

ANTINUTRITIVNE MATERIJE U ZRNEVLJU LEGUMINOZA I ZNAČAJ NJIHOVOG INAKTIVIRANJA ILI UKLANJANJA

M. Adamović, D. Zeremski, A. Pavličević, D. Simić

Pregledni znanstveni rad
UDK 636.084/636.087 (497.1) (05)
Primitljeno: 1. 7. 1990.

SAŽETAK

Dat je revijalan prikaz antinutritivnih supstanci što se nalaze u različitom zrnavlju leguminoza. Obraden je negativan uticaj tih supstanci na stepen porasta i efikasnost iskorišćavanja hrane. Posebna pažnja posvećena je osetljivosti različitih vrsta i kategorija domaćih životinja na prisustvo raznih antinutritivnih supstanci. Prezentirani su uobičajeni tehnološki postupci koji se koriste za inaktiviranje ili uklanjanje antinutritivnih supstanci iz hrane. Ukazano je, takode, na značajne mogućnosti koje se mogu postići selekcijom biljaka odabiranjem sorata i/ili kultivara koji ne sadrže ili imaju znatno umanjene količine ovih nepoželjnih kompleksnih supstanci.

Uvod

U ishrani domaćih životinja, a posebno onih visokog genetskog potencijala, danas su veoma interesantna ona hraniva koja su bogata biološki visokovrednim proteinima uz solidnu ili dobru koncentraciju energije. U ovu grupu, u prvom redu, spada zrnavlje jednogodišnjih leguminoza (soja, lupina, grašak, grahorica, bob, sočivo, pasulj i druge), kao i odgovarajući proizvodi na bazi njih. Biološka vrednost proteina ovih hraniva je takva da omogućuje delimičnu, a kod određenih vrsta i kategorija i potpunu supstituciju skupih animalnih izvora proteina, što ova hraniva čini aktuelnim i s ekonomske tačke gledišta.

Većina ovih hraniva, kao i druga hraniva biljnog porekla, sadrže u svojim plodovima ili pak proizvodima na bazi

njih veće ili manje količine nepoželjnih ili antinutritivnih materija koje umanjuju efikasnost njihovog iskorišćavanja. Stoga je poznavanje mogućnosti identifikacije ovih materija i njihovog mogućeg nepovoljnog uticaja na proizvodno-reproduktivne sposobnosti životinja i njihovo zdravlje veoma značajno. U istoj meri veoma je bitno i poznavanje tehnologije njihovog neškodljivog otklanjanja u cilju očuvanja hranljive vrednosti hraniva.

Dr. Milan Adamović – INI »PKB – Agroekonomik«, Padinska Skelela; prof. dr. Damjan Zeremski i prof. dr. Arandel Pavličević – Poljoprivredni fakultet Zemun; dr. Dragoslav Simić – Industrija biljnih ulja i proteina »Uljarica«, Beograd.

Antinutritivne materije u zrnevlju leguminoza i njihovim proizvodima

Antinutritivne materije, u širem smislu reči, u stočnim hranivima prema Chubbu (1982) mogu se podeliti u tri osnovne grupe (tabela 1).

Dejstvo antinutritivnih materija u zrnevlju važnijih legu-

minoza koje se koriste ili se mogu koristiti kao stočna hrana u najvećoj meri se manifestuje putem depresivnog delovanja na varenje ili metaboličko iskorišćavanje proteina.

Pitanje odstranjivanja nepoželjnog uticaja antinutritivnih materija u zrnevlju leguminoza ili njihovim proizvodima aktuelno je već duži niz godina.

Podela antinutritivnih materija u stočnoj hrani prema načinu delovanja (Chubb, 1982) Classification of antinutrients in animal feeds according to modes of action (Chubb, 1982)

Tabela 1 – Table 1

način delovanja antinutritivnih materija Mechanism of antinutrients action	antinutritivna materija Antinutrient
1. depresivno dejstvo na varenje ili metaboličko iskorišćavanje proteina Depressing effect on digestion or metabolic utilization of protein	– inhibitori proteaza – hemaglutinini (lektini) – saponini – polifenolna jedinjenja – Protease inhibitors – Haemagglutininis (lectins) – Saponins – Polyphenolic compounds
2. smanjenje svarljivosti ili ometanje iskorišćavanja mineralnih materija (pojedinih elemenata) Reduction of digestibility or interfering with utilization of minerals	– fitinska kiselina – oksalna kiselina – glukozinolati – gosipol – Phytic acid – Oxalic acid – Glucosinolates – Gossipol
3. inaktiviranje ili povećanje potreba u pojedinim vitaminima Inactivation or increased requirement for certain vitamins	– antivitamini vitamina A, D, E i K – antitiamin, nikotinska kiselina, piridoksin i cijanokobalamin – Antivitamins A, D E and K – Antithiamine, nicotinic acid, pyridoxine, and cyanocobalamin

