

SRBIAN VETERINARY SOCIETY
FACULTY OF VETERINARY MEDICINE

BOOK OF ABSTRACTS

22th

SYMPOSIUM OF VETERINARIANS
OF SERBIA

WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION



120 YEARS FROM FOUNDATION

Организатор

**СРПСКО ВЕТЕРИНАРСКО ДРУШТВО
ФАКУЛТЕТ ВЕТЕРИНАРСКЕ МЕДИЦИНЕ**

Организациони одбор

Председник: Јовановић Слободан

Потпредседник: Босиљка Ђуричић, Тиквицки Грго, Петровић Милутин

Маркетинг: Бранислава Пазман, Милковић Миодраг

Секретар: Катринка Зоран, Јовановић Тијана

Покровитељ

**МИНИСТАРСТВО ПОЉОПРИВРЕДЕ, ТРГОВИНЕ, ШУМАРСТВА И
ВОДОПРИВРЕДЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ**

Спонзори:

»PROVET« Београд, **»VETMEDIC«** Вршац, **»SUPERLAB«** Д.О.О. Београд; **»AGROVET«**
Београд, **ВЕТЕРИНАРСКИ ЗАВОД ЗЕМУН А.Д.**, Земун, **»KRKA FARMA«** Д.О.О.
Београд, **»VELVET animal health «** Београд, **»САНО«** Н.Сад, **»СИ ПОЉОВЕТ«** Београд,
»NOVI-MIX« Београд, **»Patent Co«** Д.О.О. Мишићево, **» ВЕТЕРИНАРСКИ ЗАВОД «**
Суботица, **»ТЕННОЗОО«** Italy,

АНТИНУТРИТИВНЕ МАТЕРИЈЕ БИЉНОГ ПОРЕКЛА У ХРАНИ ЗА ЖИВОТИЊЕ

*Марковић Радмила^{1,3}, Тодоровић Милица¹, Радуловић С.¹,
Јовановић Д.¹, Петрујкић Б.¹, Балтић М. Ж.¹, Шефер Д.¹*

Кратак садржај

Антинутритивне материје су материје биљног порекла које умањују ефикасност искоришћавања хранива и оброка. Због тога је веома важно познавати начине за њихову идентификацију и поступке за њихово инактивисање у циљу максималног очувања хранљиве вредности.

У групу ових материја спадају: инхибитори ензима, антивитамици, супстанце које везују минерале и остале токсичне материје које се природно могу наћи у храни.

До сада је идентификован већи број оваквих материја, које не испољавају леталан ефекат или га испољавају само у случајевима када их животиња унесе у организам преко одређене количине. У исхрани домаћих животиња а посебно оних високог генетског потенцијала, данас су веома интересантна она хранива која су богата биолошки високовредним протеинима уз солидну или добру концентрацију енергије. У ову групу у првом реду спада зрневље једногодишњих легуминоза (соја, лупина, грашак, сочиво, и др.) као и одговарајући производи на бази њих. Биолошка вредност ових хранива је таква да омогућава делимичну, а код одређених врста и категорија и потпуну супституцију скупих анималних извора протеина у исхрани, што ова хранива чини актуелним и са економске тачке гледишта. Међутим, већина ових хранива садржи у својим плодовима или производима на бази њих веће или мање количине антинутритивних материја које свакако умањују ефикасност њиховог коришћења.

У последње две до три деценије наводе се поступци за њихово отклањање и инактивирање али и могућности за производњу различитих варијетета биљака са знатно смањеним количинама ових материја (соја без Кунитз трипсин инхибитора). Одговарајућим топлотним третманом већина непожељних материја се делимично или у потпуности инактивира. Међутим познато је да сваки топлотни третман хранива изазива денатурацију протеина, односно смањује њихову растворљивост у води. Услед смањене растворљивости протеина смањује се и сварљивост.

Доц. др Радмила Марковић; Милица Тодоровић, др вет. мед., Стамен Радуловић, др вет. мед., асистент; Мр Драгољуб Јовановић, стручни сарадник; Доц. др Бранко Петрујкић, асистент; Проф. Др Милан Ж. Балтић, Проф. др Драган Шефер; Катедра за Исхрану и ботанику, Факултет ветеринарске медицине, Универзитет у Београду, Србија

Различите антинутритивне материје су, са различитом количином, присутне у биљном свету, али их, свакако, највише има у легуминозама и неким другим биљкама.

Кључне речи: антинутритивне материје, легуминозе, штетни ефекти

Увод

Одређене материје у храни односно хранивима за исхрану домаћих животиња у значајној мери могу умањити њихову хранљиву вредност. До сада је идентификован већи број оваквих материја, које су због штетног деловања у исхрани домаћих животиња означене као „токсични фактори“. Овакав назив ипак није адекватан, јер ове материје или не испољавају леталан ефекат или га испољавају само у случајевима када их животиња унесе у организам преко значајне количина. У највећем броју случајева ове материје изазивају смањен раст животиња, лошију конверзију хране, различите хормоналне промене и различите оштећење различитих органа. Анти-нутритивне факторе (АНФ) можемо поделити као оне супстанце произведене у природним хранивима нормалним метаболизмом тих биљних врста различитим механизмима (нпр. инактивација хранљивих материја, смањењем дигестивног процеса или метаболичким инхибиторима), које имају ефекте у супротности са оптималном исхраном. Анти-инхибитори, који су АНФи за моногастричне животиње, не изазивају штетна дејства код преживара јер су деградирани у бурагу (Cheeke i Shull, 1985). Анти-инхибитори домаћих животиња а посебно оних високог генетског потенцијала, данас су нарочито интересантна она хранива која су богата биолошки високо вредним супстанцама уз солидну или добру концентрацију енергије. У ову групу, у првом реду се налазе једногодишњих легумуноза (соја, лупина, грашак, грахорица, пасуљ итд) као и одговарајући производи на бази њих. Биолошка вредност ових хранива је таква да омогућује делимичну, а код одређених врста и потпуну супституцију скупих анималних извора протеина, што ова хранива чине актуелним и са економске тачке гледишта.

