

Stanko Ivanković

OSNOVI OPĆE HRANIDBE I KRMIVA

Mostar, 2006.

Nakladnik:
Sveučilište u Mostaru

Za nakladnika:
Prof. dr. sc. Frano Ljubić

Recenzenti:
Prof. dr. sc. Ivan Bogut
Prof. dr. sc. Salko Muratović
Prof. dr. sc. Miroslav Arapović

Lektor:
Prof. Mirna Brkić

Tisak:
Suton d.o.o., Široki Brijeg

Naklada:
500 primjeraka

CIP – Katalogizacija u publikaciji
Nacionalna i univerzitetska biblioteka
Bosne i Hercegovine, Sarajevo

636.1/.9.085.1/.5(075.8)

IVANKOVIĆ, Stanko
Osnovi opće hranidbe i krmiva / Stanko
Ivanković. - Mostar : Sveučilište, 2006. - 189
str. : graf. Prikazi ; 24 cm

Bibliografija: str. 182-183

ISBN 9958-690-29-2

COBISS.BH-ID 14979846

Manualia universitas studiorum Mostariensis - Udžbenici Sveučilišta u Mostaru
Objavljivanje ovog sveučilišnog udžbenika odobrio je:
Senat Sveučilišta u Mostaru, odlukom broj: 01-681/06, od 18. svibnja 2006.

Predgovor

Iskorištavanje domaćih životinja temelji se na preradi hrane koja je malo ili nimalo prikladna za ljudsku ishranu u proizvode visoke hranidbene vrijednosti. Životinje konzumiraju krmu i tijekom procesa probave razlažu je na jednostavne sastojke u probavnom aparatu, koje nakon resorpcije koriste za izgradnju vlastitih stanica, zamjenu dotrajalih, izgradnju tkiva, održavanje funkcija organizma, rad, rast, razvoj, reprodukciju te proizvodnju mlijeka ili jaja.

Udžbenik je podijeljen u tri poglavlja. U prvom poglavlju opisane su karakteristike životinja i biljaka, hranjive tvari, metabolizam hranjivih tvari, probavni sustav, probavljivost krmiva, bilance hranjivih tvari i ocjena hranjive vrijednosti krmiva. Drugo poglavlje opisuje krmiva s osnovnim njihovim karakteristikama. Treće poglavlje opisuje krmne smjese i sastavljanje krmnih smjesa.

Udžbenik je namijenjen studentima Agronomskog fakulteta u Mostaru, koji slušaju kolegij "Hranidba domaćih životinja", a koji se izučava na Općem i Zootehničkom smjeru. Nadopunom ovog udžbenika drugim udžbenicima koji obrađuju polje specijalne hranidbe domaćih životinja mišljenja sam da ga studenti mogu kvalitetno upoznati i proučavati.

Rukopis su, kao recenzenti, pregledali prof. dr. Ivan Bogut, prof. dr. Salko Muratović i prof. dr. Miroslav Arapović. Zahvaljujem im za uslugu i istinski trud koji su uložili te za sugestije kojima su pridonijeli da ovaj udžbenik bude kvalitetniji. Zahvaljujem svima ostalim koji su na bilo koji način pridonijeli izdavanju ovog udžbenika. Iskreno se nadam da će ova knjiga biti na korist studentima agronomije, stručnjacima, znanstvenicima i naprednim farmerima-stočarima u cilju obnove i razvoja agrara Bosne i Hercegovine. Nadam se da će ovaj udžbenik barem malim dijelom tome doprinijeti.

Svibanj, 2006.

doc. dr. sc. Stanko Ivanković

Stanko Ivanković

OSNOVI OPĆE HRANIDBE I KRMIVA

Mostar, 2006

Predgovor

Iskorištavanje domaćih životinja temelji se na preradi hrane koja je malo ili nimalo podesna za ljudsku ishranu u proizvode visoke hranidbene vrijednosti. Životinje konzumiraju krmu i tijekom procesa probave razlažu je na jednostavne sastojke u probavnom aparatu, koju nakon resorpcije koriste za izgradnju vlastitih stanica, zamjenu dotrajalih, izgradnju tkiva, održavanje funkcija organizma, rad, rast, razvoj, reprodukciju te proizvodnju mlijeka ili jaja.