Još 1917. godine Osborn i Mendel citat Polanovskog i drugih (1974) su primetili da čak i kratkotrajna ishrana mladih pacova zrnevljem sirove soje nepovoljno utiče na njihov rast. Nasuprot tome, davanje životinjama pečenog zrna soje nije imalo nepovoljne efekte. Od tada pa do danas veoma veliki broj istraživača, kao npr. Colvin (1968 i 1969), Ramsey i Willard (1975), Nitsanova (1965), Nitsanova i drugi (1971), Gorrill i drugi (1969), Garlieh (1988), Matrai (1989), Bekrić i Božovićeva (1979), Božovićeva (1990), Simić (1985), te niz drugih, ukazalo je da sirovo zrno soje ili njeni

proizvodi sadrže određene nepoželjne materije koje svojim delovanjem umanjuju efekte iskorišćavanja hranljivih materija. Osnovna karakteristika do sada identifikovanih antinutritivnih materija u zrnu, ili proizvodima leguminoza, jeste da ne reaguju podjednako na toplotni tretman. Njihovo unošenje putem hrane u organizam životinja prouzrokuje različite neželjene fiziološke efekte, odnosno posledice. Pri tome neželjeni fiziološki efekti i posledice imaju veoma raznolik intenzitet kod različitih vrsta i kategorija životinja (tabela 2).

Antinutritivne materije u sirovom zrnu soje (Matrai, 1989)
Antinutrients in raw soybean (Matrai, 1989)

Tabela 2 – Table 2

antinutritivne materije Antinutrient	hemijska priroda Chemical nature	osetljivost na toplotu Heat tolerance	fiziološki efekti Physiological effects
inhibitori proteaza Protease inhibitors	polimer Polymer	srednja Middle	pospešuje lučenje enzima pankreasa i njegovu hipertrofiju Stimulated pancreatic enzyme excretion and pancreas hypertrophy
hemaglutinini Haemagglutinins	oligopeptidi Oligopeptide	srednja Middle	vezuje se za resorptivnu površinu crevnog epitela Bound to resorptive surface of intestinal epithel
lipooksidaza Lipoxidase	peptid Peptide	visoka High	deluje kao katalizator oksidacije masti i formiranja peroksida Catalysing effect in fat oxidation and peroxide formation
alergeni Allergens	proteini Protein	visoka High	predispozicioni faktor za enteritis Predisposing factor for enteritis
rahitogeni Rechitogens	proteini Protein	visoka High	konkurentno aktivan vitaminu D ₃ samo u živine Antagonistically active to vitamin D ₃ only to in poultry
goitrogeni Goitrogens		visoka High	sprečava sintezu tirozina Interferes with thyrosine synthesis
fitati Phytates	uglikovodonik Carbohydrogen	mala Low	blokiranje apsorpcije kalcijuma i cinka Blocked absorption of calcium and zinc
saponini Saponins	glikozidi Glycosides	mala Low	neodređeni Nonspecific
ureaza Urease	oligopeptid Oligopeptides	srednja Middle	indikator je termičke obrade Indicator of heat treatment

Tripsin inhibitor

Po sastavu je supstanca proteinske prirode. Prisutan je kako u zrnu, tako i u drugim leguminozama. Svojim prisustvom u digestivnom traktu životinja inhibira aktivnost proteolitičkih enzima. Postoje dve vrste tripsin inhibitora: Kunitz i Bowman-Birk inhibitor. Kunitz inhibitor inhibira dejstvo tripsina, a Bowman-Birk inhibitor dejstvo himotripsina. Ove dve vrste inhibitora razlikuju se po osetljivosti na termički tretman i kiselu sredinu, kao i po molekularnoj masi i broju bisulfitnih veza.

Postoje dokazi da prisustvo tripsin inhibitora u digestivnom traktu pilića prouzrokuje hipertrofiju pankreasa, uz povećano lučenje enzima (tabela 3).

Pri tome, ova pojava je po tvrđenju Nitsanove i Alumota (1965), (citat Polanovskog, 1974) izražena u mladim pilića uzrasta 2 – 3 sedmice (tabela 4). Prema rezultatima Gorriilla i Thomasa (1967) i Kakade i drugih (1976) prisustvo sirovog zrna soje u obrocima svinja i teladi nije izazvalo hipertrofiju pankreasa. Rezultati ovakvih i sličnih istraživanja ukazuju da različite vrste i kategorije životinja ne reaguju podjednako na prisustvo tripsin inhibitora. Svakako da pri tome jače reaguju mlađe životinje s nedovoljno razvijenim obrambenim mehanizmom.

