

## ULOGA ANTINUTRITIVNIH ČIMBENIKA U PERADARSKOJ PROIZVODNJI THE ROLE OF ANTINUTRITIONAL FACTORS IN POULTRY PRODUCTION

Dorota Jamroz

Pregledno znanstveni članak  
UDK:636.5.:636.085.19.  
Primljeno: 10 lipanj 2000.

### SAŽETAK

Kemijski spojevi koji ulaze u sadržaj površinskih, strukturnih obrambenih tkiva biljaka predstavljaju za životinje skupinu spojeva koji smanjuju probavljivost i dostupnost hranjivih sastojaka neophodnih za život i proizvodnju. Mogu djelovati imunosupresivno, negativno na epitel stijenke probavnog trakta i sekreciju enzima te narušavati mikrobiološku ravnotežu unutar probavnog trakta. Antinutritivni sastojci biljaka mogu izazvati subtoksične ili toksične reakcije kod životinja. Njihovo polje djelovanja zavisi od vrste krmiva, koncentracije antiproteolitičkih čimbenika, lektina, tanina, glukozinolata, glukozida, alkaloida, alergoidnih bjelančevina, od vrste i dobi životinja, a također i od razine hidrotehničkih postupaka primjenjivanih u proizvodnom ciklusu sirovina i gotovih krmnih smjesa.

Ključne riječi: perad, antinutritivni čimbenici

### UVOD

Krmne smjese za perad proizvode se iz širokog asortimana prirodnih ili prerađenih biljnih krmiva, podjednako energetskih i bjelančevinastih, komponenta životinjskog podrijetla, mineralnih i vitaminskih sastojaka te specijalnih dodataka. Hranidbenu vrijednost prirodnih krmiva uvjetuje ne samo koncentracija energije, ukupnih bjelančevina, aminokiselina i drugih hranidbenih sastojaka, već i prisutnost tvari koje su sastavni dio obrambenog sustava zelenih biljaka ili sjemenki od štetnog djelovanja okoliša. Te tvari osiguravaju opstanak biljne vrste.

Kemijski spojevi, koji ulaze u sastav površinskih, strukturnih i obrambenih biljnih tkiva predstavljaju za životinje skupinu spojeva koji smanjuju probavljivost i dostupnost hranjivih sastojaka neophodnih za život i proizvodnju. Mogu djelovati imunosupresivno negativno na epitel stijenke probavnog trakta i sekreciju

enzima te narušavati mikrobiološku ravnotežu unutar probavnog trakta. Antinutritivni sastojci biljaka mogu izazvati subtoksične ili toksične reakcije kod životinja. Njihovo polje djelovanja zavisi od vrste krmiva, koncentracije antiproteolitičkih čimbenika, lektina, tanina, glukozinolata, glukozida, alkaloida, alergoidnih bjelančevina, od vrste i dobi životinja, a također i od razine hidrotermičkih postupaka primjenjivanih u proizvodnom ciklusu sirovina i gotovih krmnih smjesa.

Budući da štetno djeluju na organizam životinja sastojci krmiva u hranidbenoj nomenklaturi nazivaju se antinutritivne tvari nepoželjne protivprehrambene, antikrmne tvari, antimetaboliti. Djelokrug djelovanja i koncentracije tih sastojaka krmiva vrlo je različit, zavisi, naime, od vrste krmne biljke, vegetativnog razdoblja, klimatskih uvjeta za vrijeme

Prof. dr. sci. hab. Dorota Jamroz, Katedra hranidbe životinja i poznavanja krmiva, Poljoprivredna akademija Wrocław, Poljska.

rasta ili žetve biljaka, od njihove podvrste, načina i vremena skladištenja, higijene skladišta i mnogo drugih čimbenika. Dopuštenu količinu najštetnijih tvari u krmivu propisuju zakonske norme pravilnika o kakvoći stočne hrane mnogih europskih zemalja.

## NEŠKROBNI POLISAHARIDI

Žitarice koje predstavljaju 60-70% mase krmnih smjesa za perad, sadrže ne samo veliku količinu škroba - glavnog izvora energije kod peradi, ali

Tablica 1. Važne antinutritivne tvari koje se pojavljuju u sirovinama a upotrebljavaju u proizvodnji krmnih smjesa  
Table 1. Important antinutritional substances appearing in raw materials used in feed mixtures production

