % v suhi snovi. Surovo maščobo so določili v vzorcih koruze, kjer je bila povprečna vrednost 4,4 % ± 0,3 % v suhi snovi, medtem ko je pri ovsu variabilnost precej večja in so se vrednosti gibale med 4,9 % in 7,6 % v suhi snovi.

V preglednih tabelah (Souci in sod., 1994, NRC, 1998, Jondreville in sod., 1995, DLG, 1997, Ewing, 1997, Jarrige, 1988) najdemo podatke o povprečni kemični sestavi posameznih vrst žit in koruze. Tabele zajemajo tako glavne sestavine kot tudi posamezne elemente, vitamine, aminokislino in maščobne kisline. V DLG (1997) tabelah najdemo naslednje vrednosti za ozimno pšenico (g kg<sup>-1</sup> SS): 138 g surovih beljakovin, 20 g surovih maščob, 29 g surove vlaknine, 19 g surovega pepela in 794 g brezdušičnih izvlečkov. Za vsebnost snovi v ozimnem oz. jarem ječmenu veljajo sledeče številke (g kg<sup>-1</sup> SS), 124 g oz. 119 g surovih beljakovin, 27 g oz. 23 g surovih maščob, 57 g oz. 52 g surove vlaknine, 27 g surovega pepela pri obeh vrstah in 765 g oz. 779 g brezdušičnih izvlečkov. S kg suhe snovi ovsa oz. koruze dobe živali 121 g oz. 106 g surovih beljakovin, 53 g oz. 45 g surovih maščob, 116 g oz. 26 g surove vlaknine, 33 g oz. 17 g surovega pepela in 677 g oz. 806 g brezdušičnih izvlečkov. Tudi ostale tabele ponujajo

podobne vrednosti za posamezne hranljive snovi. Pri primerjanju rezultatov je potrebno biti pozoren tudi na metodo, po kateri so bile posamezne hranljive snovi analizirane. Različne metode dajejo različne rezultate.

Kako se sestava ječmena in koruze spreminja glede na leto pridelave, sta ugotavljali Stekar in Stibilj (1989 in 1990). Pri analizi vzorcev koruznih hibridov, pridelanih v Sloveniji v treh zaporednih letih (1985, 1986 in 1987), sta dobili naslednje povprečne vsebnosti ( $\text{g kg}^{-1}$  SS) za surove beljakovine 95,05, 90,58 in 101,87, surove maščobe 53,90, 49,37 in 50,07 ter surovo vlaknino 28,10, 24,98 in 28,11. Analize ozimnega in jarega ječmena so potrdile vpliv leta na sestavo. Za koncentracijo surovih beljakovin sta dobili naslednje povprečne vrednosti ( $\text{g kg}^{-1}$  SS) 119,21, 147,85 in 128,15. Vsebnost surovih maščob je bila naslednja: 25,17, 22,79 in 20,33 v letih 1985, 1986 oz. 1987. Razlike v kemični sestavi so tudi glede na vrsto ječmena (ozimni ali jari). Povprečna vsebnost surove vlaknine pri zimskih sortah je bila  $68,23 \text{ g kg}^{-1}$  SS in pri jarih sortah  $58,90 \text{ g kg}^{-1}$  SS.

McDonald in sod. (1995) navajajo povprečno sestavo 171 vzorcev ovsa in 179 vzorcev ječmena, ki so bili pridelani v Walesu med leti 1961 in 1963. Pri surovih beljakovinah navajajo vrednost  $107 \text{ g v kg}$  suhe snovi, vzorci pa so bili v mejah med  $72$  in  $145 \text{ g v kg}$  suhe snovi, torej je precejšnja variabilnost med posameznimi vzorci. Tudi pri ječmenu so ugotovili precejšno variabilnost v kemični sestavi, surovih beljakovin je bilo od  $66$  do  $153 \text{ g v kg}$  suhe snovi. Pri istih vzorcih so določili tudi vsebnost natrija, ki se je pri ovsu gibala med  $0,04$  in  $0,6 \text{ g v kg}$  suhe snovi (povprečna vrednost  $0,2 \text{ g v kg}$  suhe snovi), pri ječmenu pa med  $0,06$  in  $0,4 \text{ g v kg}$  suhe snovi ( $0,2 \text{ g v}$  povprečju). Opazimo lahko precejšnja nihanja med posameznimi vrednostmi.

Stekar in Stibilj (1991 in 1992) sta pri analiziranju posameznih elementov v koruzi in ječmenu v treh zaporednih letih (1985, 1986, 1987) ugotovili značilne razlike v vsebnosti posameznih elementov med leti. Triletna povprečna vsebnost posameznih elementov ( $\text{g kg}^{-1}$  SS) v koruzi in ječmenu je bila naslednja: fosfor  $3,15$  oz.  $4,51$ , kalcij  $0,08$  oz.  $0,50$ , magnezij  $1,41$  oz.  $1,53$ , kalij  $3,69$  oz.  $5,87$ , natrok  $0,03$  oz.  $0,06$  in mangan  $> 10$  ( $\text{mg kg}^{-1}$  SS) oz.  $20,60$  ( $\text{mg kg}^{-1}$  SS). Vsi hibridi koruze oz. sorte ječmena so rasli na isti lokaciji, enakih tleh in so bili enako tretirani. Razlike v sestavi posameznih sort oz. hibridov so verjetno genetsko pogojene, vendar pa velik delež prinesejo okoliški dejavniki, kar pri rudninskih snoveh pomeni razpoložljivost le-teh v tleh v času rasti.

