

USPOREDBA HRANJIVE VRIJEDNOSTI TRIJU SORTI LUPINE (BOREGINE, DIETA, DUKAT)

NUTRITIVE VALUE COMPARISON OF THREE LUPINE VARIETIES (BOREGINE, DIETA, DUKAT)

L. Kroupa, Nora Mas, Ivan Král, Eva Straková, P. Suchý, Vlasta Šerman

Izvorni znanstveni članak – Original scientific paper
Primljeno – Received: 06. june 2013.

SAŽETAK

Cilj istraživanja bio je usporediti hranjivu vrijednost sjemena triju sorti lupine Boregine (*angustifolium*), Dieta (bijela) i Dukat (žuta) posijane na poljima SZP VFU Brno, Nový Jičín. Količina sirovih bjelančevina (NL) u suhoj tvari uzorka sjemena Boregine iznosila je 331,50 g/kg, Dieta 391,39 g/kg i 431,00 g/kg za Dukat. Sortu Dieta karakterizirao je visoki sadržaj masti 85,97 g/kg u usporedbi sa sortom Boregine 50,39 g/kg i Dukat 45,5 g/kg. Sadržaj masti odgovara i sadržaju ukupne energije (BE), koji je bio kod sorte Boregine 19,69 MJ/kg, Dieta 20,85 MJ/kg i Dukat 19,96 MJ/kg. Sorta Dieta imala je i najniži sadržaj sirove vlaknine i to 106,14 g/kg, u usporedbi s Boregine 160,85 g/kg i Dukat 166,51 g/kg. Sjemenke žute lupine Dukat odlikovale su se najnižim sadržajem NET-a 301,67 g/kg i škroba 56,23 g/kg u odnosu na sjemenke Dieta 370,54 g/kg i 83,28 g/kg i Boregine 415,19 g/kg i 98,65 g/kg. Sorta Dukat sadržala je najviše pepela 54,97 g/kg, P 9,47 g/kg i Mg 3,76 g/kg u odnosu na druge sorte. Kakvoća bjelančevina procijenjena na temelju zastupljenosti pojedinih aminokiselina (AA spektra), kod navedenih sorti lupine razlikuje se minimalno. Razlika je samo kvantitativna. Najviše AA (Σ AA) sadržavalo je sjemenje Dukat 400,18 g/kg, pa Dieta 365,50 g/kg te Boregine 294,49 g/kg. Usporediva kakvoća bjelančevina u postotku zastupljenosti AA iz Σ AA bila je kod sorte Boregine (zastupljenost esencijalnih i neesencijalnih aminokiselina) 46,41% i 53,59%, kod sorte Dieta 45,75% i 54,25% te kod sorte Dukat 46,47% i 53,53%. Najveća razlika između pojedinih sorti zabilježena je kod nutritivne vrijednosti masti procijenjenoj prema zastupljenosti pojedinih masnih kiselina (FA). Kao najbolje ulje pokazalo se ulje bijele sorte Dieta, koje je sadržavalo najviše n-3 FA 7,960 g/kg ulja (6,843 g/kg sjemena) u usporedbi sa sortom Boregine 3,690 g/kg ulja (1,859 g/kg sjemena) ili sortom Dukat 6,020 g/kg ulja (2,760 g/kg sjemena). Kod sorte Dieta najbolji dijetetski omjer n-3 FA: n-6 FA bio je 1: 1,45 u odnosu na sortu Dukat 1: 6,82 ili sortu Boregine 1: 9,28

Ključne riječi: lupina, kemijska analiza, aminokiseline, masne kiseline

UVOD

Za racionalno korištenje sjemenki lupine ili njihovih proizvoda, korištenih u prehrani ljudi ili životinja, nužno je poznavanje kemijskog sastava. Kemijski sastav sjemena lupine u svojim publikacijama opisao je niz autora, posebice u odnosu na sadržaj

ugljikohidrata GDAL (1998), Perez-Maldonado i sur. (1999), te bjelančevina Petterson (2000), Hauksdottir i sur. (2002.) ili Rodriguez-Macias i sur. (2005).

Većina autora navodi da su sjemenke lupine odličan izvor bjelančevina. Međutim, sa stajališta prehrane, u sjemenkama lupine postoje određeni

Leo Kroupa, Pavel Suchý, Zavod za zoohigijenu i zootehniku, FVHE, Veterinarski i farmaceutski fakultet Brno, Češka Republika, Nora Mas, Zavod za prehranu i dijetetiku životinja, Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet, Heinzelova 55, 10000 Zagreb, Hrvatska, Ivan Král, Eva Straková, Zavod za prehranu životinja, FVHE, Veterinarski i farmaceutski fakultet Brno, Češka Republika, Vlasta Šerman, e-mail: nserman@fsb.hr