Štetne tvari - Harmful substances	Sadržaj u sastavnim djelovima - Content in components
Non-starch polysaccharides - Neškrobni polisaharidi	
- $\beta$ - glucan	zrnje (ječam, zob, raž, pšenica) grains barley, oats, rye, wheat)
- arabinoxylans	zrnje (raž, pšenica) - grains (rye, wheat)
- $\beta$ - galactans	leguminoze - legumes
Himotripsini, tripsini, proteaze i amilaze inhibirajuće supstance - Chymotrypsin, trypsin, proteases and amylase inhibiting substances	raž, tritcale, ječam, soja, grašak, grah - rye, tritcale, barley, soya, peas, field bean
Alkaloids	vučika - lupines
Steroidni alkaloidi, glikoalkaloidi - solanin Steroidic alkaloids, glicoalkaloid - solanine	krumpir - potatoes
Cyanogenic glycosides	
- linamarine	lan - linum (flax)
- durrine	sirak - sorghum
- vinicianine	grahorica - vetch spp
Cumarin glycosides	melilot spp., trava - grass
Saponins	suhe leguminoze - dried leguminosae
Glucosinolates	repica, tapioka - rapeseed, tapioca
Sinapine	repica, gorušica - rapeseeds, mustard
Erucic acid	repica, gorušica - rapeseeds, mustard
Lectins (haemagglutinins - proteins)	sjemenke mahunarki - leguminous seeds
Antigenic proteins	Soya
Polyphenols	
- alkiloresorcinols	raž, tritikale, pšenica - rye, tritcale, wheat
- tannins	sirak, grašak, bob, repica, suncokret - sorghum, peas, horse bean, rapeseed, sunflower
- gossypol	pamuk - cotton
Phytates	žitarice, sjemenke mahunarki, repica - grains, leguminous seeds, rapeseed
Nitrosoamini, biogeni amini, kompleksi nepr. am. kis. Nitrosoamines, biogenic amines, indigested amino acid complexed	obroci životinjskog podrijetla - riblje, zeleno i krvno brašno animal origin meals - fish meals, green meal, blood meal
Toxic elements (As, Cd, F, Pb, Hg)	sva hrana, uglavnom rudarski proizvodi, industrijski prerađena hrana, životinjska i riblja brašna - all feedstuffs, mainly mine products, industrially processed feeds, animal and fish meals
Micotoxins	
- Aflatoxin B1	kikiriki - peanut meal
Ochratoxin A	ječam, zrnje, leguminoze - barley, grains, legumes

također i neškrobne polisaharide (NSP). Strukturalne tvari koje obavljaju funkciju zaštite staničnih stijenki, a nazivaju se hranidbena vlaknina, otežavaju probavnim enzimima pristup sadržaju stanica, snižavaju probavljivost i iskoristivost hranjivih sastojaka, te također snižavaju energetska vrijednost žitarica. Zavisno od stupnja razgradivosti lanaca arabinoksilana, a tim samim i topljivosti tih spojeva kao i beta-glukana i pektina, šećeri-NSP, vežući različitu količinu vode tvore hidrozele. To uzrokuje rast ljepljivosti crijevnog sadržaja te usporava njegov prolazak kroz probavni trakt. Velika ljepljivost sadržaja, posebno stvaranje želatinoznog sloja na stijenkama završnog dijela tankog crijeva u kojem se odvija intenzivna apsorpcija hranidbenih sastojaka, uzrokuje osim smanjenja sekrecije endogenih probavnih enzima slabiju apsorpciju bjelančevina, masti, vitamina, minerala. Arabinoksilane raži i tritikala karakterizira viši stupanj topljivosti nego npr. pšenice, što je i razlog jače izraženih negativnih posljedica hranjenja pilića s raži nego što je to slučaj s ostalim žitaricama (Bach-Knudsen, 1993.). Pšenica spada u tzv. sigurne žitarice, čak i za mladu perad sa slabo razvijenim i enzimatski nedozrelim probavnim traktom. Međutim, velike količine pšenice, npr. australskih vrsta, mogu uzrokovati veliki porast ljepljivosti crijevnog sadržaja.

Tom procesu se pridružuju i poremećaji mikrobiološke ravnoteže probavnog trakta, vlažni ekskrementi i slabiji proizvodni pokazatelji, posebno kod tovnih peradi. Kod nesilica se primjećuje slabija mineralizacija i poremećaji u formiranju ljuske. Beta-glukan, posebno njegovi topivi djelovi, uzrokuju mnogo dublje antinutritivne posljedice kod mlade peradi nego arabinoksilan, pa je negativno djelovanje velikih količina ječma puno jače nego kod upotrebe pšenice ili tritikala. Stupanj hidratacije frakcije netopivih ugljikohidrata NSP je općenito slab te ne uzrokuje vidljivi porast ljepljivosti sadržaja.

Upotreba širokog asortimana mikrobioloških enzimskih pripravaka koji sadrže karbohidraze omogućava uspješno smanjenje antinutritivnog djelovanja velikih količina žitarica bogatih neškrobnim polisaharidima (Jamroz i sur., 1998., Jamroz i Wertesleski, 1999.).

Sjemenke mahunarki, a i repica, sadrže manje arabinoksilana i beta-glukana u tragovima, međutim više je, posebno netopive (tablica 2) manoze, galaktana, čije je djelovanje na pojavu "ljepljivosti" slabije (Bach-Knudsen, 1993.). Enzimatski pripravci na tržištu nešto su manje djelotvorni kod hranidbe krmnim smjesama koje sadržavaju veliki udio sjemenki mahunarki nego one s većim udjelom žitarica.

Tablica 2. Sadržaj hranidbenog vlakna i NSP frakcija saharida u odabranoj krmu (u g/kg s. t.)