Udžbenik je podijeljen u tri poglavlja. U prvom poglavlju opisane su karakteristike životinja i biljaka, hranjive tvari, metabolizam hranjivih tvari, probavni sustav, probavljivost krmiva, bilance hranjivih tvari i ocjena hranjive vrijednosti krmiva. Drugo poglavlje opisuje krmiva sa osnovnim njihovim karakteristikama. Treće poglavlje opisuje krmne smjese i sastavljanje krmnih smjesa.

Udžbenik je namjenjen za studente Agronomskog fakulteta u Mostaru, koji slušaju kolegij „Hranidba domaćih životinja“ a koji se izučava na Općem i Zotehničkom smjeru. Nadopunom ovog udžbenika sa drugim udžbenicima koji obrađuju polje specijalne hranidbe domaćih životinja mišljenja sam ga studenti mogu kvalitetno upoznati i proučavati.

Rukopis su kao recenzenti pregledali prof.dr.Ivan Bogut, prof.dr.Salko Muratović i prof. dr.Miroslav Arapović. Zahvaljujem im za uslugu i istinski trud koji su uložili te za sugestije kojima su pridonijeli da ovaj udžbenik bude kvalitetniji. Zahvaljujem se svima ostalim koji su na bilo koji način pridonijeli izdavanju ovog udžbenika. Iskreno se nadam da će ova knjiga biti na korist studentima agronomije, stručnjacima, znanstvenicima i naprednim farmerima-stočarima u cilju obnove i razvoja agrara Bosne i Hercegovine i šire. Nadam se da će i ovaj udžbenik barem malim dijelom tome doprinijeti.

Ožujak,2006

doc.dr.sc. Stanko Ivanković

1. Kemijski sastav biljaka, životinja i animalnih proizvoda

Pravilno sastavljanje obroka za domaće životinje i njihovo hranjenje zahtijeva poznavanje kemijskog sastava životinjskih organizama i sastava biljnih organizama kojima se životinje hrane. Hranu koju životinje pojedu prerađuju u svom organizmu preko niza kemijskih i fizioloških procesa. Jedan dio te hrane zadrži se u organizmu za potrebe organizma životinje, a drugi dio se izbacuje iz organizma kao neprobavljiv. Gospodarska važnost svake pojedine životinje zavisi i od kakvoće i količine proizvoda koji ona proizvodi i zbog toga treba u dnevnom obroku dobiti sve potrebne tvari koje joj omogućavaju da njen organizam normalno funkcionira, ali i da se iskoristi njen proizvodni potencijal. U kemijskom pogledu biljke, životinje i njihovi proizvodi imaju sličan sastav. Izgrađeni su od vode i suhe tvari. Izdvajanje vode se vrši sušenjem (na 105 °C) pri čemu ostaje samo suha tvar.

Suha tvar se sastoji od organske i anorganske) tvari. Spaljivanjem suhe tvari, organski dio izgori, a ostaje pepeo, odnosno mineralni ili anorganski dio koji se sastoji od mikro i makro elemenata. Organska hranjiva tvar sastoji se od dušične hranjive tvari (sirovi proteini, bjelancevine i amidi), nedušične hranjive tvari (sirove masti i ugljikohidrati) i neophodne hranjive tvari koje trebaju organizmu u vrlo malim količinama (vitamini, hormoni i enzimi). Nedušične hranjive tvari čine ugljikohidrati i masti. U skupinu ugljikohidrata spadaju sirova vlakna (celuloza) i nedušične ekstraktivne tvari (šećeri).

Sastav tijela životinje ovisi o vrsti životinje, starosti i kondicije. Zametak teleta sadrži i do 95 % vode, tele po rođenju ima 75 - 80 %, a odrasla grla 50 – 60 % vode. Kako životinja raste, povećava se postotak masti, a smanjuje postotak vode. Mršavi vol može imati 17 % masti i oko 75 % vode, a jako utovljeni vol 42 % vode i 41 % masti. Ostalo, do 100 %, čine proteini i mineralne tvari. Osnovni sastojci iz kojih je izgrađeno tijelo životinje nalaze se u svim dijelovima tijela. Raspodjela pojedinih sastojaka u tijelu varira ovisno od pojedinog dijela tijela i njegove funkcije. Minerala ima najviše u kostima, vode u krvi i tjelesnim sekretima, proteina- bjelancevina u mišićnom tkivu (mesu), masti u depoima masnog tkiva tj. u slanini, loju i salu, a ugljikohidrata vrlo malo u količini do 1 % (glikogen), mlijeko ima jedino od svih stočnih proizvoda više ugljikohidrata u obliku laktoze (mliječni šećer).