Искористивање лишћа, махуна и јестивих гранчица од жбуња и дрвећа, као хранива је ограничена присуством АНФа. Разлог постојања АНФа у биљкама може бити свести као начин чувања сопствених нутријената или као средство за одбрану од штетних структура и репродуктивних елемената (Harborne, 1989). У ствари, многе биљке производе хиљаде једињења која, у зависности од ситуације, могу имати различите штетне последице на организме који их троше. Ова једињења, са различитим дигестивним материјама, се називају "allelochemicals" (Rozenal i Janzen, 1989). Анти-инхибитори могу се сматрати класом ових једињења, која генерално није штетна. Они умањују продуктивност животиње, али такође могу изазвати различите штетне ефекте током периода оскудице хране или боравка у пределима где је храна

богата овим материјама па их животиње троше у великим количинама (Kumar, 1992).

АНФи који ограничавају употребу жбуња и дрвећа као хране укључују непротеинске аминокиселине, гликозиде, фитохемаглутидине, полифеноле, алкалоиде, тритерпене и оксалну киселину.

Подела антинутритивних фактора

Антинутритивни фактори се могу поделити на више начина. Један од њих је по начину дејства, и то на: оне који ступају у интеракцију са протеинима хране, и оне који ремете процес искоришћавања минерала као и витамина (табела 1).

Табела 1: Класификација неких антинутритивних материја које најчешће сусрећемо у различитим биљним хранивима

ГЛАВНИ ФАКТОР	ОБИЧНО СЕ НАЛАЗИ У	НАЧИН НЕУТРАЛИСАЊА
Интеракција са протеинима хране		
Инхибитори протеаза	(трипсин) Соја	топлота
Хемаглутинини	(лектини) Соја	топлота
Сапонини	Грашак, луцерка	
Полифеноли	Танини, сирак	
Интеракција са искоришћавањем минерала		
Фитинска киселина	Соја, зрно	суплементација, додавање фитазе
Оксална киселина	протеини листа	топлотни третман
Глукозинолати	Уљана репица	генетска побољшања биљака
Госипол	Памуково семе	генетска побољшања биљака
Интеракција са искоришћавањем витамина		
Вит А (липоксигеназа)	Соја	топлотни третман
Вит Д	Соја	топлота
Вит Е (оксидаза)	Пасуљ	топлота, додавање вит.Е
Анти-никотинска киселина (ниациноген)	кукуруз	
Анти-пиридоксин	Ланена сачма	екстракција водом, загревање
Анти-витамин Б12	Сирова соја	топлотни третман
Цијаногени	Касава, сирак	топлотни третман

Велики број биљних компоненти има негативан утицај на производне резултате домаћих животиња (Mugie i sag., 2008). Антинутритивне материје се могу поделити и на термолабилне и термостабилне. Термолабилној групи припадају инхибитори протеаза, лектини и цијаногени, који су осетљиви на стандардне температуре

прераде хране за животиње. Другој групи припадају термостабилне антинутритивне материје. Ова група између осталих, обухвата и антигенске протеине, кондензоване танине, квинолизидинске алкалоиде, глукозинолате, сапонине, непротеинске деривате аминокиселина какви су С-метил цистеин сулфоксид и мимозин и фитоестрогени.

Инхибитори ензима

У храни се налазе бројни природни састојци који утичу на смањење активности метаболичких процеса у организму. Такви састојци су инхибитори ензима и сврставају се у групу антинутријената јер спречавају нормалан метаболизам одређених нутријената у организму. Инхибитори ензима су молекули присутни у храни, који се током метаболизма вежу за ензиме и спречавају њихову активност. Најчешће се налазе у малим количинама у соји, пшеници, кромпиру, луку, репи, кикирикују и парадајзу. По својој хемијској природи, инхибитори ензима су различите хемијске структуре, најчешће протеини. Инхибирају протеазе, амилазе, холинестеразе и друге ензиме (Marković i sar, 2010).

Пре више од 70 година Osborne i Mendel (1917) утврдили су да сирово зрно соје изазива смањен пораст пацова и лошије искоришћавање хране. Утврдили су и да се овај неповољни ефекат може елиминисати третирањем зрна соје топлотом. Исти ефекат касније је утврђен и са другим легуминозама. Наведене појаве изазивају различити фактори који инхибирају протеолитичку активност одређених ензима, због чега су и названи инхибитори протеаза.

