

LEKTINI U STOČNOJ HRANI

Margita Čuperlović

Stručni rad
UDK 636.084/636.087 (497.1) (05)
Prilježeno: 5. 7. 1990.

SAŽETAK

Grupa biološki aktivnih i receptor-specifičnih materija s posebnim afinitetom prema šećerima, označena zajedničkim imenom lektini, privlači sve više pažnje zbog svoje široke rasprostranjenosti u svim živim organizmima, zbog različitih mogućnosti primene u biohemiji, a isto tako i zbog još uvek nedovoljno sagledanih bioloških efekata. Sve materije biljnog porekla koje se koriste u ishrani stoke sadrže lektine, koji se na osnovu toksičnosti, rezistentnosti prema tehnološkoj obradi hrane ili prema proteolitičkom delovanju enzima digestivnog trakta mogu podeliti u nekoliko kategorija.

Lektini leguminoza pokazuju visoki nivo toksičnosti i rezistencije na digestivne enzime, ali se termičkom obradom mogu inaktivirati. Antinutritivni efekti lektina iz ove grupe uključuju: zaostajanje u rastu mladih životinja, smanjeno korišćenje esencijalnih komponenata hrane, enterotoksikemije, imunološke poremećaje, čak i smrt pri dužem uzimanju. Histochemijska ispitivanja pokazuju da se većina ovih lektina vezuje za površinu tankih creva, izazivajući lezije i disrupcije epitela, poremećaje apsorpcije i bakterijske infekcije.

Veći deo ostalih stočnih hraniva biljnog porekla upotrebljava se bez prethodne termičke obrade, pa lektini iz ovih izvora stižu u digestivni trakt neizmenjeni. Tako je nedavno utvrđeno da zrno kukuruza, kao najzastupljenije komponente obroka za svinje ili živinu, sadrži ceo spektar lektina različite specifičnosti. U zrnu pšenice, ovsa, ječma i drugih žitarica ima takode lektina srodnih karakteristika, koji delimično prolaze nerazloženi kroz digestivni trakt, oblažući njegovu sluzokožu. Međutim, biološki efekti ovih lektina, koji ne bi morali da budu uvek negativni, i ukupan nutritivni značaj njihovog stalnog unošenja dijetalnim putem za životinju (kao i za čoveka) nisu još uvek jasni.

Lektini su biološki aktivni proteini koje karakteriše specifični afinitet prema određenim ugljenim hidratima, neimunog su porekla, nemaju enzimskih aktivnosti, a poseduju sposobnost aglutinacije ćelija ili precipitacije polisaharida i glikokonjugata (Dixon, 1981).

Materije s ovim osobinama su široko rasprostranjene u biljnom i životinjskom svetu. Tako su lektini ustanovljeni ili izolovani iz velikog broja biljnih vrsta uključenih u sve glavne taksonomske grupe (Etzler, 1986), a, takode, i iz tkiva i tkivnih tečnosti nižih organizama, beskičmenjaka i kičmenjaka, uključujući i čoveka.

I pored velikog broja danas raspoloživih informacija o osobinama izolovanih lektina, fiziološka uloga endogenih lektina, posebno kod biljaka, još uvek nije jasna. Nešto bolje je sagledano delovanje lektina kod viših organizama, i to kako endogenih, tako i stranih, unetih peroralnim putem. Pažnja je naročito posvećena lektinima biljnog porekla koji kod čoveka ili domaćih životinja izazivaju enterične simptome. Upravo je na osnovu ovakvih toksičnih efekata i zapa-

Dr. Margita Čuperlović – INEP, Institut za endokrinologiju, imunologiju i ishranu, Zemun.