problemi vezani uz mali udio škroba i visok udio ne-škrobnih polisaharida. Steinfeldt i sur. (2003) navode da se te probleme može riješiti dodavanjem odgovarajućih enzima. Sjemenke nekih sorti lupine svojom prehrambenom vrijednošću mogu čak i nadmašiti hranidbenu vrijednost soje, ne samo u smislu sadržaja bjelančevina, već i u smislu njihovog aminokiselinskog spektra. Značenje sjemena lupine, kao bjelančevinaste komponente u hrani za životinje, istraživali su Koreleski i sur. (1987), RothMaier Kirchgessner, (1993), Perez-Alba i sur. (1990), Vetesi i sur. (2004), Lettner Zollitsch (1995), Hammershøj Steinfeldt (2005) i drugi. Istraživanjem hranjivih tvari lupine bavili su se Kang i sur. (1989), Smulikowska i sur. (1995), Lopez i sur. (2006) i drugi autori. Svi navedeni autori slažu se da su sjemen-

ke lupine dobar izvor bjelančevina, no za razliku od nekih drugih bjelančevinastih krmiva, imaju manju zastupljenost nekih od esencijalnih aminokiselina (sumporne aminokiseline i lizin). Nasuprot sirovoj bjelančevini čiji je sadržaj u ovisnosti o sorti (varira u rasponu 30-50%), sadržaj ulja je niži 5-10%. Tako su npr. Uzun i sur. (2007) odredili kod dviju sorti bijele lupine prosječni sadržaj masti od 10,75%. Ulje se koncentrira uglavnom u supnici, kao što navode Smulikowska i sur. (1995). Općenito se može reći da je kakvoća ulja ovisna o zastupljenosti masnih kiselina, njihovim količinama i međusobnim omjerima. RothMaier i Kirchgessner (1993) navode da je za mast u sjemenkama lupine karakterističan visok sadržaj nezasićenih masnih kiselina (50% linolne

Tablica 1. Lista masnih kiselina (FA) ustanovljena plinskom kromatografijom

Table 1 List of fatty acids (FA) established by gas chromatography

Hrvatski naziv – Croatian name	Molekularno ime – Molecular name	Znanstveni i Engleski naziv – Scientific and english name
Miristinska	C14:0	Tetradecanoic acid, Myristic acid
Palmitinska	C16:0	Hexadecanoic acid, Palmitic acid
Palmitoleinska	C16:1n7	9-hexadecenoic acid, Palmitoleic acid
Heptadekanska	C17:0	n-heptadecanoic acid, Margaric acid
Stearinska	C18:0	Octadecanoic acid, Stearic acid
Oleinska/Elaidinska	C18:1n9t + C18:1n9c	9-octadenoic acid, Oleic acid+Elaidic acid
Linolna/Linolelaidinska	C18:2n6c 1C18:2n6t	9,12-octadecadienoic acid, Linoleic acid
γ-linolenska	C18:3n6	6,9,12octadecatrienoic acid, γ-Linolenic acid
α- linolenska	C18:3n3	9,12,15-octadecatrienoic acid, α Linolenic acid
Arahidonska	C20:0	Eicosanoic acid, Arachidic acid
Eikozenska	C20:1n9	11-eicosenoic acid, Gondoic acid
Eikozadienska	C20:2n6	11,14-eicosadienoic acid, Eicosadienoic acid
Eikozatrienska	C20:3n6	8,11,14-eicosatrienoic acid, Homo-g-linolenic acid
Eikozatrienska (ETA)	C20:3n3	11,14,17-eicosatrienoic acid, ETA
Arahidonska	C20:4n6	5,8,11,14- eicosatetraenoic acid, Arachidonic acid
Eikozapentaenska (EPA)	C20:5n3	cis-5,8,11,14,17- Eicosapentaenoic acid, EPA
Behenova	C22:0	Docosanoic acid, Behenic acid
Eruka	C22:1n9	13-docosenoic acid, Erucic acid
Dokosadienska	C22:2n6	cis-13,16-docosadienoic acid, dokosadienoic acid
Dokosaheksaenska (DHA)	C22:6n3	cis-4,7,10,13,16,19-dokosaheksaenoic acid, DHA
Dokosatetraenska	C22:4n6	7,10,13,16-docosatetraenoic acid, Adrenic acid
Dokosapentaenska (DPA)	C22:5n3	7,10,13,16,19- docosapentaenoic acid, DPA
Lignocerinska	C24:0	Tetracosanoic acid, Lignoceric acid
Nervonska	C24:1n9	15-tetracosanoic acid, nervonic acid

kiseline u *L. luteus*). Uzun i sur. (2007) navode da je oleinska kiselina dominantna masna kiselina kod Bijele lupine. Boschini i sur. (2007, 2008) navode da sjemenke analiziranih lupina imaju vrlo povoljan omjer ω -3 / ω -6 FA.

Cilj istraživanja bio je usporediti dijetetske vrijednosti hranjivih tvari sjemena sorti lupine Boregine (*Angustifolium*), Dieta (bijela lupina) i Dukat (žuta lupina) posijane na poljima SZP VFU Brno u 2012. godini.