Table 2. Dietary fibre content and NSP fractions of saccharides in selected feeds (in g/kg d.m.) (Bach Knudsen, 1993)

Saccharides	Kukuruz Maize	Pšenica Wheat	Ječam Barley	Raž Rye	Sojina sačma Soybean meal	Repičina sačma - Rape seed meal	Grašak Peas	Grah Field bean
β-glucan	1	8	42	16	-	-	-	-
Topivi - Soluble NSP								
Arabinose	3	7	6	12	9	12	19	15
Xylose	2	9	6	20	2	4	1	1
Mannose	2	2	2	2	5	1	1	1
Galactose	1	2	1	1	16	6	4	4
Netopivi - Insoluble NSP								
Arabinose	19	22	22	24	17	31	17	9
Xylose	28	38	50	41	17	13	12	11
Mannose	1	1	2	3	8	5	1	1
Galactose	4	2	2	4	25	13	3	2
Ukupni NSP - Total NSP	97	119	186	152	217	220	180	190
Prehranbena vlaknina - Dietary fibre	108	138	221	174	233	354	192	210

NSP - neškrobni polisaharidi - NSP - non starch polysaccharides

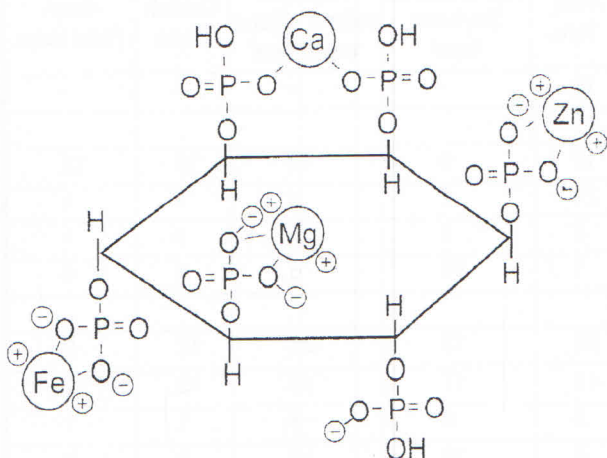
Mikrobiološki dodaci stočnoj hrani kao što su nutritivni antibiotici, također omogućuju smanjenje za perad štetnih posljedica NSP-a u krmnim smjesama.

### FITINI

Prisutnost u krmnim smjesama biljnog podrijetla fitinske kiseline i njezinih soli - fitina, koji predstavljaju glavni izvor fosfora iz žitarica (40-75%), također iz sjemenki mahunarki i repice, stvara velike probleme u snabdijevanju peradi ne samo fosforom već i drugim važnim elementima (Hoppe, 1992., Jambroz, 1996., Jongbloed 1987.). Fitinska kiselina (spoj alkohola inozitola i ortofosforne kiseline, sadrži 6 atoma P) (Crtež 1) pokazuje jake kelatizirajuće karakteristike prema dvo- ili trovalentnim metalima: cinku, bakru, manganu, kalciju, željezu i magneziju (Jambroz i Koreleski, 1997.). Kelatski mogu biti vezane i bjelančevine (zajedno s alkalnim ostacima aminokiselina), što može uzrokovati i djelomičnu inaktivaciju enzima kao što su tripsin, pepsin, čak i alfa-amilaza. Kompleksne povezanosti s bjelančevinama i mineralima mogu u značajnom stupnju smanjiti njihovu dostupnost (Scheuermann i Lantzsch-Menke, 1988.).

Slika 1. Struktura kelata fitinske kiseline

Figure 1. Structure of phytic acid chelate



Glavni problem kojeg stvara fitin u krmivu vrlo je niska usvojivost fosfora iz tih spojeva koji se nalaze u biljnom dijelu krmnih smjesa (tablica 3) te

poremećaj metabolizma, prije svega cinka. Taj je mikroelement posebno važan za perad pri procesu stvaranja perja, ali je isto tako vrlo važan za pravilan razvoj embriona u jajetu.

Tablica 3. Udio P-fitinskog i P-ukupnog u hrani za perad (%)

Table 3. The share of P-phytic in P-total in feedstuffs for poultry (%)

Zrno, sjemenke - Grains, seeds	P-phytic/P-total
Raž - Rye	57-73
Pšenica - Wheat	55-71
Zob - Oats	53-60
Ječam - Barley	65-67
Kukuruz - Maize	63-69
Leguminoze - Legumes	40-90
Sojina sačma - Soy bean meal	60-62
Rapeseed oil meal - Repičina sačma	70-72

Slaba iskoristivost mineralnih sastojaka odražava se negativno ne samo na pokazatelje proizvodnje kod peradi, nego uzrokuje pojačano izlučivanje fosfora, elementa koji djeluje jako eutrofizirajuće te predstavlja veliku opasnost za okoliš: površinske vode i tlo.

Vidljivo bolja iskoristivost fosfora iz pšenice, tritikala, posija, i iz ječma (tablica 4) proizlazi iz činjenice, da zrno žitarice u aleuronom sloju sadrži prirodnu fitazu koja se aktivira u vlažnoj sredini probavnog trakta i koja uzrokuje razgradnju fitina (Gupta, 1997.). Aktivnost prirodne fitaze iznosi kod pšenice i tritikala oko 900-1600 FTU/kg, u ječmu oko 600-700, a u kukuruzu jedva 15 FTU/kg. U pšeničnim posijama dolazi do 2800-3000 jedinica na kg. Na tržištu postoje razni nutritivni enzimatski pripravci koji sadrže mikrobiološku fitazu, proizvod fermentacije *Aspergillus ficcus* ili *A. niger* (Huisman, 1992., Jambroz, 1996., Jambroz i Koreleski, 1997.). Zahvaljujući njezinoj primjeni (250-750 jedinica/kg krmne smjese) može se povećati stupanj iskoristivosti fosfora za 20-40% i ograničiti njegovu emisiju u okoliš. Treba ipak imati na umu da aktivnost, odnosno djelotvornost djelovanja fitaze u velikom stupnju zavisi od pH sadržaja probavnog trakta (slika 2).