ženo 1888. godine, prvi put, prisustvo lektina u biljnom materijalu. Stillmark je tada ustanovio da je masovno trovanje goveda hranom bilo izazvano presovanim semenom ricinusa. Iz tog semena je zatim dobijena supstanca toksična za pacove koja je vršila aglutinaciju eritrocita **in vitro**. Ovaj protein, nazvan ricin, bio je prvi izolovani lektin. Ubrzo su i iz toksičnog semena drugih biljaka izdvojeni proteini sličnih osobina: abrin iz crvenog graška (*Abrus precatorius*), fitohemaglutinin iz pasulja (*Phaseolus vulgaris*), konkavalin A iz *Canavalia ensiformis* i mnogi drugi o kojima će kasnije biti više rečeno. Zatim je prisustvo lektina registrovano i u mnogim biljkama koje ne izazivaju toksične efekte, pa se danas, na osnovu obilja informacija, može zaključiti da su lektini prisutni u svakoj biljci, kao i u drugim organizmima, u određenoj fazi razvoja u manjoj ili većoj koncentraciji. Posebno je velika zastupljenost lektina u semenu, gde oni čine i do 10% ukupnog proteinskog materijala (E t z l e r, 1986). Tako se zrneljvom, koje predstavlja nutritivno najznačajniji deo mnogih biljaka, unosi najveći deo lektina u ishranu, mada i druge jestive materije biljnog porekla mogu da ih sadrže (npr. krompir, repa, paradajz).

Efekti lektina dijetalnog porekla u organizmu čoveka ili životinja određeni su, na prvom mestu, specifičnošću lektina prema određenim ugljenohidratnim reziduama i njihovom otpornošću prema delovanju proteolitičkih enzima digestivnog trakta ili prema zagrevanju pri obradi hrane. Pregled lektina prisutnih u nekim hranivima ukazuje na varijacije u ovim karakteristikama, zavisno od vrste i porekla lektina.

Hraniva koja sadrže lektine

Soja. Hemaglutinaciona aktivnost, kao prvi pokazatelj prisustva lektina, zapažena je u ekstraktu sojinog zrna još početkom ovog veka. Aktivni protein je izolovan 1952. godine (L i e n e r i P a l l a n s c h, 1952) i nazvan sojin, zatim hemaglutinin soje i, konačno, aglutinin sojinog zrna – SBA (L i s i drugi, 1970).

Lektin soje je tetramerni glikoprotein ($M_r = 120\ 000$), komponovan od dve različite podjedinice. On se specifično vezuje za sve strukture koje sadrže N-acetil-D-galaktozamin u položaju neredukujuće terminalne jedinice, a sa manjim afinitetom i za galaktozu. U uslovima **in vitro** SBA aglutinira različite ćelije, a na kulturu limfocita deluje mitogeno.

Zastupljenost lektina u zrnu soje zavisi od sorte i kreće se do 0,2% suvog obezmašćenog zrna. Lektinska aktivnost se smanjuje s termičkom obradom zrna, ali se tragovi lektina mogu naći i u proizvodima od soje namenjenim ishrani ljudi i životinja (V e l i č k o v i ć i drugi, 1989).

Pasulj. Zrno pasulja ima veći značaj u ishrani ljudi nego kao stočna hrana. Međutim, ono sadrži jedan od najranije otkrivenih i najviše proučavanih lektina, pa je iz tih razloga uvršteno u ovaj pregled.

Prečišćeni lektin je prvi put dobijen iz ekstrakta crvenog pasulja i nazvan fitohemaglutinin – PHA (R i g a s i O s g o o d, 1955). I ovaj lektin je glikoprotein ($M_r = 126\ 000$), sastavljen od 4 podjedinice, koje mogu biti L ili E forme. Mada po strukturi vrlo slične, podjedinice se funkcionalno razlikuju; dok je E-PHA odgovorna za aglutinaciju eritrocita, L-PHA poseduje mitogenu aktivnost.

Osobenost lektina pasulja je njegov visoki afinitet prema kompleksnim glikoproteinima (supstance krvnih grupa, tireoglobulin, fetuin), a znatno niži prema monosaharidima N-acetil-glukozaminu i N-acetil-galaktozaminu.