MATERIJAL I METODE

Od pojedinih hranjivih tvari praćen je sadržaj sirovih bjelančevina (RP), masti, škroba, sirove vlaknine, acidodetergentne vlaknine (ADF), neutralnodetergentne vlaknine (NDF), acidodetergentnog lignina (ADL), pepela, Ca, P, Mg i sadržaj ukupne energije (BE). Kod dušičnih tvari bile su određene pojedinačne aminokiseline. Sadržaj hranjivih tvari preračunat je i u ovom radu izražen u 100% suhe tvari. Suha tvar je određena sušenjem uzorka po propisanim uvjetima kod 105 °C. Sirove bjelančevine su izračunate kao sadržaj dušika koji je određen prema metodi Kjeldahla i pomnožen sa 6,25 (određene na analizatoru Büchi, tvrtka Centec AE, et al. Doo). Mast (g/kg) je određena uređajem AN-KOMXT10 Fat Analyzer (OK SERVIS tvrtka BioPro). Sirova vlaknina, acidodetergentna vlaknina (ADF), acidodetergentni lignin (ADL) i neutralnodetergentna vlaknina (NDF) (g / kg) utvrđeni su uređajem Anko 220 Fiber Analyzer (OK SERVIS tvrtka BioPro). Kalcij, fosfor i magnezij (g/kg) određeni su u pepelu izluživanjem putem ekstrakcije i naknadno titrirani. Spektar aminokiselina (g/kg) određen je nakon kiselne hidrolize 6 N HCl kod 110 °C tijekom 24 sata automatskim analizatorom aminokiselina AAA 400 (tvrtka INGOS a.s. Prag) na osnovi obojene reakcije aminokiselina s oksidacijskim ninhydrin-oxidantom. Iz aminokiselinskog spektra praćene su sljedeće aminokiseline: asparaginska kiselina (Asp), treonin (Tre), serin (Ser), glutaminska kiselina (Glu), prolin (Pro), glicin (Gly), alanin (Ala), valin (Val), metionin (Met), izoleucin (Ile), leucin (Leu), tirozin (Tyr), fenilalanin (Phe), histidin (His), lizin (Lys) i arginin (Arg). Bruto energija (BE) uzorka (MJ / kg) određena je AC kalorimetrovskim uređajem 500 (tvrtka LECO). Masne kiseline određene su plinskom kromatografijom na analizatoru GC-2010 Shimadzu (Tablica 1).

REZULTATI I RASPRAVA

Rezultati osnovne kemijske analize

Iz rezultata navedenih u tablici 2 proizlazi da između analiziranih sorti lupine postoje znatne razlike u sadržaju pojedinih hranjivih tvari. U suhoj tvari sjemenki najniži sadržaj sirovih bjelančevina utvrđen je kod sorte Boregine, veći kod bijele sorte Dieta a najviši kod žute sorte Dukat. Najveći sadržaj masti pokazivala je sorta Dieta u odnosu na sorte Boregine i Dukat. Nasuprot tomu, kod sirove je vlaknine sorta Dieta pokazivala najnižu prosječnu vrijednost, kao i kod pojedinih frakcija vlaknine (ADL i ADF). Prosječni sadržaj nedušične ekstraktivne tvari (NET) smanjivao se kako slijedi; Boregine - Dieta - Dukat, što je uzrokovano prvenstveno smanjivanjem sadržaja škroba. Najmanja razlika između sorti zabilježena je kod ukupnog sadržaja organske tvari (OT). Kod žute sorte Dukat prosječni sadržaj pepela u bio je veći u odnosu na sorte Dieta i Boregine. Najveći prosječni sadržaj kalcija (Ca) utvrđen je kod sorte Dieta, a fosfora i magnezija kod sorte Dukat. Naši dobiveni rezultati slažu se sa zaključcima Gdala (1998), Perez-Maldonado i sur. (1999), Peterson (2000), Hauksdottir i sur. (2002.), Rodriguez-Macias i sur. (2005)

Rezultati aminoanalize sjemenki

U tablici 3. prikazani su rezultati aminokiselinskog sastava sjemena lupine. Ukupni sadržaj aminokiselina (AA) Σ raste sa udjelom sirovih bjelančevina, i to ne samo kod esencijalnih (Σ EAA), već i kod neesencijalnih aminokiselina (Σ NeAA). Unatoč činjenici da su kod pojedinih sorti u AA utvrđene kvantitativne razlike, u ukupnom udjelu EAA: NeAA između sorti je minimalna razlika. Bjelančevine sjemena lupine karakterizira visok sadržaj arginina (Arg).

Vrlo su zanimljivi rezultati spektra pojedinih AA, izračunati iz ukupne Σ AA kao što je navedeno u tablici 4. Kod bjelančevina lupine sorte Boregine od esencijalnih aminokiselina najviše su zastupljene aminokiseline treonin (THR), valin (Val), fenilalanin (Phe) i histidin (His), kod sorte Dieta metionin (Met) i izoleucin (Ile) a kod sorte Dukat leucin (Leu), lizin (Lys) i arginin (Arg). Od neesencijalnih AA kod bjelančevina lupine sorte Boregine najviše su zastupljene aminokiseline prolin (Pro), glicin (Gly) i alanin

Tablica 2. Rezultati istraživanja osnovnih pokazatelja nutritivne vrijednosti sjemenki lupine Boregine (angustifolium), Dieta (bijela), Dukat (žuta) u g/kg (BE MJ/ kg), u svježoj (p.h.) i suhoj tvari (ST).