Инхибитори протеаза представљају типичан пример термолабилних фактора који имају антинутритивну активност. До сада је утврђено шест различитих типова инхибитора протеаза и они представљају јединствену класу протеина који имају способност да реагују на високо специфичан начин са протеолитичким ензимима дигестивног тракта животиња. Најважнији антинутритивни фактори присутни у сировом зрну махунарки су трипсин и химотрипсин инхибитори, који смањују деловање панкреасне протеазе (Friedman i sar., 1991; Веuković i sar., 2010). Сирово зрно соје садржи два одвојена инхибитора протеаза: протеини са молекуларном масом од око 20.000 Да специфично усмерени пре свега против трипсина, познати као Kunitz трипсин инхибитор (Kunitz, 1945), као и оне који имају молекуларну масу од 6.000 до 12.000 Да и који су способни да инхибирају химотрипсин као и трипсин и називају се Bowman-Birk трипсин инхибитори (Bowman, 1944; Birk, 1961). Ефекти код животиња укључују редуковану дигестију протеина и ендогени губитак аминокиселина што резултира слабијим прирастом (код исхране са сировим зрном соје или незагреваном сојином сачмом). Успорен пораст животиња приписује се инхибирању варења протеина.

Трипсин инхибитор семена соје повезује се са хипертрофијом и лезијама панкреаса, и губитком аминокиселина са сумпором. Ипак, инхибитори трипсина

нису само антинутритивне супстанце. Данас се све више разматрају и као биолошки активна једињења (посебно Bowman-Birk-ов инхибитор) који могу значајно терапијски деловати у лечењу неких карцинома (Soetan, 2008; Rao i Sung, 1995; Davis i sar, 1999; Ren i sar, 2001; Jeong i sar, 2003). Полипептид мале молекулске масе лунасин има антиканцерогено деловање, а он је по неким ауторима саставни део Bowman-Birk-овог инхибитора (Gonzales de Mejla i sar, 2003).

Топлотна обрада и ферментација хранива смањују количине инхибитора протеаза тако да се њихов ефекат знатно умањује или елиминише (Olimpia, 2006). Одређени протеини семена легуминоза (антигени протеини) имају способност да прелазе епителијалну баријеру интестиналне мукозе и узрокују различите ефекте на имуне функције фармских животиња. У случају соје антигени протеини су глицинин и конглицин. Они су резистентни на денатурацију конвенционалним термалним поступцима и на деловање ензима у дигестивном тракту сисара. Антигене компоненте изазивају локалне и системске имунолошке реакције праћене озбиљним оштећењима интестинума (резултат су абнормални покрети црева, смањена апсорпција и предиспозиција за дијареју).

Нове сорте соје са ниским нивоима антинутритивних фактора су развијене током последњих 20 година. Нумowitz (1986) је селекционисао соју без Kunitz трипсин инхибитора. Име ове сорте је Kunitz и сада је то комерцијална сорта. У покушају да се повећа употреба легуминоза у исхрани користи се широк спектар техника обраде укључујући и екструдирање. Нутритивни ефекти екструдирања привукли су више пажње због веће индустријске употребе. Екструзија је топлотни процес високих производних капацитета и енергетске ефикасности, са краћим топлотним третманом у односу на друге системе загревања. Процес комбинује операције као што су мешање и загревање у условима високог трења и компресије (Fadel i sar., 1988). Излагање хранива високој температури за кратко време има повољан ефекат и високу стопу деструкције на термолабилне антинутритивне материје и уништавање микроорганизама.

Хемаглутиници (лектини)

Лектини су протеини који везују угљене хидрате. Лектинима припадају поред протеина и липопротеини и гликопротеини из махунарки (грашак, соја, итд.) који имају способност везивања одређених угљених хидрата. Постоје бактеријски, биљни и анимални лектини. Већина биљних лектина су гликопротеини. Највећи број лектина изолован је из легуминоза. Уколико су угљени хидрати које везују лектини део ћелијског зида, лектини ће узроковати аглутинацију (слепљивање у групе) таквих ћелија (називају се још и фитохемаглутиници јер се користе за аглутинацију еритроцита код одређивања крвних група). Токсични су за гастроинтестинални тракт (мучнина, повраћање и пролив) јер се везују за ћелије

епителна црева узрокујући некрозу тих ћелија, чиме оштећују интестиналну мукозу. Пасупротив већини осталих протеина хране, они не подлежу разградњи у дигестивном тракту и значајне количине ингестованих лектина се интактно могу изоловати из фецеса животиња које су храњене семењем легуминоза. Најпознатији лектин легуминоза је конкавалин А (Con A), лектин који има снажно антинутритивно и токсично својство, изолован је из биљке *Canavalia ensiformis* (врста пасуља) и специфичан је за манозу и глукозу. Лектини су такође присутни и у деттирастом пасуљу (*Psophocarpus tetragonolobus*) и соји. Конкавалин А делује активно смањујући дужину цревних ресица и на тај начин редукује површину за апсорпцију у танком цреву. Свеукупни ефекат је редукована апсорпција исхране праћена слабљењем имунског система. Уочено је заостајање у расту код животиња храњених некуваним махунаркама, пошто се кувањем (денатурација протеина) токсично дејство лектина инактивише (Olimpia, 2006). Познат је и лектинмагнутинин из пасуља, лектин кикирикија. Што се тиче лектина из других биљних врста, најчешће је изучаван ричин, лектин из *Ricinus communis*, специфичан за галактозу. Изузетна токсичност овог лектина заснива се на чињеници да се везује за рибозоме и инактивира их. Од свих биљних лектина највише изучаван је WGA, лектин из пшеничних клица, специфичан за N-ацетилглукозамин (GlcNAc).