Kvantitacija lektina u zrnu više različitih domaćih varijeteta pokazala je da se sadržaj PHA kreće od 0,1 – 3,9 g/100 g pasulja, s najvećom koncentracijom kod pasulja crvenog i mrkog zrna. U varijetetima belog zrna koncentracija PHA je bila znatno niža, negde ispod granice detektabilnosti upotrebljenih metoda (Č u p e r l o v i ć i drugi, 1982).

Lektin pasulja je termolabilan, pa se izrazita toksičnost sirovog zrna potpuno gubi pri dužem kuvanju ili prženju.

Druge jestive leguminoze. Leguminoze su kao vrsta izuzetno bogate lektinima, pa i sva leguminozna stočna hraniva takođe sadrže lektine. Međutim, njihovi antinutritivni efekti nisu u svim slučajevima jednaki zbog različite koncentracije, termolabilnosti i drugih karakteristika zavisnih od porekla. Tako su G r a n t i drugi (1983) razvrstali leguminozna hraniva u četiri grupe, na osnovu toksičnosti lektina iz polaznog materijala, s indeksom NPU kao pokazateljem iskoristivosti azota. U tabeli 1 su prikazani primeri za svaku od ovih grupa, dopunjeni podacima o oralnoj toksičnosti i termolabilnosti (L i e n e r, 1986). U grupi A se nalaze vrlo toksični lektini *Phaseolusa*, koji prouzrokuju gubitak azota iz organizma i konačno smrt oglednih životinja, ali se termičkim tretmanom mogu u potpunosti neutralisati. Hraniva iz grupe B sadrže, takođe, termolabilne lektine, međutim oni ni u sirovom zrnu ne deluju letalno na pacove, već samo smanjuju efikasnost ishrane. U grupu C ulazi najveći broj leguminoznih hraniva koja su, u osnovi, netoksična. I, konačno, grupa D, čiji je predstavnik soja s termolabilnim lektinom, koji, peroralno unet, ne deluje toksično.

Ricinus. Ekstrakt ricinusovog semena sadrži dva različita, a strukturalno slična lektina: jedan s jakim aglutinirajućim dejstvom, a slabim inhibitornim efektima na sintezu proteina, i drugi sa slabom hemaglutinacionom aktivnošću, a intenzivnom inhibicijom sinteze proteina.

Prvi, *Ricinus communis* aglutinin (RCA I) je tetramer ($M_r = 120\ 000$) od 2A' i 2B' podjedinice. Drugi, ricin (RCA II), je dimerni protein ($M_r = 63\ 000$), komponovan od dva različita polipeptidna lanca (A i B). Oba lektina pokazuju afinitet prema reziduama N-acetil-galaktozamina i galaktoze. Verovatno je da je za već dugo poznate toksične efekte ricinusovog semena odgovorniji izuzetno toksični ricin nego aglutinin.

Žitarice. Pšenica, ovas, ječam i druge žitarice koje predstavljaju osnovu ishrane ljudi i životinja takođe sadrže lektine locirane, uglavnom, u klici zrelog zrna. Svi ispitivani lektini cerealija su međusobno vrlo srodni, a najbolje izučeni predstavnik je lektin pšeničnih klica (WGA). WGA je dimerni protein, koji sadrži dve identične podjedinice ($M_r = 22\ 000$). Iz kilograma pšeničnih klica može se dobiti 200 – 250 mg čistog lektina. Lektin vezuje N-acetil-D-glukozamin i, sa većim afinitetom, oligomere ovog šećera. Najveći afinitet ima prema hitinu i bakterijskim glikanima, pa se iz toga izvode zaključci o protektivnoj ulozi lektina cerealija u odgovarajućim biljkama.

U uslovima *in vitro* WGA aglutinira različite ćelije, izaziva promenu konfiguracije citoskeletona eritrocita, stimuliše mitogenu aktivnost limfocita.