Veličina pankreasa i reagovanje pankreasa na inhibitor tripsina sirove soje
(Liener i Kakade, 1980; cit. prema Chubbu, 1982)
Pancreas size and pancreas response to raw soybean trypsin inhibitor
(Liener and Kakade, 1980; quoted after Chubb, 1982)

Tabela 3 – Table 3

vrsta Species	veličina pankreasa (% telesne mase) Pancreas size (% of body weight)	hipertrofija pankreasa Pancreatic hypertrophy
miš / Mouse	0,6 – 0,8	+
pacov / Rat	0,5 – 0,6	+
pile / Chick	0,4 – 0,6	+
zamorac / Guinea pig	0,29	+ (samo mladi zamorac / young guinea pigs only)
svinja / Pig	0,1 – 0,12	–
tele / Calf	0,06 – 0,08	–

Hemaglutinini (lektini)

Hemaglutinini su po prirodi oligopeptidi i prisutni su kako u zrnelju soje, tako i u grašku, grahorici, pasulju, ricinusu i izvesnom broju drugih biljaka. Poznato je da hemaglutinini uneseni putem hrane u organizam životinja prouzrokuju aglutinaciju crvenih krvnih zrnaca. Jaff (1980), cit. prema Mitiću i drugima (1987), kao i Čuperlovićeva (1982) smatraju da se hemaglutinini vezuju za ćelije koje oblažu zid creva izazivajući pri tome nespecifične reakcije s produktima varenja hranljivih materija, a posebno proteina. Na taj način hemaglutinini, svojim prisustvom u organizmu životinja, prouzrokuju smanjenje efikasnosti korišćenja azota usled njegove povećane ekskrecije putem urina i fecesa. Tako dolazi do zastoja u porastu životinja, a u težim slučajevima do iscrpljenja organizma, pa i uginuća.

Lipooksidoza

Lipooksidoza je po hemijskoj prirodi peptid i ima funkciju enzima koji pospešuje oksidaciju lipida.

Alergeni

Alergeni (faktori) su supstance proteinske prirode. Prema istraživanjima Barratta i drugih (1978), Barratta i Portera (1979), Sissons i Smitha (1976), Sissons i drugih (1982) i dr. proizilazi da proizvodi na bazi nedovoljno termički obrađenog zrna soje sadrže određene alergene materije. Ove materije izazivaju kod dece i mladih životinja, prvih nedelja života, imunološke reakcije (antigen-antitelo). U izvesnim slučajevima dolazi do pojava morfoloških, pa i patohistoloških promena (lezija) na resicama tankih creva, usled čega, prema istim autorima, alergene materije mogu da prouzrokuju inhibiciju pražnjenja sirišta i povećanja protoka sadržaja kroz tanka creva teladi i jagnjadi.

Uticaj ishrane obrokom* sa različitim nivoom zastupljene antitripsin aktivnosti na piliće (0 – 21 dan) (Chubb, 1982)
Effect of feeding rations containing different levels of antitrypsin activity to chickens (0 – 21 days) (Chubb, 1982)

Tabela 4 – Table 4

obrok Ration	antitripsin u obroku (mg/100 g) Antitrypsin in ration (mg/100 g)	prirast telesne mase (g) Body weight gain (g)	efikasnost konverzije hrane Feed conversion efficiency	masa pankreasa (g/100 g telesne mase) Pancreas weight (g/100 g of body weight)
kontrola / Control	0	456	0,672	0,407
sirova soja / Raw soya	420,0	335	0,578	0,735
zagrevana soja Heated soya	45,0	417	0,635	0,442
zagrevana soja Heated soya	8,25	452	0,663	0,401
zagrevana soja Heated soya	2,25	455	0,679	0,428
zagrevana soja Heated soya	0,38	463	0,666	0,374
standardna greška ± SE ±		6,4	0,009	0,028
LSD (P ≤ 0,05)		19,3	0,027	0,086

* U svakom obroku bilo je po 15% mlevenog zrna soje prethodno podvrgnuto različitom (kontrolisanom) termičkom tretmanu.

* Each ration contained 15% of ground whole soyabean subjected to different controlled heat treatment.

Antivitamini

U sirovom zrnu soje, kao i zrnevlju drugih leguminoza, utvrđeno je da postoje antivitamini vitamina A, D, E, K i B₁₂. Sirova soja sadrži enzim lipooksidazu, koji može da oksidiše i razloži karotin i na taj način direktno doprinese smanjenju nivoa vitamina A i karotina u krvnoj plazmi. Istovremeno, određena frakcija proteina iz sirove soje može da izazove rahitis u čuraka. Uticaj ove materije je izraženiji kod pilića, čurića i prasadi. Nepoželjan uticaj antivitamina D može se delimično umanjiti povećanjem količine vitamina D u obrocima životinja.

Sirovo zrno soje sadrži i termolabilnu supstancu, čije prisustvo u hrani dovodi do povećanja potreba u vitaminu B₁₂ u pacova. Uzročni agens ove pojave nije izolovan, niti identifikovan.