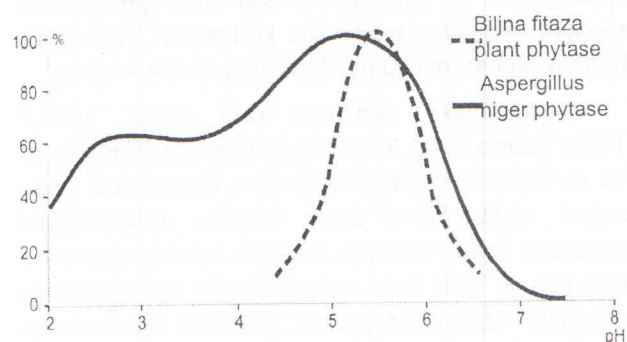
Tablica 4. Stupanj apsorpcije P-ukupnog i P-fitinskog (%)

Table 4. Absorption degree of P-total and P-phytic (%) (Jongbloed, 1987)

Component	P - ukupni P - total	P - fitinski P - phytic
Ječam - Barley	32 ± 14	12 ± 22
Pšenica - Wheat	48 ± 5	40 ± 7
Pšenične posije - Wheat bran	40 ± 10	34 ± 14
Kukuruz - Maize	18 ± 9	-6 ± 15
Sojina sačma - Soy bean meal	26 ± 9	-6 ± 15

Slika 2. Aktivnost mikrobijalne i biljne fitaze u ovisnosti o pH

Figure 2. Microbial and plant phytase activity depending on pH



## GLUKOZINOLATI

Oko 100 različitih glukozinolata nalazi se u krmivima koja spadaju u porodicu krstašica (Cruciferae). To se odnosi na sjemenke repice te krmiva podrijetlom iz prerade tog vrlo važnog biljnog izvora bjelančevina u Poljskoj. Sami prirodni glukozinolati nisu toksični, međutim njihovi metaboliti koji nastaju kao posljedica djelovanja mirozinaze (što se nalazi) u sjemenkama ili bakterijskih enzima iz vlažne sredine crijevnog sadržaja imaju toksično ili subtoksično djelovanje (tablica 5). Vrsta spojeva koji se stvaraju u tim procesima degradacije zavisi od pH. U pH crijevnog sadržaja koji je blizu neutralnog stvaraju se tiocijanati i izotiocijanati te oksazolidinotoini (goitriini), a kod niskog kiselog pH proizvodi hidrolize mogu biti nitrili (Bell, 1998., Bille i sur., 1983.).

Tablica 5. Primjeri sadržaja važnih glukozinolata u repici

Table 5. Examples of content of important glucosinolates in rape

	Odmašćena ST Defatted DM $\mu\text{M/g}^1$	Proizvodi razgradnje Degradation product
Progoitrin	12.0-14.0	VTO
Glucobrassicin	2.0-3.0	indoglucosinolates
Epiprogoitrin	0.2-0.3	ITC
Gluconapin	4.0-4.5	ITC
Total	20-30	

Glukozinolati daju repici specifičan, oštar, gorkast okus. Svakodnevno je on opisan kao "gorušičino ulje". Goitrogeni spojevi smanjuju sposobnost vezanja joda u štitnjači te sintezu trijodtironina i tiroksina (T3 i T4), što dovodi do poremećaja funkcije izlučivanja, hipertrofije i hiperplazije te žlijezde. Velike količine glukozinolata koje se nalaze u starim, tradicionalnim vrstama repice mogu uzrokovati kod peradi upale crijevne sluznice, oštećenja gušterače, jetre i bubrega, međutim nema isključivih dokaza da je češća pojava krvavih mrlja na žumanjku kokošjih jaja posljedica hranidbe repičinom sačmom. U hranidbi mladih brojlera (do 15-17%) kao i kod nesilica (7-15%) dopušteno je upotrebljavati isključivo proizvode repice s dvije nule (00), što znači dvostruko oplemenjene, s niskim sadržajem glukozinolata koji iznosi manje od 10  $\mu\text{M/g}$  odmašćene suhe tvari (tablica 5) i s niskim udjelom eruka kiseline u zbroju masnih kiselina (ispod 5 a čak i 2%) (Sims i sur., 1985.). Vrste s tri nule (000), koje su selekcionirane u smjeru smanjene količine vlaknine i tanina nisu još uvijek u širokoj, komercijalnoj upotrebi. Jare vrste repice sadrže manju količinu glukozinolata nego ozime.

Nepravilnosti metabolizma kolina ili sinapina u repici (1.2-2.3%), mogu kod nekih kokoši koje nesu jaja sa smeđom ljuskom uzrokovati efekt "ribljeg" okusa i mirisa kao posljedica sadržaja trimetil-oamina (TMA).