Table 2 Results of research on basic indicators of nutritive value of seeds of Boregine (angustifolium), Dieta (white) and Dukat (yellow) lupine in g/kg in fresh (p.h.) and in dry matter (ST)

	Boregine		Dieta		Dukat	
	p.h.	ST	p.h.	ST	p.h.	ST
Suha tvar – Dry matter	889,00	1 000,00	892,20	1 000,00	876,80	1 000,00
Sirove bjelančevine – Crude protein	294,70	331,50	349,20	391,39	377,90	431,00
Mast - Fat	44,80	50,39	76,70	85,97	40,20	45,85
Vlaknina - Fiber	143,00	160,85	94,70	106,14	146,00	166,51
ADF	195,70	220,13	141,60	158,71	187,70	214,07
NDF	243,80	274,24	172,80	193,68	239,30	272,92
ADL	6,20	6,97	5,00	5,60	6,40	7,30
NET	369,10	415,19	330,60	370,54	264,50	301,67
Škrob - Starch	87,70	98,65	74,30	83,28	49,30	56,23
OH	851,60	957,93	851,10	953,93	828,60	945,03
Pepeo - Ash	37,40	42,07	41,10	46,07	48,20	54,97
Ca	2,70	3,04	3,20	3,59	2,90	3,31
P	5,60	6,30	5,50	6,16	8,30	9,47
Mg	2,70	3,04	2,50	2,80	3,30	3,76
BE	17,50	19,69	18,60	20,85	17,50	19,96

Tablica 3 Rezultati aminoanalize sjemenki lupine Boregine (angustifolium) Dieta (bijela), Dukat (žuta) u g/ kg, u svježoj (p.h.) i u suhoj tvari (ST)

Table 3 Results of amino analysis of Boregine (angustifolium), Dieta (white) and Dukat (yellow) lupine varieties in g/kg in fresh (p.h.) and in dry matter (ST)

	Boregine		Dieta		Dukat	
	p.h.	ST	p.h.	ST	p.h.	ST
Asp	26,60	29,92	35,10	39,34	34,80	39,61
Thr	10,30	11,59	12,70	14,23	12,20	13,89
Ser	13,40	15,07	17,60	19,73	17,90	20,37
Glu	56,90	64,00	70,70	79,24	83,80	95,38
Pro	11,00	12,37	13,00	14,57	13,40	15,25
Gly	12,20	13,72	13,60	15,24	14,20	16,16
Ala	10,40	11,70	11,70	13,11	12,60	14,34
Val	11,60	13,05	13,90	15,58	13,70	15,59
Met	1,60	1,80	2,10	2,35	2,20	2,50
Ile	11,30	12,71	14,70	16,48	14,50	16,50
Leu	20,00	22,50	25,40	28,47	28,50	32,44
Tyr	9,80	11,02	15,20	17,04	11,50	13,09
Phe	10,40	11,70	12,50	14,01	13,90	15,82
His	8,20	9,22	8,30	9,30	10,40	11,84
Lys	14,00	15,75	16,60	18,61	19,00	21,63
Arg	34,10	38,36	43,00	48,20	49,00	55,77
Σ AA	261,80	294,49	326,10	365,50	351,60	400,18
Σ EAA	121,50	136,67	149,20	167,23	163,40	185,98
Σ NeAA	140,30	157,82	176,90	198,27	188,20	214,20
EAA : NeAA	1:1,15	1:1,15	1:1,19	1:1,19	1:1,15	1:1,15

(Ala), kod sorte Dieta asparaginska kiselina (Asp), serin (Ser) i tirozin (Tyr) a kod sorte Dukat glutamin (Glu). Iz ove perspektive, bjelančevine sorte Boregine može se smatrati vrlo kvalitetnim, bez obzira na to što ih ukupno sadrži u znatno manjoj količini u usporedbi s bjelančevinama sorte Dieta i Dukat. Rezultati aminokiselinskog sastava sjemena lupine u ovom radu u skladu su s rezultatima istraživanja koja su proveli Kang i sur. (1989), Smulikowska sur. (1995), Lopez i sur. (2006) ali i niz drugih autora, te da u usporedbi s nekim drugim bjelančevinastim krmivima, primjerice sojom, bjelančevine lupine imaju manju zastupljenost esencijalnih aminokiselina lizina i metionina te cistina.

Rezultati određivanja masnih kiselina (FA)

Zasićene FA

Najveća razlika, kako kvantitativna tako i kvalitativna zabilježena je kod ulja sjemena lupine između pojedinih analiziranih sorti. Od zasićenih FA (NAFA) u ulju lupine ustanovljene su laurinska (C12: 0), miristinska (C14: 0), palmitinska (C16: 0), heptadekanska (C17: 0), stearinska (C18: 0), arahidonska (C20: 0), heneikosanska (C21: 0), behenska (C22: 0), trikosanska (C23: 0) i lignocerinska (C24: 0). Ukupni udio zasićenih FA u sjemenkama bio je najveći kod bijele sorte Dieta, iz čega proizlazi i najveći sadržaj ukupne količine ulja u usporedbi sa sortama Boregine i Dukat. Najveći sadržaj NAFA u g/100 g masti zabilježen je kod sorte Dukat, a najmanji kod sorte Dieta. Najzastupljenije NAFA u masti lupine bile su palmitinska kiselina (C16: 0), stearinska (C18: 0) i behenska kiselina (C22: 0). Sadržaj NAFA u ulju kod pojedinih sorti naveden je u tablici 5.