Glavna hrana biljojeda je biljnog podrijetla, izuzev sisavaca u prelaznom periodu kada se hrane mlijekom. Biljke koriste sunčevu energiju koju uz prisustvo vode, CO₂ nitrata i mineralnih tvari ugrađuju u ugljikohidrate, proteine i masti. Ugljikohidrati nastaju djelovanjem sunčeve energije na klorofil, pomoću CO₂ iz zraka i vode iz zemlje koju biljka uzima pomoću korijenovog sustava. Voda se nalazi u svim stanicama biljnog i životinjskog organizma. Međusoban odnos pojedinih tvari u biljkama i životinjama je različit.

Ugljikohidrati su u biljkama zastupljeni najvećim dijelom, dok ih kod životinja ima vrlo malo (glikogen). U biljkama su građevne i rezervne prirode, a u životinjskom organizmu građevnu i rezervnu ulogu imaju proteini odnosno masti. U ugljikohidrate spadaju škrob, šećeri i celuloza.

Škrob i šećeri su lako probavljaju u probavnom sustavu dok se sirova celuloza vrlo teško probavlja i stoga ima manju hranjivu vrijednost. U suhoj tvari biljaka ugljikohidrati su količinski najviše zastupljeni i to je glavna razlika između biljaka i životinja. Ugljikohidrati su zastupljeni u plodovima, sjemenu i drugim dijelovima biljaka. U sjemenkama i plodovima se javljaju kao rezervna tvar u obliku škroba i šećera, a u ostalim dijelovima biljaka, stabljikama i manje lišću, pretežito se javljaju kao građevna tvar u obliku celuloze i lignina i dr. Omotači sjemenki također sadrže celulozu kao građevni i zaštitni sastojak. Uslijed ovakvog rasporeda i

uloge pojedinih ugljikohidrata različiti dijelovi biljaka imaju i različitu hranidbenu vrijednost. Količina vode u biljnoj hrani varira ovisno od vrste biljke i stadija razvitka. Mlađe biljke imaju znatno više vode od starijih, a pojedini dijelovi zelene stabljike imaju više vode od drugih dijelova (npr. lišće ima više vode od stabljike).

Sadržaj proteina ili bjelančevina u biljkama znatno varira kako između vrsta tako i između pojedinih sorata i dijelova same biljke. Proteini su u biljkama uglavnom više zastupljeni u lišću i stoga je lišće bogatije proteinima od stabljike, a procesom sazrijevanja sadržaj proteina se povećava u sjemenju, a u listu opada. Proteini su građevni dio i sastojak aktivnog tkiva (stanica) biljaka, a njihova koncentracija u sjemenju potrebna je zbog intenziteta klijanja, rasta itd.

Masti ima više u sjemenju, a naročito je imaju uljarice koje akumuliraju energiju u obliku masti (ulja). Manje masti ima u listovima, a najmanje u stabljikama biljaka.

Sadržaj mikro i makroelemenata u biljkama varira od vrste i dijelova biljke i odnos mineralnih tvari je drugačiji nego kod životinja. Životinjski organizam ima znatno više kalcija i fosfora nego biljke, a količina u biljkama donekle ovisi i od tla na kome je biljka rasla i načina gnojidbe. Kalcij i fosfor čine preko 70 % pepela životinjskog tijela, ali njihovo učešće u pepelu biljaka je znatno manje i neravnomjernije. Kalcij se više nalazi u lišću, a fosfor u sjemenju biljaka. Magnezij se nalazi u sastavu klorofila, a sumpor u sastavu proteina.

Proizvodi koje daje stoka slični su sastavu životinjskog i biljnog organizma. Mlijeko sadrži 87,5 % vode, vuna 17 %, a jaja 73,5 %. Mlijeko sadrži oko 4 % masti, a jaja oko 10,5 %.