## POLIFENOLI

Tanini, koji posebno dobro zaštićuju biljne sjemenke, pojavljuju se u ljusci i aleuronu raznih vrsta zrnja, sjemenki i u brojnim krmivima, npr. u sirku (čak 10%) (Nyachoti i sur., 1996.), ječmu, bobu, (oko 2,5%), repici, u raznobojno cvjetajućem grahu i u tapioki (u količinama 3-3,5%). To su spojevi topivi u vodi, s različitom masom čestica od 500-1000 Da (Oh i sur., 1980, Jansman, 1993.) Oni izbacuju alkaloidne i bjelančevine, te probavne enzime. Široka lepeza veličine čestica kao i djelovanja uvjetovala je njihovu podjelu na hidrolizirajuće i kondenzirane tanine. Polifenoli s malim česticama nemaju svojstva trajnog vezanja drugih spojeva, ali spojevi te skupine s vrlo velikom masom preko 3000 Da ne stvaraju komplekse s bjelančevinama, prevelike čestice otežavaju penetraciju u vlakna kolagena. Tanini uzrokuju promjenu okusa krmiva na gorki (koagulacija bjelančevina sline i sluznica). U probavnom traktu stvaraju komplekse s endogenim bjelančevinama, inhibiraju probavne enzime, smanjuju propusnost stijenke crijeva, što znači i slabije upijanje metabolita iz sadržaja probavnog trakta (npr. aminokiselina (Fish i Thompson, 1991., Griffiths i Mosley, 1980., Griffiths, 1979.).

Pri procesu zagrijavanja tanini se povezuju s bjelančevinama u teško razgradive spojeve, što negativno utječe na iskoristivost bjelančevina kod peradi (Marquardt i sur., 1975, Oh i sur., 1980.), međutim tako zaštićene bjelančevine podliježu sporijoj i korisnijoj razgradnji kod goveda. Perad uistinu ima sposobnost inaktiviranja fenolnih spojeva zahvaljujući mikrosomatskoj transferazi glukuronila, ali ipak treba u hranidbi peradi izbjegavati upotrebu niskotaninskih vrsta sirka, graha, boba (0,2-0,9% tanina) (Campbell i sur., 1980., Fish i Thompson, 1991, Griffiths i Mosley, 1980, Gupta, 1987., Nyachoti i sur., 1996.). Svi autori istraživanja hranidbene vrijednosti sjemenki mahunarki slažu se u tome, da tanin u krmivima determinira iskorištenje bjelančevina, a tim samim profilira i proizvodne rezultate.

## INHIBITORI PROTEAZA I AMILAZE

Inhibitori tripsina identificirani su 1938. god. (Janicki i sur., 1970) nakon toga kemotripsin (Birk,

1961.) u sjemenkama graha, graška, boba i soje (Gupta, 1987.). Oni inaktiviraju komplekse proteolitičkih enzima gušterače, te elastaze i amilaze (Griffiths, 1979.). Kod pasa i mačaka primjećuju se hipertrofične i hiperplastične morfološke promjene kao posljedica prejakog izlučivanja gušterače i gutbitka aminokiselina, posebno sumpornih, a u peradi su ti simptomi relativno rijetki. Inhibitori - bjelančevinasti spojevi koji sadrže dosta sumpora, termolabilni su, podliježu inaktivaciji pod utjecajem termičkih procesa, produbljujući time za mahunarke karakterističan nedostatak metionina i cistina. Dodatak tih aminokiselina smanjuje posljedice negativnog djelovanja inhibitora. Podgrijavanje, tostiranje, proces termičke prerade kod ekstrakcije sojinog ulja - reducira njihovo inhibirajuće djelovanje. Po HUISMAN-u, 1991., 1992., kod antitripsinske aktivnosti 5 mg/g bjelančevine u podgrijanoj soji nisu primijećene nikakve negativne posljedice kod pilića. Tolerancija brojlera iznosi oko 50 mg TIA/100g krmne smjese.

Antitripsinska aktivnost raži iznosi 1,6-2,7 TUI/g, ječma 0,7-1,9, a tritikala 0,6-1,45 TUI/g tvari. Te su vrijednosti ipak promjenjive, zavisno od vrste, uvjeta rasta, žetve zrna. Najvišu antitripsinsku aktivnost imaju krumpir, lucerna i pune sjemenke soje (do 45 TUI), koje se ipak rijetko upotrebljavaju u takvom obliku kod peradi. Inhibitori alfa-amilaze, prisutne u mahunarki, nemaju važnu ulogu u hranidbi peradi.

## SAPONINI

Steroidni glikozidi (oko 23 različitih spojeva) nalaze se u relativno brojnoj skupini krmiva. Daju im gorki okus te mogu uzrokovati hemolizu eritrocita (Albano, 1984., Griffiths, 1979., Huisman, 1991. i 1992.). Sa sterolima staničnih stijenki mogu stvarati kompleksne spojeve. Antinutritivno djelovanje se temelji na inhibiranju aktivnog transporta hranidbenih sastojaka. Od krmiva upotrebljivanih u hranidbi peradi više saponina (0.01%) sadrži sušena lucerna, djetelina ili zrno zobi. Udio tih krmiva je ipak sporadičan ili nizak, a mogu se upotrebljavati kod gusaka, pataka, nesilica konzumnih jaja.

## BIOGENI AMINI

Biogeni amini su posebno nazočni u krmivima koja karakterizira visoka koncentracija bjelančevina (Sugahara, 1995.), a nastaju iz amino-kiselina, najčešće kao rezultat prerade ili termičke obrade krmiva.

Posebno toksični mogu biti npr. amini iz skupine polimetilo-di-amina (putrescin, kadaverin). Ostali amini, kao npr. poliamini (spermin), imidazol-alkil-amini (histamin), fenilalkilamini (tiramin), kateholamini (adrenalin, noradrenalin, dopamin), betaini (karnitin) imaju vrlo važne biološke funkcije. Sastavni su dio vitamina i fosfolipida, obavljaju funkcije neurotransmitera, reguliraju lučenja želučanih kiselina (histamin), kontroliraju krvni tlak (feniletil-amin). Serotonin u mozgu regulira uzimanje hrane, ostali amini neposredno modificiraju imunološki odgovor životinja.