Изучаване су и улоге биљних лектина у биљкама које их синтетишу. Биљни лектини су углавном смештени у деловима биљке одговорним за складиштење хранљивих материја, већином у зрну. Код пасуља, лектини и Con A су најистурљивији протеини семена, па њихов удео достиже неколико процената масе семена.

Лектини и болести човека. Количине лектина у храни веома варирају. Ипак, они могу драматично утицати на целокупан систем за варење хране и на здрављу бактеријску популацију, потом на метаболизам у целини, а тиме и на здравље човека. Проблем са биљним лектинима је да су они обично изузетно отпорни на протеолизу у цревима и да се везују са високом специфичношћу за лекцине, који се налазе на крајевима гликана, који се густо пружају са (глико)протеина на површини епителних ћелија црева. Када се биљни лектин веже за лекцидијски протеин на мембрани ентероцита, ендоцитозом се транспортује у цитозолу ћелија, а затим непромењен доспе у јетру, и системску циркулацију. На овај начин лако може доћи до имуне реакције на биљни лектин. Лектини су познати орални имуногени и могу ометати функције имунског система. Иако се приписује одређена улога и у настанку аутоимуних болести, а сматра се да се са лектинима из хране повезана појава реуматоидног артритиса.

Сапонини

Сапонини се у зрневљу соје, пасуља, грашка и других лептирњача налазе углавном у незнатним количинама и траговима. По хемијској природи су гликозиди. Сапонини су подељени у две групе: стероидне, који се појављују као гликозиди код нпр. *Brachiaria* врста (траве) и *Panicum species* (просо) и тритерпеноидне сапонине који се појављују код соје и луцерке. Ову групу материја карактерише изузетно горак укус, пенушање у течном раствору и хемолиза еритроцита (Марковић и сар., 2010). Хидролизом гликозида настају сапогенини који су стероиди или терпеноиди и шећери. Присуство стероида у оброцима за младе моногастричне животиње може да има изванредан депресиван утицај на раст, што није случај код преживара где бивају разграђени од стране симбиотске микрофлоре. Међутим примарни биолошки утицај сапонина јесте интеракција са целуларним компонентама мембране. Поменути хидролизирајући ефекат сапонина на црвена крвна зрнца одвија се преко интеракције са холестеролом у мембране еритроцита.

Иначе сапонини присутни у хранивима нису детаљно изучавани. Највише се одмакло у изучавању сапонина присутних у луцерки. Живина је знатно осетљивија од свиња на деловање сапонина. При учешћу 20% луцеркиног брашна у смешама за живину (0,3% сапонина) долази до значајније депресије у порасту, док исти ниво сапонина у храни за свиње нема негативног утицаја. Код оваца се појављују стања са поремећеном функцијом јетре онда када конзумирају биљке које садрже стероидне сапонине. Насупрот томе, тритерпеноидни сапонини из луцерке смањују деградацију састојака хране у румену.

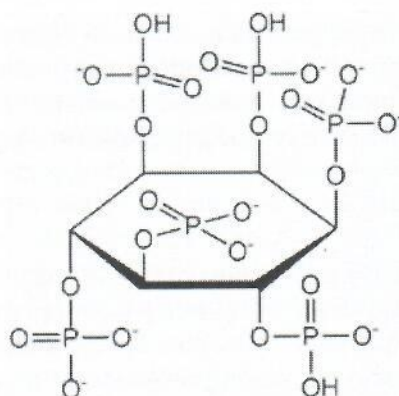
Полифенолна једињења

У овој великој групи једињења (флавоноиди, флавоноли, изофлавоноли и др.) најважнији су танини, који по хемијској природи представљају полифенолне супстанце са молекуларном масом већом од 500 Да. У току хидролизе под дејством ензима танини се разграђују при чему настају угљенохидратни остатак и фенокарбоксилна киселина. Неповољан ефекат танина испољава се преко смањивања сварљивости суве материје и протеина, што се може довести у везу са поремећајем активности трипсина и алфа-амилазе, везивањем ензима или протеина у нерастворљиве комплексе. Полифеноли могу истим механизмом инактивирати и ензиме. Ипак, полифеноли могу имати и антиоксидативни ефекат.

Код носилца танини доводе до опадања носивости, слабијег коришћења хране и чак до повећане смртности. Све врсте зрна житарица садрже танине, а слама сирка чак до 5%. Присуство кондензованих танина утврђено је у љусци рогача и уљаној репици.

Фитинска киселина

Фитинска киселина је инозитол-хексафосфат, односно фитин, тј. Са/Мg со фитинске киселине и налази се у многим житарицама и легуминозама као неактивни облик фосфора и енергије где ова киселина чини 1% СМ или више и 30-80% фосфора из биљке је у облику фитинске киселине.



Слика 1. Структурна формула фитинске киселине

Комплекси фитинске киселине и многих метала, где се ова киселина налази као хелатор неких јона (цинка, гвожђа, калцијума, бакра и других) изразито су стабилни у широком распону рН-вредности. Један молекул фитинске киселине може да веже до шест двовалентних катјона, уз паралелну могућност интермолекулоског везивања два или више молекула фитинске киселине уз учешће водоникових веза, што објашњава појаву симптома недостатка неких минерала (најчешће цинка, гвожђа и мангана) у организму животиња, нарочито свиња и живине, у случају када су оброци за животиње састављени искључиво на бази биљних компоненти. Фитинска киселина показује склоност и ка формирању комплексних једињења са неким макромолекулима, нпр. протеинима, чиме такође утиче на смањење искоришћења ових нутријената.