Tablica 1. Kemijski sastav nekih biljaka i stočnih krmiva

Biljka	voda %	protein %	ugljeni hidrati %	mast %	mineralne tvari %
Zelene biljke :					
Kukuruz	76,0	2,0	20,1	0,6	1,3
Lucerna	73,7	4,4	19,0	0,7	2,2
Suhe biljke:					
Kukuruzovina	9,4	5,9	77,3	1,7	5,8
Kukuruz zrno	15,0	8,6	71,3	3,9	1,2
Lucerna list	9,5	22,3	54,7	3,0	10,5
Lucerna stablo	9,5	10,2	72,3	1,2	6,8

1.2. Hranjive tvari

Životinja iz pojedene hrane koristi one hranjive tvari koje su joj potrebne za izgradnju tijela, normalnu funkciju životnih procesa, reprodukciju i za stvaranje proizvoda. Sve ove tvari nazivamo hranjivim tvarima u širem smislu. Životinje se hrane svakodnevno jednom ili više puta (obročno). Osnovne hranjive tvari jesu ugljikohidrati, proteini i masti. Osim ovih, životinje moraju konzumirati i druge koje nisu u stanju dovoljno ili nikako sintetizirati u svom organizmu, a tu spadaju voda, vitamini, mikro i makroelementi.

Hranjive tvari možemo podijeliti na energetske koje životinjama daju energiju (masti, ugljikohidrati, proteini i amidi), neenergetske koje nisu nosioci energije (voda i mineralne tvari) i djelotvorne ili biokatalizatore. Biokatalizatori su tvari koje pospješuju (kataliziraju) promet tvari i normalno funkcioniranje organizma (vitamini, hormoni i enzimi).

Voda

Voda spada u nezamjenjive tvari i svi procesi u organizmu životinje odvijaju se uz prisustvo vode. Životinja može duže izdržati bez hrane nego bez vode. Životinja tijekom gladovanja može izgubiti i do 40 % težine tijela bez težih metaboličkih poremećaja ali ako uslijed žeđi izgubi samo 10 % težine tijela, nastaju poremećaji. Voda u tijelu služi kao otapalo, osigurava transport hrane i hranjivih tvari, izlučivanje neprobavljenih sastojaka hrane i izlučivanje proizvoda metabolizma izvan organizma, lučenje raznih sokova pri probavi hrane, odvijanje metaboličkih procesa u stanicama organizma, služi regulaciji tjelesne temperature, jer apsorbira toplinu, raznosi je po tijelu životinje i troši se pri isparavanju (znojenju).

Potrebe životinja za vodom ovise od redovitih gubitaka vode iz tijela do kojih dolazi pri izlučivanju fecesa, pri uriniranju, disanju, isparavanju te od vrste i količine proizvoda kojeg životinja daje. Životinje koriste egzogenu i endogenu vodu. Egzogenu ili vanjsku vodu životinja dobiva napajanjem i iz sočne krme, a endogena se stvara u životinjskom organizmu prilikom odvijanja procesa oksidacije hrane (naziva se još i oksidacijskom ili metaboličkom vodom). U organizmu životinja stvori se oksidacijom 1 kg šećera 0,555 kg (ili 60 %) oksidacijske vode, oksidacijom 1 kg masti stvori se 1,071 kg (ili preko 100 %), a oksidacijom 1 kg proteina 0,431 kg (ili 42 %) oksidacijske vode. Životinjama koje spavaju zimski san jedini izvor vode za potrebe organizma je oksidacijska voda. Dnevne potrebe za vodom ovise od starosti životinje, proizvodnji, kondiciji, vanjskoj temperaturi i vlažnosti zraka. Najveće potrebe za vodom imaju muzne krave jer se proizvodnjom 1 kg mlijeka izluči 850 – 870 g vode. Životinje su osjetljive na nedostatak vode jer dolazi do poremećaja u metabolizmu koji uzrokuje pad proizvodnje jer se usporava probava hrane, usporava resorpcija i otežava izlučivanje proizvoda metabolizma u urin. Veći nedostatak vode otežava cirkulaciju krvi te dolazi do povećanja temperature tijela. Nedostatak vode uzrokuje i smanjeno konzumiranje hrane za 25 - 30 %. Količina vode koju životinja unosi u organizam ovisi i od hrane kojom se hrani. Krmiva koja imaju dosta vode (tikve, repa, trop, sirutka), zelena hrana, i silaže imaju veliku količinu vode koja smanjuje koncentraciju hranjivih tvari u njima, a time i hranjivu vrijednost u proizvodnji, a otežan je i transport ovih krmiva. Ova sočna i zelena krmiva vrlo su cijenjena jer im je hranjiva vrijednost visoka. Povećanjem količine suhe tvari u obroku, povećava se potreba i za pijenjem vode. Hrana koja sadrži više kuhinjske soli ili proteina nakon konzumacije traži za životinju više vode.