Mononezasićene FA

Od mononezasićenih FA (MUFA) u ulju lupine ustanovljene su navedene masne kiseline: palmitoleinska (C16: 1), oleinska/elaidonska (C18: 1n9t +

Tablica 4. Spektar aminokiselinskog sastava bjelančevina sjemenki lupina Boregine (angustifolium), Dieta (bijela) i Dukat (žuta), %

Table 4 Spectrum of amino acid composition of Boregine (angustifolium), Dieta (white) and Dukat (yellow) in seeds of lupine varieties, %

	Boregine	Dieta	Dukat
	%	%	%
Asp	10,16	10,76	9,90
Thr	3,93	3,89	3,47
Ser	5,12	5,40	5,09
Glu	21,73	21,68	23,83
Pro	4,20	3,99	3,81
Gly	4,66	4,17	4,04
Ala	3,97	3,59	3,58
Val	4,43	4,26	3,90
Met	0,61	0,64	0,63
Ile	4,32	4,51	4,12
Leu	7,64	7,79	8,11
Tyr	3,74	4,66	3,27
Phe	3,97	3,83	3,95
His	3,13	2,55	2,96
Lys	5,35	5,09	5,40
Arg	13,03	13,19	13,94
Σ EAA	46,41	45,75	46,47
Σ NeAA	53,59	54,25	53,53

Tablica 5. Zasićene FA u 100 g masti (F) i u 1 kg sjemena (S) za istraživane sorte

Table 5 Saturated FA in 100 g of fat (F) and in 1 kg of seeds (S) of analysed varieties

	Boregine		Dieta		Dukat	
	g/100g F	g/kg S	g/100g F	g/kg S	g/100g F	g/kg S
C12:0	0,020	0,010	0,010	0,009	0,010	0,005
C14:0	0,160	0,081	0,070	0,060	0,130	0,060
C16:0	5,590	2,817	3,360	2,889	4,280	1,962
C17:0	0,070	0,035	0,060	0,052	0,070	0,032
C18:0	4,500	2,268	1,860	1,599	1,550	0,711
C20:0	0,640	0,322	1,010	0,868	1,590	0,729
C21:0	0,010	0,005	0,010	0,009	0,010	0,005
C22:0	1,480	0,746	3,340	2,871	4,670	2,141
C23:0	0,090	0,045	0,110	0,095	0,200	0,092
C24:0	0,390	0,197	0,920	0,791	0,740	0,339
Σ NaFA	12,950	6,526	10,750	9,242	13,250	6,075

Tablica 6. Sadržaj MUFA u 100 g masti (F) i u 1 kg sjemena (S) pojedinih sorti

Table 6 MUFA content in 100 g of fat (F) and in 1 kg of seeds (S) in the analyzed varieties

	Boregine		Dieta		Dukat	
	g/100g F	g/kg S	g/100g F	g/kg S	g/100g F	g/kg S
C16:1	0,100	0,050	0,360	0,309	0,110	0,050
C18:1n9t	29,270	14,749	45,390	39,022	17,610	8,074
C20:1n9	0,240	0,121	3,000	2,579	1,520	0,697
C22:1n9	0,020	0,010	1,110	0,954	0,800	0,367
Σ MUFA	29,630	14,931	49,860	42,865	20,040	9,188

Tablica 7. Sadržaj PUFA u 100 g masti (F) i u 1 kg sjemenki (S) pojedinih sorti lupine

Table 7 PUFA content in 100 g of fat (F) and in 1 kg of seeds (S) in the analyzed lupine varieties

	Boregine		Dieta		Dukat	
	g/100g F	g/kg S	g/100g F	g/kg S	g/100g F	g/kg S
C18:2n6c 1C18:2n6t	34,090	17,178	11,320	9,732	40,360	18,505
C18:3n6	0,010	0,005	0,000	0,000	0,020	0,009
C18:3n3	3,210	1,618	6,790	5,837	5,110	2,343
C20:2n6	0,030	0,015	0,150	0,129	0,230	0,105
C20:3n6	0,070	0,035	0,120	0,103	0,190	0,087
C20:4n6	0,010	0,005	0,010	0,009	0,000	0,000
C20:3n3	0,010	0,005	0,070	0,060	0,020	0,009
C20:5n3	0,010	0,005	0,010	0,009	0,000	0,000
C22:2n6	0,020	0,010	0,150	0,129	0,220	0,101
C22:6n3	0,030	0,015	0,070	0,060	0,060	0,028
C22:4n6	0,010	0,005	0,010	0,009	0,030	0,014
C22:5n3	0,430	0,217	1,020	0,877	0,830	0,381
Σ PUFA	37,930	19,113	19,720	16,953	47,070	21,582

C18: 1n9c), cis-11-eikozanska (C20: 1N9) i eruka (C22 : 1N9). Iz rezultata navedenih u tablici 6. proizlazi, da su najviše MUFA sadržavale sjemenke sorte Dieta, a znatno manje sorte Boregine i Dukat. Također, u kvalitativnom pogledu najveći udio MUFA sadržan je u ulju sorte Dieta. Najviše zastupljene FA u ulju lupine bile su oleinska/elaidonska (C18: 1n9t + C18: 1n9c), i to u ulju svih triju sorti.