Lektini ove klase se permanentno unose u organizam životinja s hranom, međutim nije zapaženo da to stalno opterećenje ima bilo kakve negativne posledice, mada deo lektina ostaje nesvaren i aktivan čak i u sadržaju debelih creva (Bradley i drugi, 1978).

Kukuruz. Odnedavno se zna da i zrno kukuruza sadrži lektine, čak verovatno čitav spektar lektina raspoređenih među osnovnim frakcijama proteina: globulinskom, zeinskom i glutelinskom (Newburg i Concon,

1985). Iz rastvornih proteina kukuruznog zrna izolovana su dva lektina, ZMA I koji vezuje galaktozid i ZMA II koji vezuje manozu (Janković i Čuperlović, 1990). Oba lektina su termolabilna i brzo gube svoju aglutinacionu aktivnost. O lektinima iz klase zeina i glutelina još uvek nema preciznijih podataka. Eventualne nutritivne implikacije, u pozitivnom ili negativnom smislu, takođe nisu poznate.

Ostala hraniva. Pregled hraniva koja su izvor dijetalnih lektina svakako nije ovim iscrpen. Lektine sadrži i seme suncokreta, lucerke i druga biljna hraniva koja se stalno ili povremeno uključuju u ishranu. Međutim, o lektinima iz ovih izvora još uvek ima malo podataka osim registrovanja prisustva, pa se ni o njihovim eventualnim nutritivnim efektima ne može ništa reći.

Efekti lektina unetih hranom

Potencijalni efekti dijetalnih lektina, koji nisu inaktivirani preradom hrane ili digestivnim enzimima, ne bi uvek morali da budu nepovoljni po organizam. Neki takvi primeri su čak i ustanovljeni u ishrani ljudi, gde prisustvo dijetalnih lektina usporava apsorpciju ugljenih hidrata, što je poželjno kod dijabetičara, a utiče i neposredno na uštedu insulina (Ramona i drugi, 1985). Ipak se pri razmatranju dije-

Poređenje nekih nutritivno značajnih karakteristika lektina u sirovom zrnu leguminoza
Comparison of some nutritively important properties of lectine in raw seeds of leguminous plants

Tabela 1 – Table 1

grupa	leguminoza	lektin	toksičnost ¹	termolabilnost ²	NPU ³
Group	Leguminous plants	Lectine	Toxicity	Thermolability	
A	Phaseolus vulgaris – sve vrste pasulja all sorts of common beans	PHA	+	+	neg. (pacovi uginu) (rats dead)
	Phaseolus coccineus – boranija string beans	PCA	?	+	neg. (pacovi uginu) (rats dead)
B	Phaseolus limensis	LBL	+	+	neg.
	Psophocarpus tetragonolobus		+	+	neg.
C	Lens esculentus	LCA	?	+	43 – 46
	Pisum sativum	PSA	—	—	43 – 62
	Cicer arietinum	CAA			53 – 58
	Vicia faba	VFA	?	?	39 – 57
	Arachis hypogaea	PNA	?	+	
D	Glycine max	SBA	—	+	19 – 22

¹ Liener (1968)

² Grant et al. (1983)

³ NPU – pokazatelj iskoristivosti dušika
– Parameter of nitrogen utilisation

talnih efekata na prvo mesto stavljaju toksični lektini nekih sirovih biljnih hraniva, posebno leguminoza iz grupe A (tabela 1).

Iskorišćavanje hrane. Ogladi izvedeni na pacovima pokazali su da uključivanje sirovog pasulja ili ekstrahovanog lektina PHA u obrok dovodi do depresije apetita, smanjenog unošenja hrane i pada telesne težine pacova (tabela 2). Sve ove promene su reverzibilne ako unošenje lektina ne traje dugo; u protivnom se stanje životinja pogoršava, javljaju se enterični simptomi i smrt (Bulajić i drugi, 1986).