U normalnim uvjetima na svaki kg suhe tvari obroka trebaju goveda 4 – 6 l vode, ovce i konji 2 – 3 l i svinje 5 – 7 litara. Najbolje za životinje je da imaju uvijek dostupnu dovoljnu količinu svježih, čistih i ne jako hladnih, odnosno ne toplih vode.

1.2.2. Ugljikohidrati

Ugljikohidrati imaju za domaće životinje prvenstveno energetske funkcije. Razgradnjom ugljikohidrata dobije se oko 50 % tjelesne energije koja služi za održavanje funkcija organa i tjelesnu snagu. U organizmu životinja ugljikohidrati se nalaze u malim količinama (manje od 1 %) u obliku glukoze i glikogena. Glukoza predstavlja tekuću, a glikogen ili životinjski škrob rezervnu energiju koja se deponira u tijelu, sličan je škrobu i po funkcijama i osobinama. Glavni depo glikogena nalazi se u jetri u količini od 2 – 10 % njene težine. Manja koncentracija glikogena nalazi se u mišićima do 0,5 %, ali zbog velike mase mišićnog tkiva većina je upravo u njima. Od ukupne suhe tvari ugljikohidrati u biljkama zauzimaju do 70 %, a u zrnima žitarica i do 85 %. Netopljivi ugljikohidrati u biljkama, a naročito celuloza, odgovorni su za stabilnost i njihovu mehaničku čvrstoću, dok oni veće topljivosti, kao što je škrob, služe kao depoi energije. Tijekom fotosinteze energija sunca koristi se u biljkama za pretvorbu CO₂ iz zraka i vode u glukozu.



Formirani kisik je značajan za život na zemlji, a transformacija energije u procesu fotosinteze značajna je za proizvodnju hrane.

Ugljikohidrati su u biljkama prisutni u više različitih oblika kao monosaharidi, disaharidi i polisaharidi.

Monosaharidi (jednostavni šećeri) obuhvaćaju pentoze (C₅H₁₀O₅) i heksoze (C₆H₁₂O₆).

U pentoze spadaju arabinoze, ksiloze i riboze. Pentoze se u biljkama nalaze u malim količinama a riboza je najznačajnija jer je prisutna u svakoj stanici organizma. Nalazi se u DNA, ATP, ADP, RNA, vitaminu B₂.

Arabinoza i ksiloza čine značajan dio hemiceluloze. U slobodnoj formi ima ih malo u biljkama te se obično polimeriziraju zbog formiranja pentozana.

Heksoze su raširene u biljkama i značajne su za hranidbu stoke. U heksoze spadaju glukoza, fruktoza, galaktoza i manoz. Samo dva od ukupnih monosaharida javljaju se u slobodnom obliku u prirodi (glukoza i fruktoza). Slobodni šećeri su topljivi u vodi i imaju sladak okus. Biljke koje se koriste u hranidbi domaćih životinja imaju u prosjeku 1- 3 % glukoze i fruktoze u suhoj tvari.

Heksoze koje ulaze u sastav polisaharida (škroba, celuloze i hemiceluloze) čine najvažnije sastojke biljnih hranjiva. Glukoza predstavlja najvažniji konačni proizvod probave škroba u monogastričnih životinja. Glukoza predstavlja osnovni izvor energije za ove vrste domaćih životinja i u ovom obliku cirkulira u krvi, te služi kao najvažniji izvor goriva za oksidaciju i proizvodnju energije u organizmu životinje. Glukoza je vrlo malo prisutna u obliku prirodne glikoze u hranjivima. Uglavnom nastaje u organizmu životinje probavom polisaharida (škroba i celuloze). Tijekom metabolizma u organizmu svi ostali tipovi šećera mogu se transformirati u glukozu.

Fruktoza i galaktoza se lako transformiraju u glukozu u organizmu nakon čega su dostupni metabolizmu. Fruktoza je najslađi šećer i prisutan je u voću i medu. Galaktoza ulazi u sastav mliječnog šećera (laktoze) i ovaj šećer tijekom laktacije može konvertirati iz glukoze u mliječnoj žljezdi.