Већина житарица и уљарица садржи 1-2% фитата, односно 60-90% од укупног фосфора чини фитински фосфор у тим биљним културама. Фитински фосфор је неискористив за бројлере, као уосталом, и за друге врсте моногастичних животиња, с обзиром да они не поседују фитазе, ензиме неопходне за превођење фитата у ниже фосфатне естре, односно миоинозитол. Додавање фитазе у оброке за животиње, веома актуелно у свету, како би се искористио фитински фосфор и избегли трошкови везани за употребу дикалцијумфосфата или неког другог минералног хранива као извора фосфора за животиње. Ово захтева познавање садржаја фитата како у хранивима, тако и у потпуним крмним смешама. Најновија

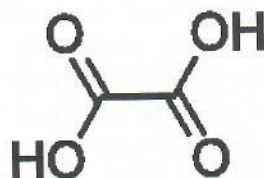
открића везана за антиоксидативну природу фитинске киселине и њен потенцијал у лечењу кардиоваскуларних и канцерогених обољења доприносе сазнању о неопходности увођења брзе и једноставне методе за одређивање садржаја фитинске киселине (Вагаћ и сар., 2005).

Фитаза је ензим који се може додати у храну за животиње и тако побољшати сварљивост фосфора из фитинске киселине и других хранљивих материја везаних за фитинску киселину у житарицама, сачмама из уљарица и њиховим нус производима.

Додатком фитазе смањује се потреба за количином додатог неорганског фосфора у храни за животиње и омогућава преформулацију obroка узимајући у обзир повећање енергетске и аминокиселинске сварљивости хране која доводи до смањења цене коштања. Због тога се фосфор смањено излучује у животну средину.

Оксална киселина

Оксална киселина се налази у слободном стању и у форми соли како у биљкама, тако и у животињама. Ова киселина је у већој мери присутна у лишћу биљака као што су репа, спанаћ, зеље, равен (*Gentiana lutea*), киселица (*Rumex Acetosa*). У њима се налазе као кристали калцијум-оксалата који се могу видети под микроскопом. Спанаћ може да садржи и до 600 mg оксалне киселине. Са друге стране у грашку и пасуљу су присутне врло мале количине оксалне киселине. Антинутритивни ефекат оксалне киселине јавља се због везивања са Са и стварања нерастворљивих комплекса и последичног слабијег искоришћавања Са. Код преживара оксална киселина нема никакав значај јер је установљено да микроорганизми румена могу вршити декомпоновање (цепање) Са од оксалне киселине.



Слика 2. Структурна формула оксалне киселине

Глукозинолати

Глукозинолати (ГЛС) су тиогликозиди нађени у многим важним биљкама (купусњаче, *Brassicaceae*) и до данас их је откривено преко 90. Код слачица њиховом деградацијом се добија сенфово уље које даје љут укус, а код осталих купусњача (купус, келј ...) карактеристичан пријатан укус. Ензимском или

хемијском хидролизом дају ацикличка и хетероцикличка испарљива једињења са N и/или S, који наведеним биљкама дају љути укус и мирис. У храни за животиње њихови производи су штетни, јер због специфичног мириса стока нерадо једе сачму, а делују и тиротоксично, смањују или блокирају функцију штитне жлезде, што доводи до смањене циркулације и успоравања метаболизма. Нека од ових једињења имају антиканцерогена својства.

Уклањање глукозе из глукозинолата биљним ензимима или ензимима пореклом из микроорганизама (мирозинама) може резултирати добијањем различитих компоненти, које подлежу даљем разлагању, те дају велики број токсичних супстанци. Најубичајенији производи таквог метаболизма су изотиоцијанати и нитрити. Они могу изазвати оштећења органа, гушавост, смањен унос хране нарочито код непреживара. Њихов основни биолошки ефекат се испољава смањењем синтезе хормона тиреоидне жлезде што доводи до појаве гушавости. Гушавост не изазивају глукозинолати већ производи њихове хидролизе. Штетан утицај ових супстанци на тиреоидну жлезду манифестује се због мањег уграђивања јода у прекурсоре тироксина, као и поремећаје у секрецији ове жлезде. Говеда и овце које се хране углавном сточним кељом или чак кељом имају увећане тиреоидне жлезде дефицитарне у јоду. Сачма уљане репице због одређеног садржаја ових супстанци има ограничену употребу у исхрани домаћих животиња. Због тога су у последњих 20 година селекционисани нови варијетети са ниским садржајем глукозинолата.

Глукозинолати се јављају у корену биљака, стаблу, лишћу и семену заједно са ензимом тиоглукозидазом. Овај ензим хидролизује глукозинолате при чему настају глукоза, кисели сулфат или тиоцијанати, изоцијанати или нитрити. Експериментима је доказано штетно деловање глукозинолата пре свега код живине и свиња. Утврђено је да присуство глукозинолата у оброку младих пилића изазива слабији пораст, хиперплазију и хипертрофију тиреоиде. Такође утврђена су и крварења у јетри бројлера храњених сачмом уљане репице што се приписује дејству нитрита.