Polinezasićene FA

Od polinezasićenih FA (PUFA) u ulju lupine ustanovljene su linolenska/linolelaidonska (C18: 1C18 2n6c:2n6t), γ -linolenska (C18:3n6), α -linolenska kiselina (C18: 3N3), cis-11, 14-eikozadeinska (C20: 2n6), cis-8,11,14-eikozatrienska

(C20:3n6), arahidonska (C20: 4n6), cis-11,14,17-eikozatrienska (C20:3N3), cis-5,8,11,14,17-EPA (C20:5n3), cis-13,16-dokosadienska (C22:2n6), cis-4,7,10,13,16,19-DHA (C22:6n3), dokosatetraenska (C22:4n6) i DPA (C22: 5n3). Rezultati određivanja pojedinih FA iz grupe PUFA prikazani su u tablici 7. Najveći sadržaj MUFA u sjemenkama lupine zabilježen je kod sorte Dukat, manji kod sorte Boregine a najmanji kod sorte Dieta. Slično tome s kvalitativnog stajališta, ulje sorte Dukat sadržavalo je najveći udio PUFA, nešto manji kod sorte Boregine i znatno manji kod sorte Dieta. Kao što je prikazano u tablici 7, kod svih analiziranih sorti u okviru skupine PUFA najviše su bile zastupljene linolna/linolelaidonska (C18:1C18 2n6c:2n6t) i α -linolenska (C18: 3N3) masna kiselina.

Tablica 8. Sadržaj PUFA iz skupine n-6 FA u 100 g masti (F) i u 1 kg sjemena (S) kod pojedinih sorti

Table 8 PUFA content from group n-6 FA in 100 g of fat (F) and in 1 kg of seeds (S) in the analyzed varieties

	Boregine		Dieta		Dukat	
	g/100g F	g/kg S	g/100g F	g/kg S	g/100g F	g/kg S
C18:2n6c 1C18:2n6t	34,090	17,178	11,320	9,732	40,360	18,505
C18:3n6	0,010	0,005	0,000	0,000	0,020	0,009
C20:2n6	0,030	0,015	0,150	0,129	0,230	0,105
C20:3n6	0,070	0,035	0,120	0,103	0,190	0,087
C20:4n6	0,010	0,005	0,010	0,009	0,000	0,000
C22:2n6	0,020	0,010	0,150	0,129	0,220	0,101
C22:4n6	0,010	0,005	0,010	0,009	0,030	0,014
Σ n-6	34,240	17,254	11,760	10,110	41,050	18,821

Tablica 9. Sadržaj PUFA iz skupine n-3 FA u 100 g masti (F) i u 1 kg sjemena (S) kod pojedinih sorti

Table 9 PUFA content from group n-3 FA in 100 g of fat (F) and in 1 kg of seeds (S) in the analyzed varieties

	Boregine		Dieta		Dukat	
	g/100 F	g/kg S	g/100g F	g/kg S	g/100g F	g/kg S
C18:3n3	3,210	1,618	6,790	5,837	5,110	2,343
C20:3n3	0,010	0,005	0,070	0,060	0,020	0,009
C20:5n3	0,010	0,005	0,010	0,009	0,000	0,000
C22:6n3	0,030	0,015	0,070	0,060	0,060	0,028
C22:5n3	0,430	0,217	1,020	0,877	0,830	0,381
Σ n-3	3,690	1,859	7,960	6,843	6,020	2,760

Tablica 10. Opći pregled o količini i zastupljenosti masnih kiselina u uljima analiziranih sorti lupina

Table 10 General review of the amount and representation of fatty acids in oils of analyzed lupine varieties

	Boregine		Dieta		Dukat	
	g/100g F	g/kg S	g/100g F	g/kg S	g/100g F	g/kg S
Σ NaFA	12,950	6,526	10,750	9,242	13,250	6,075
Σ MUFA	29,630	14,931	49,860	42,865	20,040	9,188
Σ PUFA	37,930	19,113	19,720	16,953	47,070	21,582
Σ n-6	34,240	17,254	11,760	10,110	41,050	18,821
Σ n-3	3,690	1,859	7,960	6,843	6,020	2,760
n-3 : n-6	-	9,28	-	1,48	-	6,82

Omega-6 FA (n-6 FA)

Od polinezasićenih FA Omega-6 FA (n-6) u ulju lupina bile su ustanovljene linolna/ linolelaidonska (C18:1C18 2n6c: 2n6t), γ -linolenska kiselina (C18: 3n6), cis-11,14-eikozadienska (C20: 2n6), cis-8,11,14- eikozatrienska (C20: 3n6), arahidonska

(C20: 4n6), cis-13,16-dokosadienska (C22: 2n6) i dokosatetraenska (C22: 4n6) masna kiselina. Najveći sadržaj n-6 FA u sjemenkama lupine bio je ustanovljen kod sorte Dukat, nešto manji kod sorte Boregine a najmanji kod sorte Dieta (tablica 8).