U nekim krmivima se nalazi velika količina amina, koji nastaju dekarboksilacijom slobodnih aminokiselina ili kao rezultat djelovanja mikroorganizama bakterija i plijesni, pri procesu konzervacije, sušenja itd. Značajne količine spermina, spermidina, kadaverina, putrescina mogu se nalaziti u brašnjama životinjskog podrijetla.

Nastaju iz:

metionina → spermin, spermidin

lizina → kadaverin

ornitina → putrescin

triptofana → serotonin, triptamin

histidina → histamin

Životinjski organizam pozitivno reagira na male količine amina, a mogu čak i stimulirati rast. Umjerenе količine tih spojeva mogu biti razgrađene kao posljedica djelovanja enzima mono-amino-oksidge (MAO) ili dvo-amino-oksidge (DAO). Do toksičnih procesa može doći kod slabe aktivnosti MAO i DAO ili kod vrlo mladih životinja. Stupanj bakterijske infekcije crijeva, brzina degradacije bjelančevina i samih aminokiselina značajno utječu na razinu sintetiziranih biogenih amina u crijevnom sustavu životinja. Higijensko stanje krmiva također odlučuje u značajnom stupnju o količini sinteze biogenih amina.

## LEKTINI

Hemaglutinini su prirodni bjelančevinasti zaštitni spojevi biljaka (Griffiths, 1979., Gupta, 1987., Hendriks i sur., 1987., Huisman, 1991.). Ti glikoproteini (kompleksi bjelančevina i šećera) imaju specifičnu funkciju u crijevima, pokazuju afinitet prema šećerima sluznica, mogu oštećivati stjenke tankog crijeva, uzrokovati morfološke promjene u bubrezima i jetri, aglutinaciju eritrocita kod purana, rjeđe kod pilića, dok njihov izvor i kemijska struktura uvjetuju njihovo djelovanje. Najmanje opasni su lektini boba i graška.

Lektini imaju mogućnost prilijevanja uz enterocite crijevnih stijenki, što može dovesti do smanjenog upijanja hranidbenih sastojaka, promjena u resicama, hipersekrecije endogenih bjelančevina (mucina) u lumen crijeva uzrokujući humoralnu proizvodnju antilektina (IgG).

## OSTALE ANTINUTRITIVNE TVARI

Popis antinutritivnih spojeva obuhvaća znatno više kemijskih spojeva, od velike važnosti za biljke (tablica 6), jer smanjuju hranidbenu vrijednost krmiva upotrebljivanih u hranidbi životinja.

Pirimidinski glukozidi, vicin i konvicin, (Albano i sur., 1984.) nalaze se pretežno u bobu ili *Lathyrus* spp. i hidrolizirani su u crijevnoj mikroflori, a njihovi metaboliti izazivaju hemolitičku anemiju (favizam kod ljudi), smanjuju otpornost kod peradi, težinu i proizvodnju jaja. Sadržaj tih tvari u bobu smanjivan je uzgojnim metodama i selekcijom.

**Alkaloidi** - heterociklički prstenasti spojevi predstavljaju veliku i raznovrsnu skupinu spojeva izoliranih iz poljskih krmnih biljaka, posebno lupine (Turska, 1975.). Inhibiraju funkcioniranje živčanog sustava (poremećuju proces disanja). Alkaloidi se nalaze i u soji, te lanenom sjemenu. Količina tih kemijskih spojeva u krmnim smjesama za perad ne može biti veća od 1000-3000 mg/kg, zavisno od vrste biljke. Slatke lupine obično sadrže 0.01-0.05, max. 0.2% alkaloida. Najpoznatije među njima su: lupinin, angustifolin, lupanin, spartein i dr.

**Cijanogeni glikozidi** - nalaze se u tapioki, lanenom sjemenu i prosu (koče aktivnost Citokromooksidge).

Tablica 6. Sadržaj antinutritivnih tvari u bjelančevinastoj krmu  
Table 6. Content of antinutritive substances in protein feeds

Komponente - Components	Tip kemijske strukture - Type of chemical structure
Soja - Soya	Supstance koje inhibiraju proteaze, antigene bjelančevine, lektine, saponine, oligosaharide, estrogene supstance - Proteases inhibiting substances, antigenic proteins, lectins, saponins, oligosaccharides, oestrogenous substances
Grašak - Peas, Grah - Field bean	Supstance koje inhibiraju proteaze i alfa-amilaze, tanine, lektine, hemaglutinine - Proteases and alpha-amylase inhibiting substances, tannins, lectins - hemagglutinin
Vučika - Lupine	Pektini, oligosaharidi, alkaloidi, suvišak Mn, saponini - Pectins, oligosaccharides, alcaloids, Mn excess, saponins
Sjeme repice - Rape seeds	Eruka kiselina, glukozinolati, sinapin, tanini, oligosaharidi, pektini - Erucic acid, glucosinolates, sinapin, tannins, oligosaccharides, pectins
Suncokretovo sjeme - Sunflower seeds	Suvišak vlaknine - Fibre excess
Laneno sjeme - Linum seed	Linamarin, mucin, cianogene supstance - Linamarin, mucins, cyanogenous substances
Životinjska brašna - Animal meals	Nitrozoamini - Nitrosoamines

**Fitoestrogeni** - nalaze se u sušenoj lucerni i djetelini. **Alkilorezorcinoli** uzrokuju poremećaje probave ili upalne procese crijeva, nalaze se u raži i tritikalu. Ti, podrijetlom fenoli - spojevi rezorcina s alkilima imaju različitu kemijsku građu i u različitoj mjeri utječu na probavni trakt kod peradi. Pšenica sadrži malo alkilorezorcinola (0.7 g/kg), također i ječam (0.2 g/kg), a u raži i pšenici nalazi se u količini od 1.6-1.8 g/kg.