Disaharidi su građeni iz dvije molekule monosaharida uz gubitak jedne molekule vode.



U disaharide spadaju saharoza, maltoza, laktoza i celebioza.

Saharoza sadrži jednu molekulu fruktoze i jednu molekulu glukoze. Saharoza je zastupljena u šećernoj repi i šećernoj trski te melasi. Probavom u organizmu životinje nastaju glukoza i fruktoza koje služe kao gorivo u stanicama. Saharoza je šećer i za ljudsku prehranu, a sama saharoza se javlja u količini 2 – 8 % suhe tvari zelene krme.

Količina šećera je znatno viša u travama, nego u leguminozama.

Laktoza ili mliječni šećer nalazi se u mlijeku, a nastaje se u mliječnoj žlijezdi (vimenu) iz glukoze. Mlijeko ima vrlo značajnu ulogu u hranidbi mladih sisavaca. Maltoza je međuproizvod razlaganja škroba i glikogena. Djelovanjem enzima tijekom varenja i daljnim razlaganjem daje dvije molekule glukoze. Maltoza se javlja i u proizvodima slada tijekom hidrolize škroba i klijanja zrna žitarica.

Celobioza se ne javlja u slobodnom obliku u prirodi, već kao komponenta glukoze i čini građevnu jedinicu škroba i celuloze.

Rafinoza je trisaharid ($\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_{16}$), građena je iz glukoze, fruktoze i galaktoze. Zastupljena je u šećernoj repi i sjemenu leguminoza.

Polisaharidi ili složeni šećeri

Sastavljeni su iz velikog broja jednostavnih šećera (monosaharida). Za razliku od jednostavnih šećera nemaju sladak okus, nemaju kristalnu strukturu i u vodi se teško ili nikako ne otapaju.

Polisaharidi se dijele na homoglikane, koji sadrže samo 1 molekulu glukoze, i heteroglikane, koji sadrže 2 – 6 različitih jedinica glukoze.

U homoglikane spadaju pentozani i heksozani. Pentozane ne razgrađuju enzimi sisavaca, ali ih razgrađuju enzimi mikroorganizama i gljivica u buragu preživača. Hidrolizom s kiselinama pentozani daju pentoze (arabinozu i ksilozu).

Heksozani su građeni od heksoza kao osnovnih jedinica. Razlika između pojedinih spojeva posljedica je povezivanja molekula glukoze. Polimeri glukoze su škrob, glikogen i celuloza.

Za hranidbu životinja od polisaharida najvažniji su škrob i celuloza. Zrno pšenice i kukuruza sadrži do 75 % škroba, zrno ječma oko 45 %, u suhoj tvari krumpira škroba je do 78 % a u suhoj tvari trava manje od 1 % škroba. Voluminozna biljna krma ima dosta više celuloze, tako u raženoj slami ima oko 32 %, a suhoj tvari trava do 30 %.

Škrob je najvažniji polisaharid u hranidbi nepreživača. Razgradnjom (hidrolizom) škroba nastaje maltoza, koja daljnjom hidrolizom daje glukozu. Škroba ima u sjemenu žitarica, sporednim proizvodima njihove prerade, gomoljačama, a manje u zelenim dijelovima-lišću i stabljikama. Škroba ima više vrsta, a najveći broj čini smjesa dva tipa polimera amiloze i amilopektina. Amiloza ima molekulu u obliku jednostavnog lanca u koji ulazi 250 – 300 molekula glukoze, a amilopektin predstavlja razgranatu molekulu gdje svaka grana sadrži 24 – 30 molekula glukoze. Odnos amiloze i amilopektina varira u različitim vrstama škroba, ali najčešće na jednu molekulu amiloze dolaze tri molekule amilopektina. Škrob je u biljkama u obliku malih zrnaca koja imaju svoju formu te se izvor škroba može identificirati mikroskopom na osnovu oblika i veličine zrnaca. Gomolji krumpira u prirodnom stanju imaju

škrobna zrnca otporna na varenje. Zbog ove osobine, prije uporabe u hranidbi svinja i peradi krumpir treba skuhati jer se kuhanjem povećava topivost škrobnih zrnaca.

Glikogen je rezervni izvor glukoze u životinjskom organizmu. Rezerve glikogena u organizmu životinje su ograničene i mogu osigurati gladovanje životinje do 24 sata.