Podaci izneti u tabeli 2 pokazuju da uključivanje sirovih leguminoza iz grupe A u obrok prati gubitak azota iz organizma, a pad indeksa NPU proporcionalan je sadržaju pasulja u obroku (Pusztai i drugi, 1979).

Prisustvo lektina umanjuje i iskorišćavanje drugih komponenata obroka: glukoze (Lasheras i drugi, 1980), lipida (Klurfeld i Kritchevsky, 1987), vitamina (Banwell i drugi, 1983), kalcijuma (Lafont i drugi, 1985). Ovakvi efekti javljaju se kako kod monogastričnih životinja, tako i kod preživara (Williams i drugi, 1984).

Telesna težina i utrošak hrane pacova hranjenih 8 dana obrocima sa lektinom pasulja (PHA)
Body weight and feed intake in rats fed for 8 days by rations containing common beans lectine (PHA)

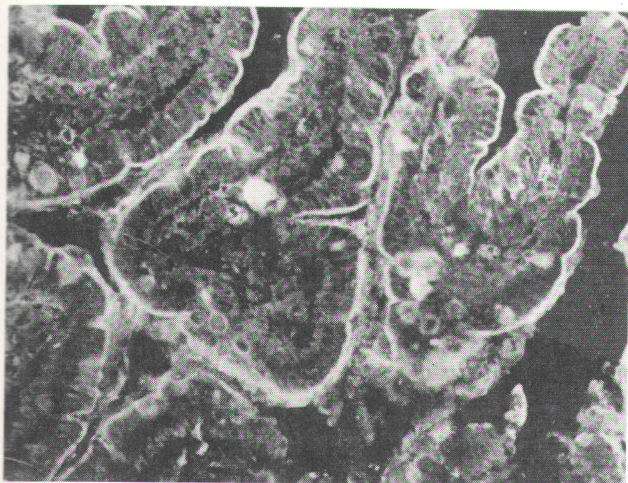
Tabela 2 – Table 2

obrok Ration	telesna težina – Body weight, g			utrošak hrane (g/dan/pacov) Feed consumption (g/day/rat)
	početna Start	krajnja End	razlika Difference	
1. Standardni obrok za pacove Standard ration for rats	289	296	+7	21,5
2. standardni obrok + 40% sirovog pasulja Standard ration + 40% of raw common beans	288	277**	-61**	8,6**
3. standardni obrok + 0,1% čistog PHA Standard ration + 0,1% of pure PHA	302	285*	-17*	21,0

U svakoj grupi je bilo po 10 životinja. Značajnost razlike od 1. grupe: *P<0,05; **P<0,01 (Student t-test).
 There were 10 animals in each group. Significant difference as compared to group 1 was: *P<0,05; **P<0,01 (Student t-test).

Interakcija lektina s intestinalnim epitelom. Već su rana ispitivanja povezala toksičnost dijetalnih lektina s njihovom interakcijom s odgovarajućim receptorima na površini crevnog epitela. Mnogi eksperimentalni podaci su potvrdili da se lektini uneti hranom vezuju za površinu različitih tipova ćelija u digestivnom traktu. Tako se SBA, WGA i PHA vezuju za površinu izolovanih ćelija crevnog epitela (Čuperlović i drugi, 1986) i karakteristično boje histološke isečke uzete sa različitih delova organa za varenje (slika 1). Međutim, u uslovima *in vivo*, oblaganje crevnog epitela dobija značajne razmere samo kod onih lektina koji su rezistentni na delovanje proteolitičkih enzima, što je karakteristika lektina iz grupe A. Tako unošenje obroka koji sadrži PHA prati distribucija lektina duž digestivnog trakta, počevši od želuca, pa sve do distalnih delova debelog creva. Na slici 2 je prikazan PHA zadržan na površini