Treba također **spomenuti antigenske bjelančevine** soje, koje predstavljaju hranidbeni problem u teladi, ali ne kod peradi.

**Antivitamin K** - dikumarol, a i antivitamin A - lipooksigenaza soje, te napokon i mikotoksini, koji su u stvari prirodni sastojci biljaka, ali kao posljedica kontaminacije, proširuju brojnu skupinu tvari koje štetno a čak i depresivno djeluju na zdravlje i proizvodnju peradi.

Štetni antinutritivni čimbenici nalaze se i u brašnima životinjskog podrijetla. Gizerosin koji se nalazi u ribljem brašnu može izazvati eroziju mišićnog želuca i tzv. "crno povraćanje" kod peradi (Sugahara, 1995.). **Nitrozoamini** iz ribljeg i mesnog brašna pokazuju toksično djelovanje; **kompleksni spojevi aminokiselina** nastaju tijekom

termičkih procesa, kao npr. lizino-alanin, te uzrokuju smanjenje dostupnosti aminokiselina iz brašna životinjskog podrijetla koje su sušene na visokim temperaturama.

Sadržaj antinutritivnih tvari može se modificirati putem selekcije u uzgoju biljaka, preko upotrebe hidro- i barotermičkih postupaka pri pripremi dijelova ili gotovih krmnih smjesa. Zavisno od toplotne stabilnosti antinutritivnih sastojaka krmiva može se tehnološkim postupcima u velikoj mjeri inaktivirati ili reducirati aktivnost štetnih sastojaka krmiva.

#### LIRERATURA

1. Albano, E., A. Tomasi, L. Mannuzzu, P. Arrese (1984): Detection of a free radical intermediate from devicine of vicia faba. *Biochem. Pharmacol.* 33, 1701-1704.
2. Bach Knudsen, K. E. (1993): Carbohydrates and lignin in feedstuffs. *Proceed. 44th Annual Meet. of EAAP, Denmark*, 1-10.
3. Bell, J. M. (1998): Nutrients and toxicants in rape-seed meal: A review. *J. Anim. Sci.* 58, 4, 996-1007.
4. Bille, N., B. O. Eggum, J. Jacobsen, O. Olsen, H. Sorensen (1983): Antinutritional and toxic effects in