U sirovom pasulju može se identifikovati antivitamin E. Nepoželjan uticaj ovog antivitamina manifestuje se distrofijom mišića mladih životinja.

Semenke kokotca sadrže gorki glikozid kumarin. Ovaj glikozid posle košenja biljaka prelazi u dikumarin. Dikumarin deluje antagonistički filokinonu (vitaminu K) i na taj način ometa sintezu protrombina u jetri. Unet putem hrane u organizam životinja dikumarin izaziva krvavljenje, anemiju i paralizu telesne muskulature. Novije sorte i kultivari ove leguminoze sadrže neznatne količine kumarina ili ih uopšte nemaju.

Goitrogeni

Prisustvo ovih materija u organizmu životinja utiče na smanjenje funkcije tiroidee. Prema navodima T o o k e y a i drugih (1980), citat prema M i t i ć u i drugima (1987), one deluju na taj način što prouzrokuju smanjenje inkorporacije joda u prekursore tirotoksina i inhibicije njegovog lučenja.

Pored toga, ove materije utiču na pojavu hipertrofije tiroidee, jetre i bubrega, što je praćeno smanjenjem intenziteta porasta. Ove pojave uglavnom su izražene kod mladih životinja, u prvom redu pilića i prasadi.

Fitati

U zrnevlju i proizvodima na bazi soje prisutna je fitinska kiselina. Radikali fosforne kiseline sa jonima pojedinih metala stvaraju određene vrste soli sa kalcijumom, gvoždem, magnezijumom, cinkom i bakrom.

Ovakva kompleksna jedinjenja prema N i k o l i ć e v o j i drugima (1986) veoma su nerastvorljiva, što umanjuje efikasnost iskorišćavanja fosfora u obroku. Stoga, i pored određene aktivnosti fitaze i mikroorganizama koji hidrolizuju fitinsku kiselinu u tankim crevima, njeno veće prisustvo u obrocima nepreživara deluje veoma depresivno na mogućnost apsorpcije kalcijuma. Nasuprot tome, mogućnost iskorišćavanja fitinske kiseline kod preživara nešto je povoljnija. Kod njih se fitinska kiselina hidrolizuje dejstvom mikroflora buraga, što umanjuje problem iskorišćavanja fosfora iz fitata.

Prirast pilića* hranjenih obrocima s 10% brašna od lišća lucerke spremljenog od linija s modifikovanim sadržajem saponina tri različita kultivara
Weight gain per chick* fed by rations containing 10% of alfalfa leaf meal made of strains with modified saponin level from three different cultivars

Tabela 5 – Table 5

kultivar Cultivar	udeo saponina – grupa / Saponin level – group			
	nizak Low	neselekcioniran Unselected	visok High	prosek Average
	grama – grams			
Ladac	450	461	382	431
Lahontan	447	465	426	446
Du Puits	451	381	365	399
prosek / Average	449	436	391	425

* Prirast po piletu u periodu od 25 dana.

* Weight gain per chick during 25-day period.

Saponini

Saponini se u zrnevlju graška, soje, pasulja i drugih leguminoza nalaze uglavnom u neznatnim količinama ili u tragovima. Po hemijskoj prirodi su glikozidi. Osnovna karakteristika glikozida je da imaju tri zajednička svojstva: gorak ukus, pene u vodenom rastvoru i vrše hidrolizu crvenih krvnih zrnaca. Kao produkt hidrolize su saponini, koji mogu biti ili steroidi ili šećeri. Prisustvo steroida u obrocima mladih životinja nepreživara može da ima izvestan depresivan uticaj na njihov porast. Međutim, kod preživara saponini podležu uticaju bakterija, te i nepoželjni efekti u pogledu njihovog depresivnog uticaja na porast mladih životinja izostaju.

S obzirom da se brašno lucerke vrlo često koristi u ishrani kako živine, tako i svinja, treba imati u vidu istraživanja P a d e r s e n a i drugih (1972) o mogućem uticaju saponina lucerke na porast pilića. Ti podaci izneti su u tabeli 5. Istovremeno, oni ukazuju na neophodnost da se za potrebe dehidriranja i proizvodnju brašna lucerke odabiraju one sorte i kultivari koji sadrže male doze saponina.

Flatulenske supstance

Flatulenske supstance su prema navodima S i m i ć a (1985) takođe u manjim tragovima prisutne u sirovom zrnu soje ili odgovarajućim proizvodima od soje. Pri tome, ove supstance ne izazivaju veće neželjene efekte, slične onima koje prouzrokuju inhibitori proteaze. Postoje tvrdnje da flatulenske supstance prouzrokuju nadimanje, koje je posledica bakterijske fermentacije oligosaharida, usled čega se stvaraju gasovi (vodoniksulfid i metan).