## MATERIAL IN METODE

Vzorci definiranih sort pšenice (žitarka, reska, pinka, marija, ana), ovsa (valiant, pram, leander), ozimnega ječmena (alpha, rrobur), jarega ječmena (rex, gothic) in koruze (fanion, dea, helga, alberta, lotus) so bili pridelani v letu 1997. Vsi vzorci so bili pridelani na isti lokaciji, istih tleh in bili enako tretirani (poskusno polje KPC Jable).

Do analiz so bili vzorci shranjeni v zamrzovalni komori pri temperaturi  $-20^\circ \text{C}$ . Vzorce posameznih žit in koruze smo homogenizirali in zmleli na tekatorjevem ciklonskem mlinu (delci manjši od  $1 \text{ mm}$ ). V kemijskem laboratoriju Inštituta za prehrano smo opravili weendsko analizo. Suho snov smo določili s sušenjem vzorca v sušilniku pri  $105^\circ \text{C}$  do konstantne mase, surove beljakovine in surove maščobe smo določili po Kjeldahlovi ( $\text{N} \cdot 6,25$ ) oz. Soxhletovi metodi. Surovo vlaknino smo določili po raztapljanju vzorca v kislini in bazi. Po sežigu vzorca v mufelni peči ( $12$  ur pri  $550^\circ \text{C}$ ) smo določili vsebnost surovega pepela. Posamezne rudninske snovi pa smo določili v kislinskem izvlečku vzorca, sežganega pri  $550^\circ \text{C}$ . Določili smo jih po dveh metodah: po atomski absorpcijski spektrometriji in spektrofotometriji v vidnem delu spektra. Vsebnost kalcija, mangana, kalija in natrija je bila narejena na plamenskem spektrofotometru (Opton M 4 III), magnezija na atomskem absorpcijskem spektrofotometru (Parkin Elmer 1100 B

atomic absorption spectrophotometer) in vsebnost fosforja spektrofotometrično na spektrofotometru (Spekol 210, MA 9525 Carl Zeiss Jena – Iskra).

Za določitev vsebnosti posameznih aminokislin v vzorcih smo le-te poslali v laboratorij na Faculty of Animal Science v Kaposvár (Madžarska), kjer so po 24 urni hidrolizi v 6 N HCl pri 110° C na aminokislinskem analizatorju določili vsebnost posameznih aminokislin in vsebnost surovih beljakovin (N\*6,25).

Pravilnost in ponovljivost posameznih metod smo preverili z BCR standardnimi referenčnimi materiali, Hay powder, CRM – 129 (BCR, 1989) in Whole milk powder, CRM - 380 (BCR, 1992).

## REZULTATI IN DISKUSIJA

Preglednica 1 predstavlja, kakšna je bila skladnost v laboratoriju analiziranih in določenih vrednosti za dušik in surovi pepel pri 550° C v standardnem referenčnem materialu Whole Milk Powder in posameznih elementih v standardnem referenčnem materialu Hay Powder. Vrednosti, določene v laboratoriju, smo primerjali s certificiranimi vrednostmi in ugotovili dobro ujemanje.

Preglednica 1. Rezultati analiz standardnih referenčnih materialov  
Table 1. Results for certified reference material

	Določeno v laboratoriju Determined value in lab	Certificirana vrednost Certified value
Whole milk powder (CRM 380)		
N-Kjeldahl (g 100g <sup>-1</sup> ) N-Kjeldahl (g 100g <sup>-1</sup> )	4,30 ± 0,22	4,50 ± 0,04
Surovi pepel pri 550° C (g 100g <sup>-1</sup> ) Crude ash at 550° C (g 100g <sup>-1</sup> )	6,06 ± 0,01	6,07 ± 0,05
Hay powder (CRM 129)		
P (mg g <sup>-1</sup> )	2,55 ± 0,01	2,36 ± 0,07
Mg (mg g <sup>-1</sup> )	1,39 ± 0,04	1,45 ± 0,04
Ca (mg g <sup>-1</sup> )	6,23 ± 0,3	6,40 ± 0,1
K (mg g <sup>-1</sup> )	32,7 ± 0,4	33,8 ± 0,8
Zn (µg g <sup>-1</sup> )	32,0 ± 1,2	32,1 ± 1,7

Iz analiz vzorcev žit oz. koruze ugotavljamo, da se rezultati razlikujejo glede na podatke, navedene v strokovni literaturi. Predvsem smo dobili manjše vsebnosti za surove beljakovine in maščobe, vrednosti za mineralne elemente (pepel) pa so podobne, kot jih navajajo drugi raziskovalci, razen vsebnosti natrija.