Celuloza spada u polisaharid koji je teško topljiv te je enzimi i probavni sokovi ne mogu razgraditi. Razgradnju mogu obaviti mikroorganizmi probavnog trakta, odnosno u buragu i zadnjim dijelovima digestivnog trakta nekih vrsta životinja čiji efekt je najveći kod preživača. Konačnom razgradnjom celuloze nastaje glukoza. Celuloza ima ulogu građevne tvari staničnih stijenki biljke tako da 20 – 40 % suhe tvari zelenih biljaka otpada na celulozu. U kemijskom pogledu celulozu čini linearni polimer vezanih molekula D - glukoze i broj polimeriziranih molekula glukoze kreće se 900 – 2000. Celuloza je prisutna u biljnim tkivima u obliku vlakana izgrađenih od kristalnih mikrofibrila koji se sastoje od lanaca celuloze i održavaju se međusobno pomoću jakih vodikovih veza. Kristalni mikrofibrili celuloze su amorfnim matriksom sastavljeni od hemiceluloze, lignina i dijelom proteina koji zajedno čine zidove stanica. Nepreživači nemaju enzime koji učinkovito kidaju veze između molekula glukoze u celulozi zato slabo koriste fibrozna biljna hranjiva. Preživači u svome buragu imaju mikrofloru koja proizvodi enzim celulazu koji razgrađuje veze u lancu celuloze. Stoga preživači efikasno koriste biljna krmiva s više celuloze.

U skupinu heksozana spadaju i fruktani, galaktani i manani. Galaktani i manani se javljaju u stjenkama biljnih stanica (sjemenu nekih leguminoza i palme). Fruktozani su polimeri fruktoze i ima ih i u nekim voluminoznim i gomoljastim krmivima. Oni predstavljaju rezerve ugljikohidrata umjesto škroba.

Hemiceluloza, sluzi, pektini, mukopolisaharidi i gume spadaju u heteroglikane. Ovo su polisaharidi s 2 – 6 različitih molekula glukoze.

Hemiceluloza je smjesa građena od određenog broja različitih polimera monosaharida. Hemiceluloza je udružena s ligninom i s njime oblaže celulozna vlakna. Nepreživači znatno bolje probavljaju hemicelulozu od celuloze. Sluzi su prisutne u sjemenu i nekim biljkama. Njihova funkcija je zadržavanje vode i zaštita od sušenja (sjeme lana).

Pektini se nalaze u prostoru između biljnih stanica i intracelularnih slojeva, a mogu se infiltrirati i u same stanice. Pektin ima ulogu intracelularnog cementa. Pektina ima dosta u citrusnom voću, jabuci, a može se ekstrahirati s toplom ili hladnom vodom pri čemu se stvara gel, odnosno želatin i džem. Preživači ih dobro koriste zahvaljujući mikroorganizmima.

Mukopolisaharidi su rasprostranjeni u vezivnom tkivu životinja, a u biljkama daju udio u krutosti pojedinih tkiva.

Gume su prisutne u svim biljkama i one često se oslobađaju pri oštećenju biljaka ili kao prirodne izlučevine iz kore i lišća.

Lignin je kompleksan polisaharid i ne spada u grupu ugljikohidrata ali zbog čvrste veze sa celulozom i hemicelulozom razmatra se s njima. Lignin zajedno sa celulozom daje čvrstu strukturu stablu biljaka. Čini 5 – 10 % suhe tvari jednogodišnjih biljaka. Sadržaj lignina i njegov sastav ovisi od vrste i starosti biljke. Lignin je vrlo otporan na djelovanje enzima mikroorganizama. Celulozu i hemicelulozu mogu razgrađivati preživači u ograničenim količinama zbog čvrste veze s ligninom. Što je biljka starija, to ima više lignina, a najviše ga ima u drveću, žitarice ga imaju malo, trave i leguminoze više, odnosno što je više lignina, manja je dostupnost celuloze i hemiceluloze za mikroorganizme i manja je hranjiva vrijednost biljke.

1.2.3. Masti

Masti ili lipidi čine grupu tvari u biljkama i životinjama koje se međusobno mogu bitno razlikovati u pogledu kemijskih svojstava, ali za sve njih je zajedničko da se otapaju u otapalima za masti. Otapaju se u eteru, benzolu i kloroformu, benzinu, acetonu i dr. ali se slabo otapaju u vodi.