Ureaza

Ureaza je po hemijskoj prirodi oligopeptid i ima funkciju enzima koji u organizmu pospešuje hidrolizu karbamida. Stoga, ureaza nema izričito antinutritivno dejstvo. Prema H a y w a r d u (1975) ureaza u preživara koji se hrane obrocima s uključenim karbamidom može nepotrebno da pospeši njegovu intenzivnu hidrolizu, pri čemu se oslobađa i suviše velika količina amonijaka i ugljendioksida. Na taj način dolazi do gubitka azota, odnosno njegovog neracionalnog korišćenja.

Značaj ureaze je u tome što se veoma lako određuje i ujedno služi kao indikator kvaliteta termičke obrade leguminoza.

Alkaloidi

Prisustvo alkaloida u zrnevlju leguminoza je najkarakterističnije za određene sorte lupine.

Seme lupina (bela, žuta i plava) sadrži određene vrste alkaloida, među kojima se najčešće pominju lupin, spartein, lupinin i hidroksilupinin. S t a m a t o v i ć i J o v a n o -

v i ć (1988) navode podatke da su količine alkaloida u gorim lupinama nešto veće (0,7 – 1,8%) nego u slatkim lupinama (0,01 – 0,1%).

Nove sorte lupine, a naročito plave, koja se gaji najviše u Australiji, prema navodima P a v l i ć e v i ć a (1990) gotovo potpuno su oslobođene prisustva alkaloida (svega oko 0,002 – 0,02%), što je znatno niže od dozvoljenih količina.

Alkaloidi lupine deluju nadražajno na nervni sistem životinja, a potom paralično na centralni nervni sistem. Trovanje se ispoljava u akutnom, subakutnom i hroničnom obliku.

Kod akutnog trovanja uginuće može da nastupi za 1 – 3 dana, kod subakutnog za 5 – 10 dana. Kod dugotrajnijeg ili hroničnog trovanja životinja alkaloidima javljaju se cirotične promene na jetri i njena masna degeneracija. Odgovarajuće degenerativne promene mogu se uočiti i na tkivu bubrega. Prisustvo alkaloida može, takođe, da prouzrokuje pojavu zapaljenja želuca i bubrega, oštećenja kože i sluzokože usta i nosa.

Cijanovodična kiselina

Cijanovodična kiselina kao glukozid prisutna je i kod leguminoza uglavnom u grahorici, grašku i pasulju. Ova kiselina se u organizmu veoma lako apsorbuje. Jedan deo se izbacuje putem pluća, a veći deo se razloži u jetri i prelazi u tiocijanat. Veća količina cijanida može da izazove anoksiju centralnog nervnog sistema inaktiviranjem cithrom oksidaznog sistema, što može dovesti i do veoma brzog uginuća životinja.

Linamarin

Ovaj glukozid može se sresti i pod nazivom fazeolunatin, a prisutan je u nekim vrstama pasulja. Ishrana ljudi i životinja takvim vrstama termički netretiranog pasulja može da izazove određene patološke promene.

Ishrana pasuljem koji sadrži cijanogene glukozide moguća je samo u slučaju kada se pod uticajem temperature glukozid razori, a cijanovodična kiselina odstrani.

Značaj kontrole uticaja tretmana na stepen inaktiviranja ili odstranjenja antinutritivnih supstanci i efikasnog iskorišćavanja hrane

Odgovarajućim termičkim tretmanom većina nepoželjnih materija se delimično ili potpuno inaktivira. Poznato je, međutim, da svaki temperaturni tretman hraniva izaziva u određenoj meri denaturaciju proteina. Prema rezultatima Hudsona i drugih (1970), Bekrića i Božovićeve (1979), S i m i ć a (1985) i drugih kao rezultat termičke obrade dolazi do smanjenja rastvorljivosti denaturisanih proteina u vodi. Prema citiranim autorima svarljivost se smanjuje sa 80 – 85 na 9 – 15%. Usled slabije rastvorljivo-

sti proteina smanjuje se ukupna površina na koju deluju enzimi varenja, što doprinosi njegovoj slabijoj svarljivosti. Ovaj problem je posebno prisutan kod nepreživara i mladih životinja.

Usled neodgovarajućeg temperaturnog tretmana nastaju i takve hemijske promene u sklopu kojih pojedine amino grupe baznih aminokiselina (lizina, triptofana, arginina, histidina i drugih) stupaju u reakciju s aldehidnim grupama lakoredukujućih šećera, kao što su glukoza i laktoza (tzv. Maillardova reakcija). Kao rezultat takvih reakcija nastaju teže rastvorljiva jedinjenja, kao što su laktoza-lizin, galaktoza-fruktoza-lizin, čime se u značajnoj meri umanjuje efikasnost iskorišćavanja lizina i drugih aminokiselina. Robert (1971) navodi podatke da se efikasnost iskorišćavanja lizina pri tome smanjuje za 30 – 40%. Maksakov i Filatova (1983) su utvrdili da izlaganjem hraniva suviše visokim temperaturama dolazi do vezivanja azota s ligninom i stvaranja tzv. »oštećenih« proteina, što se negativno odražava na efikasnost njihovog iskorišćavanja.