## Pšenica

Preglednica 2. Rezultati weendske analize za posamezne sorte pšenice (g kg<sup>-1</sup> SS)  
Table 2. Results of Weende analysis for different varieties of wheat (g kg<sup>-1</sup> DM)

	Surove beljakovine * Crude protein *	Surove maščobe Crude fats	Surova vlaknina Crude fibre	Surovi pepel Crude ash	BDI ** NFE **
ŽITARKA	122,81	13,58	31,94	19,10	812,57
REZKA	125,00	11,84	30,29	18,79	814,08
PINKA	117,52	13,17	32,09	17,12	820,11
MARIJA	117,15	13,81	33,68	17,97	817,39
ANA	112,44	12,64	30,25	17,31	827,35

\* N\*6,25

\*\* brezdušični izvlečki - nitrogen free extractives

Kemična sestava posameznih sort pšenice je podobna, vendar pa je vsebnost surovih beljakovin in surove maščobe manjša v primerjavi z literaturnimi podatki (Souci in sod., 1994, NRC, 1998, Jondreville in sod., 1995). Vsebnost surove vlaknine se ujema z rezultati Ewinga (1997), drugi raziskovalci (Jondreville in sod., 1995) pa navajajo nekoliko manjše vrednosti. Vsebnost surovega pepela se dobro ujema z vrednostmi iz literature (Souci in sod., 1994, NRC, 1998, Jondreville in sod., 1995). V DLG (1997) tabelah, kjer so rezultati analiz 435 vzorcev pšenice, dobimo večje vrednosti za surove beljakovine in surove maščobe, za surovo vlaknino in surovi pepel pa navajajo podobne vrednosti. Rezultate navedene v preglednici 2 so predstavili že Salobir in sod. (1999). Proučevali so hranilno vrednost različnih sort pšenice pri pitanju brojlerjev in dokazali vpliv sorte na kemično sestavo zrna, na težo zrn, viskoznosti črevesne vsebine pri brojlerjih in na izkoristljivost suhe snovi obroka pri pitanju brojlerjev. V naši raziskavi dopolnjujemo z weendsko analizo ugotovljene vsebnosti hranljivih snovi s podatki o vsebnosti rudninskih snovi in aminokislin v vzorcih obravnavanih sort pšenice.

## Ječmen

Preglednica 3. Rezultati weendske analize za posamezne sorte ječmena (g kg<sup>-1</sup> SS)  
Table 3. Results of Weende analysis for different varieties of barley (g kg<sup>-1</sup> DM)

	Surove beljakovine * Crude protein *	Surove maščobe Crude fat	Surova vlaknina Crude fibre	Surovi pepel Crude ash	BDI ** NFE **
ALPHA	102,97	16,04	68,02	24,56	788,42
ROBUR	102,19	15,91	69,00	24,30	788,61
REX	105,10	15,61	55,67	23,72	799,91
GOTIC	99,46	19,20	54,96	23,80	802,57

\* N\*6,25

\*\* brezdušični izvlečki - nitrogen free extractives

Kemična sestava dveh sort jarega: rex in gothic ter dveh sort ozimnega ječmena: alpha in robur se ujema z literaturnimi podatki (Souci in sod., 1994, NRC, 1998, Jondreville in sod., 1995) in tudi razlike med posameznimi sortami so majhne, razen v vsebnosti surove vlaknine med jarima in ozimnima sortama. Vsebnost surovih beljakovin v naših vzorcih ječmena je na spodnji meji vsebnosti 6 ozimnih sort ječmenov, pridelanih v Sloveniji leta 1985, vsebnost surovih maščob je nekoliko manjša, po vsebnosti surove vlaknine in surovega pepela pa se rezultati ujemajo (Stekar in Stibilj, 1988). Stekar in Stibilj (1989) sta v raziskavi z definiranimi sortami ječmena, dvajset ozimnih in 13 jarih, ugotovili značilen vpliv sorte in leta pridelave na vsebnost posameznih hranljivih snovi v ozimnem in jarem ječmenu, kar ne velja le za weendsko analizo, temveč tudi za *in vitro* prebavljive beljakovine, škrob in skupne sladkorje.

## Oves

Analizirali smo tri sorte ovsa: valiant, pram in leanda, med katerimi sta si sorti pram in leanda po kemični sestavi zelo podobni in se ujemata s podatki v DLG (1997) tabelah, kjer so navedene povprečne vrednosti za 539 vzorcev ovsa. Sorta valiant vsebuje manj surovih beljakovin in surovih maščob, medtem ko je vsebnost surove vlaknine precej večja kot pri ostalih dveh sortah. Vsebnost surovega pepela je primerljiva z nekaterimi literaturnimi podatki (Souci in sod., 1994, DLG, 1997), drugi avtorji (Ewing, 1997) pa navajajo nekoliko manjše vrednosti.