Omega-3 FA (n-3 FA)

Od polinezasićenih FA grupe n-3 u ulju sjemenki lupine ustanovljene su α -linolenska (C18:3N3), cis-11,14,17-eikozatrienska (C20:3N3), cis-5,8,11,14,17-EPA (C20:5n3), cis-4,7,10,13,16,19-DHA (C22:6n3) i DPA (C22:5n3). Najveći sadržaj n-3 FA u sjemenkama otkriven je kod lupine sorte Dijeta, znatno niži kod lupine sorte Dukat a najniži kod sorte Boregine (Tablica 9). Najveći udio u ulju lupine zauzela je α -linolenska kiselina (C18:3N3), i to kod svih sorti lupine.

Opći pregled FA

U tablici 10 prikazan je sadržaj pojedinih skupina masnih kiselina kod analiziranih sorti sjemena lupine. Iz navedene tablice proizlazi da je ulje lupine u smislu dijetetske vrijednosti vrlo značajno i vrijedno. U pogledu kvalitete pojedinih sorti lupine pronađene su značajne razlike u kvaliteti ulja u svezi sa zastupljenošću pojedinih grupa FA. U okviru pojedinih sorti, s prehrambenog stajališta, kao najkvalitetnije može se smatrati ulje bijele sorte Dieta, u kojoj je pronađen idealan omjer n-3:n-6 = 1:1,48.

ZAKLJUČAK

Iz rezultata kemijskih analiza sjemenki triju sorti lupine (Boregine, bijele Dieta i žute Dukat) može se zaključiti, da čak i kada pripadaju jednom rodu *Lupinus*, a sve su sorte rasle na istoj vrsti zemljišta uz iste klimatske uvjete, postoje značajne razlike među sortama. Nadalje, može se zaključiti da su sjemenke lupine ne samo značajno proteinsko krmivo, već i bitan izvor mnogih esencijalnih aminokiselina, posebno arginina. S kvantitativnog gledišta najviše bjelančevina sadržavala je sorta Dukat, nešto manje sorta Dieta a najmanje sorta Boregine. Iz kvalitativnog stajališta bjelančevine lupine su vrlo slične i u okviru sorti, procijenjeno prema omjeru sadržaja esencijalnih i neesencijalnih aminokiselina. Na temelju dobivenih rezultata analiza, značajna razlika ustanovljena je između pojedinih sorti lupine ne samo u sadržaju ulja u sjemenkama, već i u njegovoj kakvoći, tj. u zastupljenosti masnih kiselina. Upravo prema zastupljenosti masnih kiselina ulje lupine može se ocijeniti kao vrlo kvalitetno. S dijetetskog stanovišta najkvalitetnije je ulje sjemenki sorte Dieta. Uz najveću količinu ulja ova sorta sadrži i

najviše masnih kiselina iz grupe n-3 FA. Hranidbeno vrlo povoljan je i omjer n-3: n 6 = 1: 1,48, koji se sa stajališta prehrambene vrijednosti može smatrati praktički idealan.

LITERATURA

1. Boschini, G., D'Agostina, A., Annicchiarico P., Arnoldi A. (2007): The fatty acid composition of the oil from *Lupinus albus* cv. Luxe as affected by environmental and agricultural factors. *European Food Research and Technology*, 225(5-6): 769-776, 2007.
2. Boschini G., D'Agostina A., Annicchiarico P., Arnoldi A., (2008): Effect of genotype and environment on fatty acid composition of *Lupinus albus* L. seed. *Food Chemistry*, 108: 600-606.
3. Hammershoj, M., Steinfeldt, S. (2005): Effects of blue lupin (*Lupinus angustifolius*) in organic layer diets and supplementation with foraging material on egg production and some egg quality parameters. *Poultry Science* 84[5]: 723-733.
4. Hauksdottir H., Kuptsov N., Joernsgaard B. (2002.): Variation in seed size, seed coat proportion, and protein content in narrow-leaved lupin. *Wild and cultivated lupins from the Tropics to the Poles. Proceedings of the 10th International Lupin Conference, Laugarvatn, Iceland, 19-24 June 2002*, 46-48. 2004.
5. Gdala, J. (1998): Composition, properties, and nutritive value of dietary fibre of legume seeds. *A review Journal of Animal and Feed Sciences*, 7: 131-150.
6. Kang, T. H., Cha, Y. H., Moon, C. S., Ahn, C. N., Lee, S. C. (1989): Studies on the chemical composition and digestible nutrients of Australian lupin seed. *Research Reports of the Rural Development Administration, Livestock*. 31(4): 29-35.
7. Koreleski, J., Rys, R., Kubicz, M. (1987): Seeds of new domestic varieties of lupin, pea and soyabean in diets for table chickens and rats. *Roczniki Naukowe Zootechniki, Monografie i Rozprawy*. (25): 221-244.
8. Lettner, F., Zollitsch, W. (1995): Lupins in broiler feeds. *Forderungsdienst*. 43(9): 285-288.
9. Lopez M. A. R., Macias R. R., Perez S. N. (2006): Chemical-nutritional evaluation of *Lupinus exaltatus* Zucc. from Nevado de Colima, Mexico, as a potential source forage. *Interciencia*, 31(10): 758-761, 2006.
10. Perez-Alba, L. M., Diaz-Arca, J. F., Cejas-Molina, M. A., Perez-Hernandez, M. (1990): Comparison of soyabean meal and lupin seed meal as protein supplements to growing and finishing diets for broiler chickens. *Archivos de Zootecnia*. 39(145): 271-283.