Utvrđivanjem optimalne temperature obrade zrna soje bavio se veći broj istraživača. Tako npr. Plegge i drugi (1982) su utvrđivali optimalnu temperaturu obrade brašna soje u rasponu od 102 do 185°C. Najbolja prividna svarljivost azota (68,2%) utvrđena je u ovnova koji su dobijali brašno soje izlagano temperaturi od 144°C. S porastom temperature obrade sa 159 na 185°C svarljivost azota je opala na 67,9, odnosno 49,9%. Sličan trend promena utvrđen je i za retenciju i apsorpciju azota. Abdelgadir i drugi (1984) su izlagali soju temperaturama od 138, 171 i 191°C i pri tome utvrdili sličnu retenciju azota u teladi koja je dobijala soju obrađenu na temperaturama od 138 i 171°C. Pri tome je retencija azota bila nešto povoljnija pri višoj temperaturi, ali u oba slučaja znatno bolja u odnosu na sirovu soju.

Natemeyer i drugi (1982) su izlagali brašno soje temperaturi od 79 – 118°C u trajanju od 30 minuta, a u drugom slučaju temperaturi od 177°C u trajanju od 10 sekundi i pri tome utvrdili da je rastvorljivost i svarljivost proteina bila niža pri višoj temperaturi. Simić (1985) tvrdi da se podjednak efekat inaktivacije inhibitora tripsina može postići pri izlaganju zrna soje temperaturi od 70°C u trajanju 60 minuta kao i pri temperaturi od 100°C u trajanju od 15 minuta. Međutim, u prvom slučaju indeks rastvorljivosti proteina iznosio je 18, a u drugom 13.

Najnovija, pak, saznanja u oblasti ishrane preživara prema Zimmu i drugima (1981), Sternu i drugima (1985), Titgameru i drugima (1988), Vossu i drugima (1989), Pleggu i drugima (1985) upućuju na potrebu normiranja dnevnih potreba za visokoproizvodna grla i u proteinima koji su teže razgradivi na nivou retikolorumena. Jedan od postupaka protektiranja ili zaštite proteina od dejstva enzima u području retikolorumena je, pored ostalih, i odgovarajući termički tretman.

Danas se u praksi, najčešće, kao indikator kvaliteta termičkog tretmana leguminoza koristi test ureaze, s obzirom da je jednostavan i efikasan.

Očigledno je da je smanjenje aktivnosti tripsin inhibitora u proteinu soje približno proporcionalno smanjenju indeksa ureaze (tabela 6). Tako npr. Garlich (1989) tvrdi da između količine ureaze i tripsin inhibitora postoji veoma visoka i pozitivna korelacija ($r = 0,81$).

Postupci termičke obrade sirovog zrna soje, a i drugog zrnelja leguminoza, danas su dobro poznati i više puta su opisivani (prženje, kuvanje, autoklaviranje, ekstrudiranje, mikroniziranje i drugi).

Međutim, i pored toga, ostaje činjenica da je problem uklanjanja nepoželjnih materija dosta složen i težak posao. U sklopu toga najvažniji tehnološki parametri su temperaturni režim, vreme izlaganja toplotnom tretmanu i vlaga. Svakako da pri tome treba poznavati i specifičnost pojedinih kultura, pa i sorata, kao i zahteve određenih vrsta i kategorija životinja za koje je dotična hrana namenjena.

Zaključak

Prisustvo antinutritivnih supstanci u različitim hranivima, posebno leguminozama, danas je opšte poznata činjenica. Njihova zastupljenost u obroku može u značajnoj meri da utiče na normalnu proizvodnost i zdravlje domaćih životinja. U najvećem broju slučajeva antinutritivne supstance negativno utiču na brzinu porasta i efikasnost iskorišćavanja hrane. Najosetljivije su mlade životinje i nepreživari uopšte, a zatim i podmladak preživara u prvim danima i nedeljama života.