Preglednica 4. Rezultati weendske analize za posamezne sorte ovsa ( $\text{g kg}^{-1}$  SS)

Table 4. Results of Weende analysis for different varieties of oats ( $\text{g kg}^{-1}$  DM)

	Surove beljakovine * Crude protein *	Surove maščobe Crude fat	Surova vlaknina Crude fibre	Surovi pepel Crude ash	BDI ** NFE **
VALIANT	76,18	18,09	243,78	35,04	626,90
PRAM	122,58	42,11	119,56	24,98	690,74
LEANDA	119,20	48,78	117,28	32,32	682,42

\* N\*6,25

\*\* brezdušični izvlečki - nitrogen free extractives

## Koruza

Pri koruzi smo analizirali pet hibridov, med katerimi so si dea, helga, alberta in lotus podobni po kemični sestavi, medtem ko hibrid fanion vsebuje več surovih beljakovin in surovih maščob v primerjavi z ostalimi sortami. Razen po vsebnosti surovih maščob, ki jih je v našem vzorcu precej več, se ta sorta ujema z vrednostmi v francoskih tabelah (Jarrige, 1988). Vsebnost surovega pepela in surove vlaknine je v vseh vzorcih podobna, glede na to je vsebnost brez dušičnih izvlečkov manjša kot pri ostalih štirih sortah. Ostale sorte pa vsebujejo manj surovih beljakovin glede na literaturne podatke, medtem ko je vsebnost surovih maščob, mineralov oz. surovega pepela in surove vlaknine podobna (Souci in sod., 1994, NRC, 1998, Jondreville in sod., 1995). Sestavo koruze iz genske banke sta ugotavljala Golob in Plestenjak (1999). Ugotovila sta precejšno variabilnost v kemijski sestavi posameznih hibridov koruze, vendar je bila kljub temu vsebnost surovih beljakovin večja kot pri naših vzorcih, celo minimalne vrednosti so večje kot povprečna vrednost naših vzorcev. Vrednosti za surovi pepel, surove maščobe in surovo vlaknino pa se dobro ujemajo z našimi rezultati.

Kemična sestava 12 definiranih vzorcev koruznih hibridov, pridelanih v Sloveniji v letu 1985, ki so jo predstavili Stekar in sod. (1987), je v veliki meri podobna sestavi naših vzorcev. Sestava

posameznih hibridov se je razlikovala značilno. Največje razlike so bile v vsebnosti surovih beljakovin, surovih maščob, škroba in skupnih sladkorjev. Tudi leto pridelave značilno vpliva na kemično sestavo koruze (Stekar in Stibilj, 1990).

Preglednica 5. Rezultati weendske analize za posamezne sorte koruze (g kg<sup>-1</sup> SS)  
Table 5. Results of Weende analysis for different varieties of maize (g kg<sup>-1</sup> DM)

	Surove beljakovine * Crude protein *	Surove maščobe Crude fat	Surova vlaknina Crude fibre	Surovi pepel Crude ash	BDI ** NFE **
FANION	108,64	62,69	29,87	15,01	783,79
DEA	93,66	47,24	31,24	14,87	812,99
HELGA	78,37	43,86	27,36	14,95	835,46
ALBERTA	75,80	44,20	26,12	13,81	840,07
LOTUS	87,00	44,25	27,85	13,41	827,49

\* N\*6,25

\*\* brezdušični izvlečki - nitrogen free extractives

Po kemični sestavi sta si najbolj podobni pšenica in ječmen. Kuruza odstopa predvsem zaradi majhne vsebnosti surovih beljakovin in velike vsebnosti surovih maščob. Oves pa ima nekoliko večji delež surove vlaknine in posledično manj brez dušičnih izvlečkov. Po vsebnosti surovega pepela pa se vse štiri vrste značilno ( $P \leq 0,05$ ) razlikujejo med seboj. Najmanj anorganske snovi je v koruzi (od 13,41 g do 15,01 g kg<sup>-1</sup> SS) in največ v ovsu (od 24,98 g do 35,04 g kg<sup>-1</sup> SS).

Pri ugotavljanju in primerjavi vsebnosti surovih beljakovin v vzorcih žit in koruze naletimo na problem. Surove beljakovine izračunamo tako, da vsebnosti dušika v vzorcu, določenega po Kjeldahlovi metodi, pomnožimo s konverzijskim faktorjem. Različni avtorji uporabljajo različne konverzijske faktorje. Včasih splošno veljaven faktor 6,25 ni ustrezen za vse vzorce, ker je aminokislinska sestava beljakovin in s tem delež dušika v različnih vrstah vzorcev različna. Tako Souci in sod. (1994) uporabljajo za preračunavanje vsebnosti dušika v žitih v vsebnost surovih beljakovin faktor 5,80. Mosse (1990) navaja za vsako vrsto žita oz. koruzo drugačen faktor: pšenica 5,33, ječmen 5,50, oves 5,36 in kuruza 5,65. Salo-Väänänen in Koivistoinen (1996) sta pri poskusu, ki sta ga izvedla na vzorcih 148 različnih vrst hrane, primerjala vsebnost dušika in aminokislinsko sestavo. Ugotovila sta precejšno odstopanje med vsebnostjo surovih beljakovin (Kjeldahl N pomnožen s 6,25) in resnično vsebnostjo beljakovin. Za žita in pekovske izdelka sta prišla do povprečnega faktorja 5,40. Kunachowicz in sod. (1998) v tabelah o sestavi hrane uporabljajo za izračun surovih beljakovin iz dušika, določenega po Kjeldahlovi metodi konverzijske faktorje med 5,70 in 5,83, odvisno od vrste žita oz. produkta. Naš izračun pa se nanaša na faktor 6,25.