11. Perez-Maldonado, R. A., Mannion, P. F., Farrell, D. J. (1999): Optimum inclusion of field peas, faba beans, chick peas and sweet lupins in poultry diets. I. Chemical composition and layer experiments. *British Poultry Science*, 40: 667-673.
12. Petterson, D. S. (2000): The use of lupins in feeding systems - review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*: 13(6): 861-882.
13. Rodriguez-Macias R., Ruiz-Lopez M. A., Garcia-Lopez P. M., Zamora-Natera F., Ruiz-Moreno J. (2005): Nutritional potential of *Lupinus exaltatus* Zucc. for use as an alternative crop of high protein content. Mexico, where old and new world lupins meet. Proceedings of the 11th International Lupin Conference, Guadalajara, Jalisco, Mexico, 4-9 May 2005, 219-220.
14. Rothmaier, D.A., Kirchgessner, M. (1993): Composition and Nutritive-Value of Various White and Yellow Lupin Varieties (*Lupinus-Album* I and *Lupinus-Luteus* L) for Pigs and Poultry. *Agribiological Research-Zeitschrift fur Agrarbiologie Agrikulturchemie Okologie*, 46: 218-228.
15. Smulikowska, S., Wasilewko, J., Mieczkowska, A. (1995): A note on the chemical composition of the cotyledons and seed coat of three species of sweet lupin. *Journal of Animal and Feed Sciences*: 4(1): 69-76.
16. Steinfeldt, S., Gonzalez, E., Knudsen, K. E. B. (2003): Effects of inclusion with blue lupins (*Lupinus angustifolius*) in broiler diets and enzyme supplementation on production performance, digestibility and dietary AME content. *Animal Feed Science and Technology*, 110: 185-200.
17. Uzun B., Arslan C., Karhan M., Toker C. (2007): Fat and fatty acids of white lupin (*Lupinus albus* L.) in comparison to sesame (*Sesamum indicum* L.). *Food Chemistry*, 102(1): 45-49, 2007.
18. Vetesi, M.; Duplecz, K.; Sandor, G.; Farago, J.; Erdelyi, M. (2004): Nutritive value of sweet white lupin seeds and its effects on the egg production of hens. *Allattenyesztes es Takarmanyozas*: 53(3): 279-290.

SUMMARY

The aim of the research was to compare nutritive value of the seed of three lupine varieties: Boregine (*angustifolium*), Dieta (white) and Dukat (yellow) sown in the fields SZP VFU Brno Novy Jičín. The difference in lupine varieties was characterized mainly by the increase of crude protein (NL) in the dry matter of a seed sample: 331.59 g/kg (Boregine), 391.39 g/kg (Dieta) and 431.00 g/kg (Dukat). The Dieta variety was characterized by high fat content (85.97 g/kg), when compared with the varieties Boregine (50.39 g/kg) and Dukat (45.85 g/kg). The fat content supports the total energy content (BE) which was 19.69 Mj/kg in Boregine, 20.85 Mj/kg in Dieta and 19.96 Mj/kg in Dukat. The variety Dieta had the lowest raw fiber content (106.14 g/kg) when compared to Boregine (160.85 g/kg) and Dukat (166.51 g/kg). The seeds of yellow lupine Dukat had the lowest NET (301.67 g/kg) and starch (56.23 g/kg) content when compared to the seeds of Dieta (370.54 and 83.28 g/kg respectively) and Boregine (415.19 g/kg and 98.65 g/kg respectively). The variety Dukat contained the highest amount of ash (54.97 g/kg, P 9.47g/kg and 3.76 Mg g/kg) with respect to other lupine varieties. The protein quality evaluation based on the representation of amino acids (AA spectrum) in the lupine varieties differed minimally. The difference was only quantitative. Most AA(E AA) was found in Dukat (400.18 g/kg) followed by Dieta (365.50 g/kg) and Boregine (294.49 g/kg). The comparable protein quality in representation percentage in AA from EAA was in Boregine (representation of essential and non-essential amino acids) 46.41% and 53.59%, in Dieta 45.75 and 54.25% and in Dukat 46.47% 53.53%. The greatest difference among varieties was observed in nutritive value of fat and was evaluated according to the representation of fatty acids (FA). The oil of white lupine Dieta showed to be the best containing the highest n-3 FA 7.960 g/100g of oil (6.843 g/kg of seed) when compared to Boregine 3.690 g/100g of oil (1.859 g/kg of seed). In Dieta the best dietary ratio of n-3 FA : n-6 FA was 1 : 1.45 with respect to Dukat 1 : 6.82 or Boregine 1 : 9.28.

Key words: lupine, chemical analysis, amino acids, fatty acids