Kretanje ureaze i tripsin inhibitora u sojinoj sačmi (Vandergrift i drugi, 1983) Level of urease and trypsin inhibitor in soybean oil meals (Vandegrift et al., 1983)

Tabela 6 – Table 6

pokazatelj Item	sirova soja Raw soya	termički obrađena sojina sačma Heat treated soybean oil meal				
ureaza, pH jedinica / Urease, pH units	2,02	0,48	0,19	0,13	0,08	0,05
tripsin inhibitor, mg/g uzorka Trypsin inhibitor, mg/g of sample	31,10	6,20	4,30	3,20	2,00	1,40

Ukoliko se ovakva hraniva konzumiraju u većem obimu i kroz duže vreme mogu izazvati i brojne patološke promene, a neretko i smrt životinja. Tehnologija inaktiviranja ili izdvajanja antinutritivnih supstanci stalno napreduje, pri čemu termička obrada ima određeni primat. Istovremeno, čine se i značajni napor u selekciji takvih sorata i kultivara pojedinih biljaka koji uopšte ne sadrže antinutritivne supstance ili ih poseduju u znatno manjim ili čak zanemarljivim količinama.

Literatura

1. **Adamović, M., Zeremski, D.:** Soja i proizvodi njene prerade u ishrani teladi. Savetovanje, Poslovna zajednica industrije stočne hrane, Herceg Novi, 1988.
2. **Abdelgadir, I. E. O., Morrill, J. L., Stutts, M. B., Morrill, M. B., Johnson, D. E., Behnke, K. A. (1984):** Effect of processing temperature of utilization of whole soybeans by calves. *J. Dairy Sci.* 67, 2554-2559.
3. **Barratt, M. E. J., Porter, P. (1979):** Immunoglobulin classes implicated in intestinal disturbances of calves associated with soya protein antigens. *J. Immun.* 123, 676-680.
4. **Barratt, M. E. J., Strachan, J. Patricia, Porter, P. (1978):** Antibody mechanisms implicated in digestive disturbances following ingestion of soya protein in calves and piglets. *Clinic. exp. immunology* 31, 305-312.
5. **Bekrić, V., Božović, Irina (1979):** Neke hemijske i tehnološke karakteristike kvaliteta sojinog brašna dobivenog postupkom mikronizacije. *Arhiv za poljop. nauke* 120, 147-156.
6. **Božović, Irina:** Aktivnost tripsin inhibitora i hemaglutinina u sirovom i mikroniziranom sojinom zrnu. *Zbornik radova, III. savetovanje iz tehnologije stočne hrane, Divčibare, 1990.*
7. **Bushman, D. H., Collado, C. M. (1990):** Situacija na sektoru soje. Publikacija, American Soybean Association.
8. **Chubb, L. G.:** Anti-nutritive factors in animal feedstuffs. In: *Recent advances in animal nutrition.* Butterworths, London, 1982.
9. **Colvin, B. M., Ramsey, H. A. (1969):** Soy flour in milk replacers for young calves. *J. Dairy Sci.* 51, 898-904.
10. **Colvin, B. M., Ramsey, H. A. (1969):** Growth of young calves and rats fed soy flour treated with acid or alkali. *J. Dairy Sci.* 52, 270-272.
11. **Čuperlović, Margita:** Inhibitorne i aglutinirajuće materije u hranivima za svinje. V. seminar Inovacije u stočarstvu, p. 116-125. Poljoprivredni fakultet, Beograd – Zemun, 1982.
12. **Garlich, J. D.:** Amino acid availabilities and their relationship to processing, urease index and trypsin inhibitors. *Animal nutrition research highlights.* American Soybean Association, 1988.
13. **Garlich, J. D. (1989):** Situacija na sektoru soje. Publikacija, American Soybean Association, 1989.
14. **Gorrill, A. D. L., Thomas, J. W. (1967):** Body weight changes, pancreas size and enzyme activity and proteolytic enzyme activity protein digestion in intestinal contents from calves fed soybean fed and milk protein diets. *Nutrition* 92, 86.
15. **Gorrill, A. D. L., Nicholson, J. W. G. (1969):** Growth, digestibility and nitrogen retention by calves fed milk replacers containing milk and soybean proteins supplemented with methionine. *Can. J. Anim. Sci.* 49, 315-321.
16. **Hayward, J. W. (1975):** Procession processing soybean meal. *Feedstuffs* 47, 62-64.
17. **Hudson, L. W., Flimp, H. A., Little, C. O., Woolfolk, P. G. (1970):** Ruminant and post-ruminal nitrogen utilization by lambs fed heated soybean meal. *J. Anim. Sci.* 30, 609-613.
18. **Kakade, M. L., Thompson, R. D., Engelstad, W. E., Behrens, G. C., Yoder, R. D., Crane, F. M. (1976):** Failure of soybean thypsin inhibitor to exert deleterious effects in calves. *J. Dairy Sci.* 59, 8, 1484-1489.
19. **Matrai, T.:** Proizvodnja i upotreba punomasne soje u ishrani životinja. (Prevod) Herceghalom, 1989.
20. **Maksakov, V. J., Filatov, S. I. (1983):** Vlijanje temperaturi i drugih vozdejtstvij na kačestvo proteina kormov. *Vjesnik seljskohozjajstvennoj nauki* 11, 95-98.