crevnih resica pacova hranjenog obrokom sa sirovim pasuljem. Vezivanje lektina za glikoproteinske receptore na ćelijama crevnog epitela izaziva, zatim, niz patoloških promena: inhibiciju aktivnosti enzima, posebno enterokinaza (Rouanet i drugi, 1983), pojačano ljuštenje površinskih slojeva epitela, koje dovodi do smanjene debljine crevnog zida (Higuchi i drugi, 1983), poremećaje apsorpcije sastojaka hrane (Liener, 1986), intenzivno umnožavanje bakterijske populacije (Wilson i drugi, 1980) i prodiranje velikih molekula, uključujući i sam lektin, kroz intestinalnu barijeru u cirkulaciju. Ultramikroskopska ispitivanja su pokazala duboke lezije četkastog epitela, proredene i skraćene mikrovilije i poremećaje u strukturi enterocita (King i drugi, 1986) kod pacova hranjenih obrokom koji je sadržao PHA ili druge lektine sličnih karakteristika.



Slika 1 Histološki preparat resica tankog creva svinje tretiran fitohemaglutininom konjugovanim sa fluorescentnom bojom. Lektin se vezuje za površinu mukoznog epitela.

Figure 1 Histological preparation of villi in a pig treated by phytohaemagglutinine conjugated with fluorescent colour. Lectine is linked to the surface of the mucous epithelium.



Slika 2 Histološki preparat tankog creva pacova hranjenog obrokom s 40% sirovog pasulja. Preparat je tretiran s anti-PHA antitelima konjugovanim s fluorescentnom bojom. Lektin iz obroka vezan je za površinu epitela i pokriva vrhove resica.

Figure 2 Histological preparation of villi in a rat fed by rations containing 40% of raw common beans. The preparation was treated by anti-PHA antibodies conjugated with fluorescent colour. Lectine in the ration is linked to the surface of the epithelium and covers the tips of the villi.

Svi ovi efekti su više izraženi pri unošenju sirovih hrana nego samih prečišćenih lektina zbog sinergističkog delovanja drugih antinutritivnih materija, kao što su inhibitori proteaza, tanini i polifenoli.

Internalizacija lektina. Pojavom lektina u cirkulaciji, kao posledica razaranja intestinalne barijere, širi se njihovo delovanje i na ćelije krvi i unutrašnjih organa. Mnogi lektini pokazuju visoki afinitet prema glikoproteinskim receptorima na površini ćelija imunološkog sistema. U uslovima *in vitro*, vezivanje biljnih lektina za površinu limfocita predstavlja signal za mitogenu stimulaciju T ili B ćelija. *In vivo* je situacija složenija; lektini nejednako deluju na raz-

ličite subpopulacije limfocita. Tako LCA i neki drugi lektini menjaju odnos supresorskih i helperskih ćelija u korist prvih, što se manifestuje sporim odbacivanjem transplantata kod ogleđnih životinja ili većom osetljivošću na infekcije virusima i drugim patološkim agensima (Kinski i drugi, 1986; Cuong i drugi, 1984).

Osim specifičnih efekata na imunološki sistem, apsorpcija intaktnog PHA dovodi i do drastičnog pada nivoa insulina u plazmi i promena koncentracije drugih hormona (Palmer i drugi, 1987), što dalje utiče na brzinu sinteze proteina tkiva uopšte i posredno dovodi do pada mišićne mase životinja.

Zaključak

Ishrana hranivima biljnog porekla praćena je stalnim prilivom lektina u digestivni trakt. Najveći deo ovih biološki aktivnih proteina deli sudbinu drugih dijetalnih proteina, razloži se pod dejstvom proteolitičkih enzima i ne izaziva nikakve specifične efekte. Neka hraniva, posebno leguminoze, sadrže, međutim, lektine koji su otporni prema pro-

teolizi i inaktiviraju proteolitičke enzime. Uzimanje ovakvih materija praćeno je gubitkom telesne težine životinja, enteričnim simptomima, poremećajem apsorpcije, bujanjem bakterijske flore, prodiranjem lektina u cirkulaciju, imunološkim poremećajima i infekcijama. Aktivnost ovih toksičnih lektina gubi se pri zagrevanju, pa se posle odgovarajućeg termičkog tretiranja i hraniva koja ih sadrže mogu koristiti u ishrani bez negativnih posledica.