Maščobe se v praksi določajo po več različnih metodah. Vsaka od teh metod lahko prinese drugačen rezultat. Maščobe v analitiki označujemo z različnimi izrazi, etrski izvleček, surove maščobe, skupne maščobe in skupni lipidi, ki se med seboj lahko zamenjujejo. Maščobe so definirane kot spojine, ki so netopne v vodi, topne pa v organskih topilih. Vendar v to skupino spadajo poleg maščob še v maščobah topni vitamini in njihovi derivati, karotenoidi in steroli ter maščobnokislinski estri (Evers in sod., 1999). Poleg tega pa se v organskih topilih topijo tudi nekatera barvila, eterična olja in organske kisline. Tako so lahko razlike med vsebnostjo surovih maščob in neto maščob (seštevek na plinskem kromatografu določenih posameznih maščobnih kislin) precej velike. Hyvönen (1996) je ugotovila, da je vsebnost pravih maščob manjša za

6,7 % do 46 % od vsebnosti surovih maščob, odvisno od vrste vzorca. Večji kot je delež maščob v vzorcu, manjše so razlike.

## Rudninske snovi

Preglednica 6. Vsebnosti nekaterih elementov v vzorcih žit in koruze

Table 6. Mineral contents in cereal and maize samples

	PŠENICA WHEAT	OVES OAT	JEČMEN BARLEY	KORUZA MAIZE
P (g kg <sup>-1</sup> SS) P (g kg <sup>-1</sup> DM)	4,10 ± 0,21	3,38 ± 0,85	4,02 ± 0,08	3,28 ± 0,25
Ca (g kg <sup>-1</sup> SS) Ca (g kg <sup>-1</sup> DM)	0,37 ± 0,02	1,08 ± 0,30	0,63 ± 0,01	0,04 ± 0,01
Mg (g kg <sup>-1</sup> SS) Mg (g kg <sup>-1</sup> DM)	1,34 ± 0,11	1,25 ± 0,09	1,37 ± 0,10	1,23 ± 0,10
K (g kg <sup>-1</sup> SS) K (g kg <sup>-1</sup> DM)	4,73 ± 0,29	4,63 ± 0,55	5,07 ± 0,07	3,96 ± 0,38
Na (g kg <sup>-1</sup> SS) Na (g kg <sup>-1</sup> DM)	0,04 ± 0,01	0,06 ± 0,04	0,05 ± 0,01	0,04 ± 0,02
Zn (mg kg <sup>-1</sup> SS) Zn (mg kg <sup>-1</sup> DM)	27,44 ± 1,87	27,67 ± 3,74	23,18 ± 2,24	19,82 ± 2,10
Mn (mg kg <sup>-1</sup> SS) Mn (mg kg <sup>-1</sup> DM)	41,31 ± 1,99	31,90 ± 4,78	NA * ND *	NA * ND *

Rezultati so podani kot srednja vrednost vseh vzorcev posamezne vrste žita oz. koruze ± standardni odklon.

Results are presented as mean of all samples of individual cereal or maize ± standard deviation.

\* NA Vsebnost mangana v ječmenu in koruzi je bila pod mejo zaznavnosti (detekcije).

\* ND Content of manganese in barley and maize was under the line of detection

Povprečna vsebnost pepela v analiziranih vzorcih se ujema z literaturnimi podatki. Tudi vsebnosti posameznih rudninskih snovi (preglednica 6), razen natrija, so podobne v literaturi navedenim (Souci in sod., 1994 in NRC, 1998). Vsebnost natrija v vzorcih žit pridelanih na slovenskih tleh, je precej manjša, kot jo navajajo literaturni podatki (Souci in sod., 1994, NRC, 1998). Stekar in Stibilj (1991, 1992) pa ugotavljata manjšo množino natrija v ječmenu in koruzi, ki je primerljiva z našimi rezultati. Majhne vsebnosti natrija v travnih silazah, pridelanih na slovenskih tleh, so tudi že bile objavljene (Stekar in Pen, 1980 in Stekar in sod., 1998), prav tako v senu in otavi (Stekar, 1997).

V naših vzorcih pšenice je manj kalcija, kot ga navajajo literaturni podatki, medtem ko se vrednosti za kalcij pri ostalih žitih dokaj ujemajo (NRC, 1998, Souci in sod., 1994).