Коришћењем 10-20% сачме уљане репице у исхрани свиња описано је смањење прираста, хиперплазије тиреоиде и увећање јетре и бубрега. Такође је утврђена смањена количина протеински везаног јода у крвном серум, као и проблем у концепцији назимица. У истом експерименту сачма са ниским нивоом глукозинолата -Bronowski i Tower (Bell, 1974) није испољавала описане последице. Код старих сората уљане репице у сачми се налазило и до 400 $\mu\text{mola g}^{-1}$ ГЛС, а код сората "0" типа садржај ГЛС је око 150, што је и даље ограничавало њену употребу у исхрани домаћих животиња. У Пољској сорти Броновски је у 1967. години пронашао природни мутант са ниским садржајем ГЛС а већ 1974, такође у Канади је селекционисана прва сорта типа "00" (дупли нулаши) под називом "Tower" која је имала низак садржај ерука киселина и глукозинолата (до 30 $\mu\text{mola g}^{-1}$). Наредних година се ствара још таквих сората.

Госипол

Госипол је пигмент који се налази у целом семену памука. У слободној форми је токсичан јер изазива оштећење органа, прекид рада срца и угинуће животиње. Могу се јавити и као комплексна једињења госипола и протеина. Ови пигменти су веома реактивни и због тога могу изазвати неповољне последице код моногастричних животиња. У уљу и брашну памуковог семена идентификовано је до сада најмање 15 различитих пигмената са доминантном жутом бојом.

Физиолошки утицај слободног госипола, поред опадања апетита и губитка телесне масе, укључује нагомилавање течности у телесним шупљинама, неправилан рад срца, смањен капацитет крви за везивање и транспорт кисеоника и неповољан утицај на одређене ензиме јетре.

Утврђено је да количина од 0,06% слободног госипола у оброку за бројлере доводи до њиховог слабијег раста. Ово смањење је нарочито изражено код количине од 0,1% у оброку. У оброцима за носиле количина госипола од 0,15% изазива пад носивости, а жуманце има карактеристичну маслинасто-зелену боју. Виши нивои госипола доводе до формирања жуто-браон пигмента у јетри и слезини, као резултат деструктивног утицаја на еритроците.

У исхрани свиња ниво госипола од 0,01% изазива смањење пораста животиње, док ниво од 0,015% у оброку може довести до угинућа животиње. Знатно мањи ефекат госипола у исхрани преживара последица је формирања стабилног комплекса са растворљивим протеинима у румену, који је резистентан на деловање ензима.

Госипол може формирати комплексе са металима, нарочито са гвожђем. Отуда додавање феросулфата у оброке за свиње и живину доводи до пораста толеранције ових животиња на повећане нивое госипола у храни.

Антивитамини

У ову групу антинутритивних материја спадају оне супстанце које смањују или спречавају деловање витамина. Према начину деловања антивитамини су подељени у три подгрупе:

- једињења која због сличне структуре са витаминима имају компетитивно деловање у метаболичким процесима
- једињења која мењају структуру витамина или са њима граде стабилне комплексе услед чега они постају неактивни
- ензими који разлажу витамине.

Антивитамини растворљиви у мастима. Сирово зрно соје садржи ензим липоксигеназу која може учествовати у разграђивање каротина и на тај начин

директно доприносити смањењу нивоа витамина А и каротина у крвној плазми. Тако на пример 30% млевеног сировог зрна соје у оброку код телади може изазвати нагло смањење концентрације витамина А и каротина у крвној плазми.

Истовремено одређена фракција протеина из сирове соје може да изазове рахитис код ћурака. Овај ефекат утврђен је и код пилића и свиња, а елиминисе се аутоклавирањем овог протеина. Ефекат се делимично може елиминисати повећањем витамина Д у оброку за 8-10 пута.

У сировом грашку, соји, луцерки, пасуљу може се идентификовати антивитамин Е чији се непожељан утицај манифестује дистрофијом мишића младих животиња, а може доћи и до некрозе јетре.

Дикумарол који је изолован из покварене хране за животиње показује антивитаминско деловање са витамином К. Своје деловање испољава захваљујући великој сличности са витамином К и компетитивној инхибицији његове активности. Код животиња храњених поквареном детелином долази до хеморагија и до смрти.

Антивитамини Б комплекса. Тиаминаза (1 и 2), антиамиин фактор присутан је у папрати и изазива поремећаје код говеда и коња када конзумирају ову биљку. Антивитаминска активност утврђена је такође и у пиринчаним мекињама, семену слачице, памука итд.

Међусобна корелација између оброка заснованих на кукурузу и појаве пелагре код људи добро је позната. У оваквим и сличним случајевима код свиња долази до појаве дерматитис синдрома, сличног пелагри, као последица везивања никотинске киселине са другим супстанцама. Овако формирано једињење потпуно је резистентно на ензимско варење и назива се ниациноген.

У семену лана изолована је и супстанца која представља антагонист пиридоксину а јавља се обично у комбинацији са глутаминском киселином као пептид назван линатин (антивитамин витамина Б6).

Антивитамин витамина ПП (антиниацин)-Пиридин-3-сулфонска киселина се понаша као снажан антагонист активности никотинамида. Овај антивитамин не само да инхибира дејство ниацина, већ истовремено спречава његово настајање из триптофана. Овај антивитамин се налази у зрну кукуруза, и ако је кукуруз значајан део исхране може доћи до развоја симптома пелагре, услед недостатка ниацина.