- rate of individual glucosinolates (myrosinases) added to a standard diet. *Z. Tierphysiol., Tierernähr. u. Futtermittelk.* 49, 195-210.
5. Birk, J. (1961): Purification and some properties of a high active inhibitor of trypsin and chymotrypsin from soybeans. *Biochimica et Biophysica Acta*, 54, 378-381.
  6. Campbell, L. D., G. Olaborom, R. R. Marquardt, D. Waddel (1980): Use of faba beans in diets for laying hens. *Canad. J. of Anim. Sci.* 60, 395-405.
  7. Fish, B. C., L. U. Thompson (1991): Lectin - tannin interactions and their influence on pancreatic amylase activity and starch digestibility. *J. Agric. Food Chem.*, 39, 727-731.
  8. Griffiths, D. W., G. Mosley (1980): The effect of diets containing field beans of high or low polyphenole content on the activity of digestive enzymes in the intestine of rats. *J. of Sci. of Food and Agricult.*, 31, 255-259.
  9. Griffiths, D. W. (1979): The inhibitor of digestive enzymes by extracts of field bean (*Vicia faba*). *J. of Sci. of Food and Agricult.*, 30, 458-462.
  10. Gupta, J. P. (1987): Antinutritional and toxic factors in food legumes: a review. *Plant of Human Nutrition*, 37, 201-228.
  11. Hendriks, H. G. C. J. M., J. F. J. G. Koninkx, M. Draaijer, J. E. Van Dijk, J. A. M. Raaijmaker, J. M. V. M. Mouwan (1987): Quantitative determination of the lectin binding capacity of small intestinal brush-border membrane. An enzyme - linked lectin sorbent assay. *Biochimica et Biophysica Acta*, 405, 371-375.
  12. Hoppe, P. P. (1992): Überblick über die biologischen Wirkungen und die ökologische Bedeutung der Phytase beim Schwein. *Aus Forschung und Praxis.*, BASF, 30, 3-15.
  13. Huisman, J. (1991): Antinutritional factors in poultry feeds and their management. *Proceed. 8th. Europ. Symp. Poultry Nutr. Venezia - Mestre*, 35-52.
  14. Huisman, J. (1992): Aspect of antinutritional factors (ANFs) in relation to nutrition and pollution. *Proceed XIX World's Poultry Congress, Amsterdam*, 2, 215-222.
  15. Jamroz, D. (1996): Reduction of nitrogen and other nutrients excretion and ways of the improvement of nutrients utilization in poultry in intensive and extensive production. *Proceed. XX World's Poultry Congr. New Delhi*, II 237-250.
  16. Jambroz, D., K. Eder, A. Wiliczekiewicz, M. Kirchgessner (1998): Verdaulichkeit der NSP-gebundenen Zucker bei Verfütterung von Triticale und Enzymen an Hähnchen, Enten und Gänse. *J. Anim. Physiol a Anim. Nutr.*, 79, 3-4, 113-122.
  17. Jambroz, D., J. Koreleski (1997): Zastosowanie sruty rzepakowej w polaczeniu z roznymi dodatkami w mieszankach tresciwych dla drobiu. *Post. Nauk. Roln.*, 267, 3, 59-72.
  18. Jamroz, D., T. Wartecki (1999): Stosowanie enzymow mieszankach tresciwych zawierajacych podwyzszona ilosc jeczmienia i sruty rzepakowej, przeznaczonych dla kurczat rzeznych. *Polskie Drobiarstwo*, 3, 5-8.
  19. Janicki, J., J. Warchalewski, J. Skupin, J. Kowalczyk (1970): Inhibitory trypsiny pochodzenia roslinnego. *Post. Biochem.*, 16, 1, 101-118.
  20. Jansman, A. J. M. (1993): Tannins in feedstuffs for simple-stomached animals. *Nutr. Research. Rev.*, 6, 209-236.
  21. Jongbloed, A. W. (1987): Phosphorus in the feeding of pigs. Effect of diet on the absorption of phosphorus by growing pigs. Thesis, IVVO, Lelystad.
  22. Marquardt, R. R., A. T. Ward (1979): Chick performance as affected by autoclave treatment of tannin-containing and tannin-free cultivars of faba beans. *Canad. J. Anim. Sci.*, 59, 781-789.
  23. Marquardt, R. R., J. A. McKirdy, T. Ward, L. D. Campbell (1975): Amino acid hemmagglutinins and trypsin inhibitor levels, and proximate analyses of faba beans (*Vicia faba*) and faba bean fractions. *Canad. J. Anim. Sci.*, 55, 421-429.
  24. Nyachoti, C. M., J. L. Atkinson, S. Leeson (1996): Response of broiler chicks fed a high-tannin sorghum diet. *J. Appl. Poultry Res.*, 5, 239-245.
  25. Oh, H. J., J. E. Hoff, G. S. Armstrong, L. A. Haff (1980): Hydrophobic interaction in tannin-protein complex. *J. Agric. Food Chem.*, 28, 394-398.
  26. Scheuermann, S. E., K. H. Lantsch, Menke (1988): In vitro und in vivo Untersuchungen zur Hydrolyse von Phytat. II. Aktivität pflanzlicher Phytase. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.*, 60, 64-75.
  27. Sims, J. S., B. Toy, D. C. Crick, D. B. Bragg (1985): Effect of dietary erucic acid on the utilization of oils or fats by growing chicks. *Poultry Sci.*, 64, 2150-2154.
  28. Sugahara, M. (1995): Black vomit, gizzard erosion and gizzerosine. *World's Poultry Sci. Assoc.*, 51, 293-306.
  29. Turska, R., D. Jamroz, Z. Czarna, A. Wlosowicz (1975): Ultrastructural changes in hepatocytes of chickens fed with lupine. *Abstr. 10th Congr. Europ. Assoc. Vet. Anat.*, Budapest.

## SUMMARY

Specific chemicals which are present in different plant tissues constitute the group of components decreasing both digestibility and availability of nutrients which are necessary for living and productivity of animals. They can operate as immunosuppressed factors, can disadvantageously influence the epithelium of the walls of digestive tract and enzyme secretion as well as disturb the microbiological status in this organ. Antinutritive plant components can induce subtoxic or toxic reactions in the animals organism. The range of this influence depends on the kind of feedstuffs, antyproteolytic factors concentration, lectin, tannins, glucosinolates, glycosides, alkaloids, alergenous proteins, species and age of animals as well as the scope of hydrothermal treatments used in productive cycles of both components and concentrate mixtures.

Key words: poultry, antinutritive substances

Prijevod s poljskog na hrvatski jezik  
**Tomislav Dumanovski, dr. vet. med.**  
Pliva Krakow, Poljska

## **EKOLOŠKO ČIST UTOVAR KAMIONSKIH CISTERNI I OTVORENIH KAMIONA**

### **MODUFLEX**

TELESKOPSKA CIJEV I FLEKSIBILNI UTOVARNI MIJEH  
REDUCIRAJU PRAŠINU, SMANJUJU RASIPANJE  
MATERIJALA I POBOLJŠAVAJU RADNU OKOLINU.

**MODULNA KONSTRUKCIJA I ŠIROK IZBOR  
RAZLIČITOG PRIBORA.**

*Javite nam se, da Vam pošaljemo prospektni materijal*

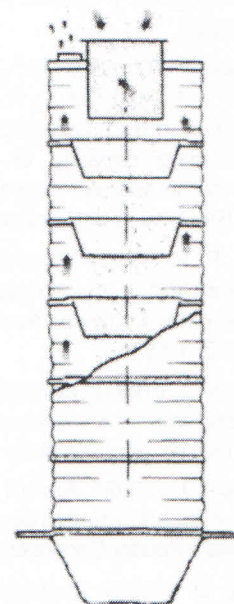
DENCO Engineering & Trade Co. Ltd.

P.O. box 185, Zihherlova 2

SLO-1001 Ljubljana

Tel.: +386 61 125 32 10

Fax.: +386 61 125 32 37



**MODUFLEX**