Pšenica vsebuje po naših rezultatih nekoliko manj cinka, kot navajajo v NRC (1998) tabelah (od 28 do 47 mg kg<sup>-1</sup>, odvisno od vrste), vendar se ujema z vrednostjo 2,69 mg v 100 g (31 mg v kilogramu suhe snovi), kot jo navajajo Souci in sod. (1994). Vsebnost mangana pa se ujema z literaturnimi podatki.

Pri ovsu najdemo v naših analizah nekoliko manjše vrednosti za ta dva mikroelementa, kot jih navajajo v literaturi. Za mangan v literaturi najdemo vrednosti okoli 40 mg kg<sup>-1</sup> (Souci in sod., 1994 in NRC, 1998), kar je ravno tako več kot naš rezultat.

Pri ječmenu in koruzi smo izmerili le vsebnost cinka, ker je bila koncentracija mangana v vzorcih pod mejo zaznavnosti aparature (pod 10 mg kg<sup>-1</sup>). Cinka je v ječmenu podobna količina,



kot jo navajajo literaturni podatki (Souci, 1994 in NRC, 1998). Vsebnost cinka v koruzi je podobna koncentraciji, ki jo najdemo v NRC (1998) tabelah, medtem ko pa Souci in sod. (1994) navajajo nekoliko večje vrednosti.

### Aminokislinska sestava

V preglednici 7 so navedene povprečne koncentracije posameznih aminokislin v beljakovinah vzorcev žit in koruze. Opazimo lahko, da so nihanja v deležih posameznih aminokislin v beljakovinah med sortami znotraj iste vrste žita relativno majhna. V celoti gledano so koncentracije posameznih aminokislin nekoliko manjše, kot jih navajajo Souci in sod. (1994), bolj pa se ujemajo z vrednostmi, navedenimi v NRC (1998) tabelah, večjo razliko je opaziti le v večji vsebnosti histidina pri naših vzorcih pšenice.

Preglednica 7. Aminokislinska sestava posameznih vrst žit in koruze (g 100g<sup>-1</sup> beljakovin)  
Table 7. Amino acid composition of individual cereals and maize (g per 100 g of protein)

	PŠENICA WHEAT	OVES OAT	JEČMEN BARLEY	KORUZA MAIZE
ASP	5,5 ± 0,6	9,3 ± 0,4	6,8 ± 0,6	6,6 ± 0,7
THR	3,0 ± 0,3	3,6 ± 0,1	3,6 ± 0,1	3,5 ± 0,3
SER	4,6 ± 0,2	5,1 ± 0,1	4,7 ± 0,3	4,8 ± 0,3
GLU	29,3 ± 0,8	20,0 ± 0,2	24,4 ± 1,9	17,6 ± 1,8
PRO	10,7 ± 1,3	6,8 ± 0,9	11,6 ± 1,0	9,5 ± 0,5
GLY	4,0 ± 0,1	5,2 ± 0,0	4,6 ± 0,4	4,0 ± 0,4
ALA	3,6 ± 0,2	5,4 ± 0,1	4,1 ± 0,8	7,5 ± 0,1
CYS	1,7 ± 0,3	2,1 ± 0,2	1,5 ± 0,4	1,4 ± 0,3
MET	1,1 ± 0,4	1,3 ± 0,3	1,4 ± 0,2	1,6 ± 0,4
VAL	4,8 ± 0,7	5,0 ± 0,0	5,1 ± 0,5	4,4 ± 0,2
ILE	3,9 ± 0,4	4,2 ± 0,2	3,6 ± 0,6	3,9 ± 0,1
LEU	6,7 ± 0,4	7,6 ± 0,3	6,8 ± 0,3	12,4 ± 1,1
TYR	3,1 ± 0,3	3,1 ± 0,3	3,1 ± 0,2	3,8 ± 0,2
PHE	4,2 ± 0,4	4,6 ± 0,3	4,4 ± 0,3	4,8 ± 0,6
LYS	3,3 ± 0,3	4,7 ± 0,3	3,8 ± 0,4	3,4 ± 0,5
HIS	3,0 ± 1,1	2,5 ± 0,2	2,6 ± 0,0	3,1 ± 0,2
ARG	4,6 ± 1,0	7,3 ± 0,2	5,6 ± 0,4	5,4 ± 0,6
N*6,25 (%)	11,06 ± 0,73	10,00 ± 1,61	9,75 ± 0,25	8,06 ± 1,59
IEAA	0,58 ± 0,03	0,69 ± 0,003	0,64 ± 0,02	0,69 ± 0,02

Rezultati so podani kot srednja vrednost vseh vzorcev posamezne vrste žita oz. koruze ± standardni odklon.

Results are presented as mean of all individual samples of cereal or maize ± standard deviation.