Антивитамин биотина. Протеин авидин из сировог беланцета јаја гради стабилан комплекс који се у дигестивном тракту не ресорбује. Последица је недостатак биотина. Пошто је авидин беланчевина и денатурише се под утицајем топлоте термички обрађен јаја нису штетна. Симптоми недостатка биотина забележени су тек после конзумирања веће количине сирових јаја.

Цијаногенигликозиди

Цијаногени гликозиди се у биљкама (а нарочито из фамилије сирка- сирак, суданска трава) налазе широко распрострањени у различитим формама, а ензимском хидролизом у организму ослобађају цијановодик (HCN). У хранивима најчешће доминирају дурин и линамарин. То су гликозиди који се метаболишу до HCN-а који изазива дисфункцију централног нервног система, престанак дисања и рада срца. Осетљиве су јединке са недостатком јода или аминокиселина са сумпором у исхрани. Велике количине тиоцијаната могу изазвати гушавост инхибиторним деловањем на накупљање јода у штитној жлезди (Marković i sar., 2010).

Отклањање или инактивисање антинутритивних материја

Постоје поступци за отклањање или инактивирање антинутритивних материја. У последње две до три деценије усавршени су ови поступци, мада постоје знатне могућности за производњу различитих варијетета биљака без или са знатно смањеним количинама ових материја (Soetan i Oyewole, 2009).

Одговарајућим топлотним третманом већина непожељних материја се делимично или потпуно инактивира. Међутим познато је да сваки температурни третман хранива изазива денатурацију протеина, односно смањује њихову растворљивост у води, што доводи до смањења укупне површине на коју делују ензими варења што доприноси њиховој слабијој сварљивости (смањује се од 80-85 на 9-15%).

Такође услед неодговарајућег топлотног третмана настају и такве хемијске промене у склопу којих поједине аминокиселине базних аминокиселина (лизин, триптофан, аргинин, хистидин) ступају у реакцију са алдехидним групама лакоредукујућих шећера као што су лактоза и глукоза (Maillardova реакција). Као резултат таквих реакција настају теже растворљива једињења као што су лактоза-лизин или галактоза-фруктоза-лизин, чиме се у значајној мери умањује ефикасност искоришћавања лизина и других аминокиселина (ефикасност искоришћавања лизина може бити смањена за 30-40%). Такође излагањем хранива сувише високим температурама долази до везивања азота са лигнином и стварања тзв. "оштећених" протеина што се сигурно негативно одражава на ефикасност њиховог искоришћавања.

Литература

1. Barać, M., Slađana Stanojević, Pešić Mirjana. 2005. Biologically active components of soybeans and soy protein products. *Acta Periodica Technologica*, 36,1-266., 2. Beuković, D., Beuković, M., Ljubojević, D. 2010. Efekat antinutritivnih faktora u sirovom zrnu soje na

- proizvodne karakteristike pilića u tovu. XXIV Savetovanje agronoma, veterinara i tehnologa, Vol. 16, br. 3-4, 143-154., 3. Bell, J.M. 1974. Nutritional value of low glucosinolate rapeseed meal for swine. *Can. J. Anim. Sci.* 55: 61-70., 4. Birk, Y. 1961. Purification and some properties of a highly active inhibitor of trypsin and α -chymotrypsin from soybeans. *Biochim. Biophys. Acta.* 54, 378-381., 5. Bowman, D.E. 1944. Fractions derived from soy beans and navy beans which retard triptic digestion of casein. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 57, 139-140.
2. Cheecke, P.R. and Shull, L.R. 1985. *Natural Toxicants in Feeds and Livestock*. AVI Publishing Inc. West Port, Connecticut., 6. Davie, S.R., Dalais, F.S., Simpson, E.R., Murkies, A.L. 1999. Phytoestrogens in health and disease. *Recent Prog. Horm. Res.*, 54, 185-210., 7. Friedman, M., Brandon, D.L., Bates, A.H., Hymowitz, T. 1991. Comparison of a commercial soybean cultivar and an isoline lacking the Kunitz trypsin inhibitor: composition, nutritional value and effects of heating. *J. Agric. Food Chem.* 39, 327-335., 8. Gonzales de Mejia, E., Bradford, T. and C. Hasler. 2003. The Anticarcinogenic Potential of Soybean Lectin and Lunasin. *Nutrit. Rev.* 61, 239-246., 9. Harborne, J.B. 1989. Biosynthesis and function of antinutritional factors in plants. *Aspects of Applied Biology* 19, 21-28., 10. Hymowitz, T. 1986. Genetics and breeding of soybeans lacking the Kunitz trypsin inhibitor. Pages 291-298 in *Nutritional and Toxicological Significance of Enzyme Inhibitors in Foods*. M. Friedman, ed. Plenum Press, New York, NY., 11. Jeong, H.J., Park, H.J., Lam, Y. and de Lumen, B.O. 2003. Characterization of Lunasin Isolated from Soybean. *J. Agric. Food Chem.* 51, 7901-7906., 12. Kumar R 1992 Antinutritional factors. The potential risks of toxicity and the methods to alleviate them. In: *Legume trees and other fodder trees as protein source for livestock*. FAO Animal Production and Health Paper No. 102. (Edited By A W Speedy and P L Pugliese). pp. 145-160., 13. Kunitz, M. 1945. Crystallization of a trypsin inhibitor from soybean. *Science* 101, 668-669., 14. Marković Radmila, Petrujkić Branko, Šefer Dragan. 2010. *Bezbednost hrane za životinje*. Fakultet veterinarske medicine Beograd., 15. Myrie, S. B., Bertolo, R. F., Sauer, W. C. and Ball, R. O. 2008. Effect of common antinutritive factors and fibrous feedstuffs in pig diets on amino acid digestibilities with special emphasis on threonine. *J Anim Sci* 2008, 86:609-619., 16. Olimpia Colibar. 2006. Some treatment for soya beans antinutritive factors inactivation. *Banat University of Agricultural Science and Veterinary Medicine, Timisoara, Romania*, pp.429., 17. Osborne, T.B. and L.B. Mendel. 1917. The use of soybeans as food. *J. Biol. Chem.* 32:369-387., 18. Rao, A.V. and Sung, M.K. 1995. Saponins as anticarcinogens. *J. Agric. Food Chem.* 125, 717S-724S., 19. Ren, M.K., Kuhn, G., Wegner, K. and J. Chen. 2001. Isoflavones, Substances with Multi-Biological and Clinical Properties. *Eur. J. Nutr.*, 40, 135-146., 20. Rosenthal, G.A. and Janzen, D.H. 1979. *Herbivores. Their Interaction with secondary plant metabolites*. Academic Press. New York., 21. Soetan, K.O. 2008. Pharmacological and other beneficial effects of antinutritional factors in plants A review. *African Journal of Biotechnology*. Vol. 7, 25, 4713-4721., 22. Soetan, K.O. and Oyewole, O.E. 2009. The need for adequate processing to reduce the antinutritional factors in plant used as human foods and animal feeds: A review. *African Journal of Food Science*, Vol. 3,9, 223-232.