21. **Mitić, A. N., Ferčej, J., Zeremski, D., Lazarević, Lj.:** Govedarstvo, VII Ishrana goveda i proizvodnja mleka. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1987.
22. **Netemeyer, D. T., Bush, L. J., Ward, J. W., Japri, S. A. (1982):** Effect of heating soybean meal for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 65, 235-241.
23. **Nikolić, Ana, Čuperlović, Margita, Hristić, V., Milošević, Zdenka, Krsmanović, Jovanka (1985):** Prilog poznavanja proizvoda od soje. *Hrana i ishrana* 9-12, 213-215.
24. **Nitsan, Zafrira (1965):** The effect of heating soybean meal on the apparent digestibility and methabolism of protein, methionine and lysine by cockerels. *Poult. Sci.* 44, 4, 1036-1052.
25. **Nitsan, Zafrira, Volcani, R., Gordin, S., Hasdai, A. (1971):** Growth and nutrient utilization by calves fed milk replacers containing milk or soybean concentrate toasted to various degrees. *J. Dairy Sci.* 54, 1294-1299.
26. **Pavličević, A. (1990):** *Sastav, hranljiva vrednost i mogućnost korišćenja lupine u ishrani domaćih životinja. IX. seminar Inovacije u stočarstvu. Poljoprivredni fakultet Zemun – Beograd.*
27. **Pedersen, M. W., Anderson, J. O., Street, J. C., Li Chun Wang, Baker, R. (1972):** Growth response of chicks and rats fed alfalfa with saponin content modified by selection. *Poult. Sci.* 51, 458-463.
28. **Plegge, S. D., Berger, L. L., Fahey, G. C. (1982):** Effect of roasting on utilization of soybean meal by ruminants. *J. Anim. Sci.* 55, 395-401.
29. **Polanowski, A., Szopa, J., Pawlik, J. (1974):** Wpływ inhibitora proteaz i innych czynników roślinnych na rozwój zwierząt. *Zeszyty naukowe* 8, 156-181.
30. **Ramsey, H. A., Willard, T. R. (1975):** Soy protein for milk replacers. *J. Dairy Sci.* 58, 436-441.
31. **Robert, J. C.:** *Supplementation on acides amines des aliments d'allaitement. Proceedings international milk replacer simposium, 149-162, Zürich, 1971.*
32. **Simić, D. (1985):** *Proteini soje i njihovo industrijsko dobijanje. Magistarski rad, Nauka u praksi* 1, 3-22.
33. **Sissons, J. W., Smith, R. H. (1976):** The effect of different diets including those containing soyabean products on digesta movement and water and nitrogen absorption in the small intestine of the pre-ruminant calf. *Brit. J. Nutr.* 36, 421-437.
34. **Sissons, J. W., Smith, R. H., Hewitt, D., Hyrup, A. (1982):** Prediction of the suitability of soybean products feeding to preruminant calves by in-vitro immunochemical method. *Brit. J. Nutr.* 47, 311-318.
35. **Stamatović, M. S., Jovanović, J. M.:** *Bolesti papkara i bolesti goveda. Veterinarski fakultet, Beograd, 1988.*
36. **Stern, M. D. (1984):** Effect of lignosulfonate on rumen microbial degradation of soyabean meal protein in continuous culture. *Can. J. Anim. Sci.* 64, 27-28.
37. **Titgemeyer, E. C., Merchean, N. R., Berger, L. L. (1989):** Evaluation of soybean meal, corn gluten meal, blood meal and fish meal as sources of nitrogen and amino acids disappearing from the small intestine of steers. *J. Anim. Sci.* 67, 262-275.
38. **Vandergrift, W. L. (1983):** Digestibility of nutrients in raw and heated soyflour for pigs. *J. Anim. Sci.* 57, 1215-1224.
39. **Voss, V. L., Stehr, D., Satter, L. D., Braderick, G. A. (1988):** Feeding lactating dairy cows proteins resistant to ruminal degradation. *J. Dairy Sci.* 71, 2428-2439.
40. **Zinn, R. A., Bull, L. S., Hemker, R. W. (1981):** Degradation of supplemental proteins in the rumen. *J. Anim. Sci.* 52, 857-866.

ANTINUTRIENTS IN LEGUME SEEDS AND EFFECT OF THEIR INACTIVATION OR REMOVAL

SUMMARY

A survey of antinutrients present in various kinds of legume seeds is shown. Negative effect of these substances on the rate of weight gain and the efficiency of feed utilization is analyzed. Special attention is paid to the sensitivity of different species and categories of domestic animals to the presence of various antinutrients. Conventional technological procedures for inactivation or removal of antinutrients from animal feed are described. Finally, significant potentials are shown that can be achieved by careful selection of sorts and/or varieties containing low levels or none at all of those undesirable complex substances.