Literatura

1. **Banwell, J. G., Bolds, D. H., Meyers, J., Weber, F. L., Miller, B., Howard, R.** (1983): Phytohemagglutinin derived from red kidney bean (*Phaseolus vulgaris*): A cause for intestinal malabsorption associated with bacterial overgrowth in the rat. *Gastroenterology* 84, 506-515.
2. **Brady, P. G., Vannier, A. M., Banwell, J. G.** (1978): Identification of the dietary lectin, wheat germ agglutinin, in human intestinal contents. *Gastroenterology* 75, 236-241.
3. **Bulajić, M., Čuperlović, M., Movsesijan, M., Borojević, D.** (1986): Interaction of dietary lection (PHA) with the mucosa of rat digestive tract – Immunofluorescence studies. *Period. Biol.* 88, 331-336.
4. **Coung, D. V., Kulcsar, G., Horvath, P. D. J., Nasz, I.** (1984): Human adenovirus infection in phytohemagglutinin treated mice. *Acta Microbiol. Hungarica* 31, 49-53.
5. **Čuperlović, M., Cerović, G., Milošević, Z.**: Binding of PHA, WGA and SBA to the surface of rat intestinal epithelial cell in vitro. *Lectins*. Vol. V, Ed. Bóg-Hansen, T. C. and van Driessche, E., Walter de Gruyter and Co., pp 493-498, 1986.
6. **Čuperlović, M., Movsesijan, M., Jovanović, B.** (1982): Immunological quantitation of lectin from *Phaseolus vulgaris*. *Acta Veterinaria* 32, 47-54.
7. **Dixon, H. B. F.** (1981): Defining a lectin. *Nature* 292, 192.
8. **Etzler, M. E.**: Distribution and function of plant lectins. In: *The Lectins – Properties, Functions and Applications*, Ed. Liener, I. E., Sharon, N. and Goldstein, I. J., Academic Press, pp 371-435, 1986.
9. **Grant, G., More, L. J., McKenzie, N. H., Stewart, J. C., Pusztai, A.** (1983): A survey of the nutritional and haemagglutination properties of legume seeds generally available in UK. *Brit. J. Nutrition* 50, 207-214.
10. **Higuchi, M., Suga, M., Iwai, K.** (1983): Participation of lectin in biological effects of raw winged bean seeds on rats. *Agric. Biol. Chem.* 47, 1879-1886.
11. **Janković, M., Čuperlović, M.** (1990): Salt-soluble lectins of corn grain. *Plant. Physiol.* 93, 1659-1662.
12. **King, T. P., Pusztai, A., Grant, G., Slater, D.** (1986): Immunogold localization of ingested kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) lectins in epithelial cells of the rat small intestine. *Histochem. J.* 18, 413-420.
13. **Kinsky, R. G., Witkowski, J., Lehmann, M., Hilgert, I.** (1986): Modification of suppressor/cytotoxic and helper subsets in lentil lectin pretreated mice. *Immunol. Letters* 13, 51-53.
14. **Klurfeld, D. M., Kritchevsky, D.** (1987): Isolation and quantitation of lectins from vegetable oils. *Lipids* 22, 667-668.
15. **Lafont, J., Roche, C., Bellaton, C., Rouanet, J. M., Besancon, P., Pansu, D.** (1986): Influence de la lectine de *Phaseolus vulgaris* (PHA) sur l'absorption duodenale du calcium chez le rat. *Reprod. Nutr. Develop.* 26, 1185-1186.
16. **Liener, I. E.**: Nutritional significance of lectins in the diet. In: *The Lectins – Properties, Functions and Applications*, Ed. Liener, I. E., Sharon, N., and Goldstein, I. J., Academic Press, pp 527-552, 1986.
17. **Lis, H., Sharon, N.**: Soy bean (*Glycine max*) agglutinin. In: *Methods in Enzymology*, Ed. Ginsberg, V., Academic Press, New York, pp. 360-367, 1972.
18. **Newburg, D. S., Concon, J. M.** (1985): Lectins in rice and corn endosperm. *J. Agric. Food Chem.* 33, 685-687.
19. **Palmer, R. M., Pusztai, A., Bain, P., Grant, G.** (1987): Changes in rates of tissue protein synthesis in rats induced in vivo by consumption of kidney bean lectins. *Comp. Biochem. Physiol.* 88C, 179-183.
20. **Pusztai, A., Clarke, E. M. W., King, T. P.** (1979): The nutritional toxicity of *Phaseolus vulgaris* lectins. *Proc. Nutr. Soc.* 38, 115-120.
21. **Ramona, L. R., Thompson, L. U., Jenkins, D. J. A.** (1985): Lectins in foods and their relation to starch digestibility. *Nutrition Res.* 5, 919-929.
22. **Rigas, D. A., Osgood, E. A.** (1955): Purification and properties of the phytohemagglutinin of *Phaseolus vulgaris*. *J. Biol. Chem.* 212, 607-615.
23. **Rouanet, J. M., Besancon, P., Lafont, J.** (1983): Effect of lectins from leguminous seeds on rat duodenal enterokinase activity. *Experientia* 39, 1356-1358.
24. **Veličković, D., Vucelić-Radović, B., Čuperlović, M.** (1989): Imunohemijsko određivanje lektina u raznim proizvodima od soje. *Zbornik radova Poljoprivrednog fakulteta XXXIV* (591), 69-76.
25. **Williams, P. E. V., Pusztai, A., MacDearmid, A., Innes, G. M.** (1984): The use of kidney beans as protein supplements in diets for young rapidly growing beet steers. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 12, 1-10.
26. **Wilson, A. B., King, T. P., Clarke, E. M. W., Pusztai, A.** (1980): Kidney bean lectin induced lesions in rat small intestine. 2. Microbiological studies. *J. Comp. Path.* 90, 597-602.