ANTINUTRITIVE SUBSTANCES OF PLANT ORIGIN IN ANIMAL FEED

*Marković Radmila¹, Todorović Milica¹, Radulović S.¹, Jovanović D.¹, Petrujkić B.¹,
Baltić M. Ž.¹, Šefer D.¹*

Antinutritive substances are substances of plant origin that decrease the efficiency of utilization of nutrients and meal. It is therefore very important to know how to identify them, and procedures for their inactivation to preserve the maximum nutritional value.

The group of these substances include: enzyme inhibitors, antivitamins, substances that bind minerals and other toxic substances that are naturally found in feeds.

So far identified a number of such substances, which do not show lethal effect, or it occurs only in cases when animals ingested over a certain amount. The nutrition of domestic animals and especially those with high genetic potential, today it is very interesting nutrients that are rich in biologically high-value proteins with a solid or a good concentration of energy. This group primarily includes annual grain legumes (soybean, legumes, peas, lentils, etc.) and the corresponding products based on them. The biological value of these nutrients is such that allows partial, and in certain types and categories and complete substitution of expensive animal protein sources in the diet, as these nutrients seem to date and from an economic point of view. However, most of the nutrients contained in fruits and their products based on them larger or smaller amounts of antinutritive substances which certainly reduces the effectiveness of their use.

In the last two to three decades of state procedures for removing and inactivating them and the possibility of producing different varieties of plants with greatly reduced quantities of these substances (without the Kunitz soybean trypsin inhibitor). Appropriate heat treatment is most undesirable substances partially or completely inactivated. However it is known that each temperature treatment causes denaturation of protein nutrients and reduce their solubility in water. Due to decreased protein solubility and digestibility decreases.

Different materials are antinutritive, with different amounts, represented in the plant world, but, of course, there is plenty of legumes and some grains.

Keywords: *antinutritive matter, legumes, adverse effects*

Radmila Marković, *PhD*, assistant professor; Milica Todorović, *DVM*, Stamen Radulović, *DVM*, assistant; Dragoljub Jovanović, *MSc*, researcher ; Branko Petrujkić, *PhD*, assistant; Milan Ž. Baltić, *PhD*, professor, Dragan Šefer; *Phd*, professor

CIP – Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

636.09:616 (082)

636.09:616 (048)

614.31 (082)

614.31 (048)

636.084/.087(082)

636.084/.087(048)

САВЕТОВАЊЕ ветеринара Србије (са међународним учешћем)

(22 ; 2011; Златибор)

Зборник радова и кратких садржаја /22. саветовање ветеринара Србије (са међународним учешћем), Златибор, од 14-17. септембра.2011. године ; [организатори] Српско ветеринарско друштво [и] Факултет ветеринарске медицине ; [главни и одговорни уредник Босилка Ђуричић]. –Београд : Српско ветеринарско друштво, 2011 (Београд : Научна КМД). –XIII, – 371 стр. : граф. прикази, табеле ; 24 цм

Делимично упоредо срп. текст и енгл. превод.

- Тираж 800. – Напомене и библиографске референце уз текст. - Библиографија уз поједине радове.

ISBN 978-86-83115-18-1

1. Ђуричић, Босилка [главни и одговорни уредник] 2. Српско ветеринарско друштво (Београд) 3. Факултет ветеринарске медицине (Београд)

а) Ветеринарска медицина – Зборници б) Ветеринарска медицина – Апстракти с) Ветеринарска епизоотиологија – Зборници d) Ветеринарска епизоотиологија – Апстракти е) Животне намирнице – Хигијена - Зборници f) Животне намирнице – Хигијена - Апстракти g) Домаће животиње – Исхрана – Зборници h) Домаће животиње – Исхрана - Апстракти

COBISS.SR-ID 185985036