Če pogledamo delež aminokislinske lizin v beljakovinah pšenice kot prve limitirajoče aminokislinske v žitih, opazimo podobno vrednost, kot jo navajajo Souci in sod. (1994), po drugi

strani pa celo nekoliko večjo vrednost, kot je navedena v NRC (1998) tabelah. Podobna zakonitost je opazna tudi pri ostalih žitih in koruzi.

Kljub temu da je delež beljakovin v naših vzorcih žit manjši od deleža, ki ga navajajo literaturni podatki (Jondreville in sod., 1995), pa je delež posameznih esencialnih aminokislin v beljakovinah žit večji.

Povprečni izračunani indeks esencialnih aminokislin (IEAA) je bil najmanjši pri beljakovinah pšenice ( $0,58 \pm 0,03$ ) zaradi majhne vsebnosti aminokislin treonin, metionin in lizin v primerjavi z ostalimi žiti in referenčno beljakovino (beljakovine jajca). Pri ječmenu smo izračunali povprečni IEAA  $0,64 \pm 0,02$  (povprečna vrednost  $\pm$  SD), medtem ko imajo beljakovine ovsa povprečen IEAA  $0,69 \pm 0,003$  in koruze  $0,69 \pm 0,02$ .

## ZAKLJUČEK

Tudi za zrna žit velja pravilo, po katerem njihova kemična sestava in s tem hranilna vrednost nista odvisni samo od genetskih lastnost rastlin, ampak se spreminjata odvisno od pogojev rasti in agrotehničnih ukrepov pri pridelovanju. V Sloveniji pridelujemo različne sorte žit v pogojih, ki so že med regijami znotraj Slovenije različni in odstopajo od pogojev pri pridelovanju žit v drugih deželah sveta. Ker se kemična sestava žit, pridelanih v Sloveniji, lahko razlikuje od kemične sestave žit, ki jih uvažamo iz drugih dežel, so raziskave o vsebnosti hranljivih snovi v naših pridelkih potrebne in pomembne. Tudi različne sorte žit, pridelane v enakih pogojih, vsebujejo lahko različne koncentracije hranljivih snovi.

Osnovni cilj prehrane živali je čimboljši izkoristek pridelanih hranljivih snovi, zato je potrebno natančno poznati kemično sestavo krmil. Kljub temu da so zrna žit predvsem energijsko krmilo, je vsebnost beljakovin v njih pomemben vir aminokislin v prehrani. Ugotovili smo, da je vsebnost surovih beljakovin v analiziranih vzorcih različnih sort pšenice, ječmena, ovsa in koruze manjša, kot jo navajajo v svetu v tabelarnih pregledih, ki jih največkrat uporabljamo kot izhodišče za sestavo krmnih mešanic. To je pri uporabi domačih surovin v sestavi krmnih mešanic potrebno upoštevati. V strokovni literaturi najdemo razlage za uporabo različnih faktorjev za izračun vsebnosti surovih beljakovin v vzorcih zrnja žit. Beljakovine v zrnih žit vsebujejo praviloma več kot 16 % dušika, zato je v navedbah o vsebnosti surovih beljakovin v zrnih žit potrebno navesti, kateri faktor uporabljamo za izračun. V predstavitvi rezultatov smo za izračun vsebnosti surovih beljakovin v zrnjih žit uporabili meritve vsebnosti dušika in v vzorcih z metodo po Kjeldahlu in faktor 6,25.

V vseh vzorcih smo opravili tudi aminokislinsko analizo beljakovin. Ta analiza je za postopke izračunov sestave krmnih mešanic vedno bolj pomembna. Izkoristljivost beljakovin je odvisna od količin esencialnih aminokislin in od razmerij med aminokislinami v obroku. Količine posameznih aminokislin navajamo v g na 100 g beljakovin. Če količino beljakovin napačno izračunamo, ni možno pravilno izvednotiti vsebnost aminokislin v njej. V zrnju žit je vrsta limitirajočih esencialnih aminokislin, ki jih lahko dodajamo kot sintetizirane aminokislina v krmne mešanice v skladu s poznanimi normativi s potrebami živali. S pravnimi količinami dodanih aminokislin, izračunanimi na osnovi znane koncentracije aminokislin v beljakovinah žit, povečamo razpoložljivost beljakovin obroka, v obroku (krmni mešanici) je lahko manjši delež beljakovin z enakim učinkom v prireji. Organizem živali je ob tem manj obremenjen z izločanjem odvečnega dušika, manj dušika se izloča v okolje. S tem pristopom izboljšujemo gospodarnost prireje in zmanjšujemo onesnaženje okolja z dušikom. Opravljene raziskave dopolnjujejo in razširjajo znanje o kemični sestavi žit, pridelanih v Sloveniji in utemeljujejo potrebe po načrtnem raziskovalnem delu na tem področju.

## ZAHVALA

Avtorji se zahvaljujemo direktorju gospodu Romanu Novaku, univ. dipl.inž.kmet., ki je za raziskavo omogočil zbiranje vzorcev različnih vrst in sort žit in koruze iz pridelkov na površinah KPC Jable.