LECTINES IN ANIMAL FEED

SUMMARY

A group of biologically active and receptively specific substances with strong affinity to sugars, commonly known as lectines, is attracting more and more attention because of its general presence in all living organisms, its various possibilities of application in biochemistry and because their biological effects have not been completely recognized yet. All substances of vegetal origin used in animal feeding contain lectines. They can be classified in several categories, depending on toxicity, resistibility to technological feed processing or to protheolytical effect of enzymes in the digestive tract.

The lectines in leguminous plants show a high level of toxicity and resistibility to the digestive enzymes. However, they can be inactivated by a proper heat-treatment. The antinutritive effects of lectines belonging to this group include: decreased weight gain in young animals, decreased utilization of essential feed ingredients, enterotoxichemistry, immunity disorders and even death if taken in for a longer period of time. Histochemical tests show that the majority of these lectines adhere to the surface of small intestine, thus causing lesions and disruptions of epithelium, absorption disturbances and bacteriological infections.

Since the other feeds of vegetal origin are largely used without being pre-heated, the lectines reach the digestive tract unchanged. Recently, it has been found out that a corn kernel, being the most representative ingredient of the rations for pigs and poultry, contains a whole spectrum of lectines of different properties. The grains of wheat, oats, barley and some other cereals, also contain lectines of similar properties which pass through the digestive tract partly undegraded, coating it by a mucous membrane along the way. However, the biological effects of these lectines which should not always necessarily be negative, as well as the total nutritive significance of their constant intake in the diets of both animals and humans are not quite clear yet.