## VIRI

- BCR Certified reference material. Certificate of analysis CRM 129, n°339, Elements in Hay powder, Brussels, June 1989.
- BCR Certified reference material. Certificate of analysis CRM 380, n°244, Mass fraction of major components in Whole milk powder, Brussels, March 1992.
- DLG – Futterwerttabellen Wiederkäuer. 7., erweiterte und überarbeitete Auflage. Frankfurt, DLG – Verlag, 1997, 213.
- Evers, A. D./ Blakeney, A. B./ Brien, L. O. Cereal structure and composition. Aust. J. Agric. Res. 50(1999), 629-650.
- Ewing, W. N. Profile. Feeds directory. Leicestershire, Context, 1997, 120.
- Golob, T./ Plestenjak, A. Ovrednotenje prehranskih in živilskotehnoloških lastnosti izbranih genotipov koruze iz genske banke. Sodobno kmetijstvo, 32(1999)4, 162-168.
- Hyvönen, L. Approach to fat analysis of foods. Food chemistry, 57(1996)1, 23-26.
- Jarrige, R. Alimentation des Bovins Ovins & Caprins. Paris, INRA, 1988, 471.
- Jondreville, C./ Broecke, J. V./ Gatel, F./ Cauwenberghe, S. Ileal digestibility of amino acids in feedstuffs for pigs. Paris, ITCF, 1995, 53.
- Kunachowicz, H./ Nadolna, I./ Przygoda, B./ Iwanow, K. Food composition tables. Warszawa, Instytut żywności i żywienia, 1998, 694.
- McDonald, P./ Edwards, R. A./ Greenhalgh, J. F. D./ Morgan C. A. Animal Nutrition. 5<sup>th</sup> edition. New York, John Wiley & Sons inc., 1995, 607.
- Metayer, J. P./ Grosjean, F./ Castaing, J. Study of variability in French cereals. Animal feed science and technology, 43(1993)87-108.
- Mosse, J. Nitrogen to protein conversion factor for ten cereals and six legumes or oilseeds. A reappraisal of its definition and determination. Variation according to species and to seed protein content. J. Agric. Food Chem., 38(1990)1, 18-24.
- NRC. Nutrition requirements of swine. 10<sup>th</sup> revised edition, Washington, National academy press, 1998, 126-133.
- Salobir, J./ Pirman, T./ Koman Rajšp, M./ Kluge, H./ Jeroch, H./ Novak, R. The nutritive value of some wheat varieties in broilers. Krmiva, 41(1999)4, 175-182.
- Salo-Väänänen, P. P./ Koivistoinen, P. E. Determination of protein in foods: comparison of net protein and crude protein (N x 6,25) values. Food Chemistry, 57(1996)1, 27-31.
- Souci, S. W./ Fachmann, W./ Kraut, H. Food composition and nutrition tables. 5<sup>th</sup> ed. CRC press. Stuttgart Medpharm scientific publishers, 1994, 1091.
- Stekar, J.M.A. Vsebnost makro elementov v slovenski mrvi. Zbornik predavanj posvetovanja o prehrani domačih živali »Zadržavčevi-Erjavčevi dnevi«. Radenci, 1997-10-27./28. 105-117.
- Stekar, J.M.A./ Pen, A. Sadržaj natrijuma, cinka i mangana u stočnoj hrani sa travnih površina. Agrohemija, (1980)1-2, 7-15.
- Stekar, J.M.A./ Stibilj, V. The chemical composition of different barley varieties. Zb. Biotehniške fak., Univ. v Ljubljani, Kmetijstvo(Živinoreja), 52(1988), 173-178.
- Stekar, J.M.A./ Stibilj, V. Chemical composition of winter and spring barley varieties in three successive years. Zb. Biotehniške fak., Univ. v Ljubljani, Kmetijstvo(Živinoreja), 54(1989), 7-11.
- Stekar, J.M.A./ Stibilj, V. Chemical composition of different maize hybrids in three consecutive years. Zb. Biotehniške fak., Univ. v Ljubljani, Kmetijstvo(Živinoreja), 56(1990), 75-79.
- Stekar, J.M.A./ Stibilj, V. The content of some mineral elements in different barley varieties in three successive years. Zb. Biotehniške fak., Univ. v Ljubljani, Kmetijstvo(Živinoreja), 58(1991), 123-127.
- Stekar, J.M.A./ Stibilj, V. The content of some mineral elements in different maize hybrids in three successive years. Zb. Biotehniške fak., Univ. v Ljubljani, Kmetijstvo(Živinoreja), 60(1992), 47-51.
- Stekar, J.M.A./ Stibilj, V./ Koman-Rajšp, M./ Baša, B. The chemical composition of different maize hybrids. Zb. Biotehniške fak., Univ. v Ljubljani, Kmetijstvo(Živinoreja), 50(1987), 113-119.
- Stekar, J.M.A./ Žlindra, J./ Zgonc, U./ Vidic, A. The content of some mineral elements in the defined grass silage samples. Krmiva, 40(1998)3, 119-123.