Masti dijelimo na jednostavne, složene i derivate lipida.

Jednostavne masti su esteri masnih kiselina s različitim alkoholima. Masti i ulja su esteri masnih kiselina s glicerolom (odnos 3 masne kiseline : 1 glicerol). Ovi trigliceridi su više zastupljeni. Pomiješani trigliceridi (oni u kojima su najmanje 2 masne kiseline različite) čine 98 % masti u krmivima i preko 90 % masti u tijelu životinje. Voskovi su esteri masnih kiselina s alkoholima drugačijim od glicerola. Rasprostranjeni su u kutikuli lišća i voću. Manje su značajni za hranidbu stoke (pčelinji i biljni vosak).

Složene masti su esteri masnih kiselina s nelipidnim tvarima, kao što su fosfor, ugljikohidrati i proteini, uz dodatak alkohola i masne kiseline. Ovdje spadaju lipoproteini, glikolipidi i fosfolipidi.

Derivati lipida imaju tvari nastale iz jednostavnih i složenih lipida, tj. masne kiseline, glicerol i druge alkohole, a dobivaju se enzimatskom razgradnjom ili hidrolizom.

Steroidi su derivati masti i neki su zajednički označeni kao steroidni hormoni odnosno hormoni nadbubrežne žlijezde, testisa i jajnika. U steroide spadaju kolesterol, ergosterol, kortizol, žučne kiseline, vitamin D, progesteron, androgeni i estrogeni.

Derivati masti su i terpeni koji su spojevi vodika i ugljika. U ovu skupinu spadaju biljni pigmenti i beta – karoten

Masti i ulja međusobno se razlikuju po točki topljenja. Ulja su na sobnoj temperaturi tekuća a masti su čvrste (čvrste konzistencije). Karakteristično je da biljne masti – ulja imaju veći udio nezasićenih masnih kiselina dugog lanca od životinjskih masti, koje imaju veći udio zasićenih masnih kiselina dugog lanca. Sastav masnih kiselina u triglicerolima je različit. Dužina lanca i stupanj nezasićenosti pojedinih masnih kiselina koje ulaze u sastav triglicerola određuje njihova fizička i kemijska svojstva. Jednostavni trigliceroli su izgrađeni od zasićenih masnih kiselina. Oni koji sadrže 10 i više ugljikovih atoma su čvrsti, a oni s manje od 10 ugljikovih atoma su tekući na sobnoj temperaturi. Zasićene masne kiseline sadrže sve moguće vodikove atome i nemaju dvostrukih veza između ugljikovih atoma, dok nezasićene masne kiseline imaju jednu ili više dvostrukih veza unutar ugljikova lanca. Mononezasićene s jednom dvostrukom vezom i polinezasićene s dvije ili više dvostrukih veza.

Hidrogenacijom se vrši očvršćavanje životinjske i biljne masti – ulja (npr. margarin). Očvršćavanje masti odvija se i u buragu preživača uslijed aktivnosti mikroorganizama. Hidrogenacijom se vrši konverzija u prirodi prisutnih cis u trans masne kiseline. Prefiksi cis i trans označavaju položaj atoma oko dvostruke veze.

Masne kiseline s kratkim lancima su one koje sadrže 6 atoma ugljika i manje: octena, propionska, maslačna, kapronska; sa srednjim lancima koje imaju od 8 – 10 ugljikovih atoma (kaprilna i kapronska) i s dugim lancima koje imaju 12 i više ugljikovih atoma (laurinska, palmitinska itd.).

Životinjski organizam ne može sintetizirati linolnu (C18:2), linolensku (C18:3) i arahidonsku masnu kiselinu (C20:4). Ovo su polinezasićene masne kiseline. Arahidonska masna kiselina stvara se u jetri sisavaca i peradi iz linolne kiseline i stoga je neophodna u hrani ako linolna kiselina nije dostupna. Linolna i linolenska kiselina ne mogu biti sintetizirane od strane životinjskog tkiva ili se pak sintetiziraju u nedovoljnim količinama. Polinezasićene masne kiseline sudjeluju u formiranju strukturnih lipida staničnih membrana. Ove masne kiseline su prisutne u višoj mjeri u fosfogliceridima središnjeg i perifernog živčanog sustava i imaju vitalnu ulogu u njima.

Masti osiguravaju energiju za normalno održavanje i proizvodne funkcije životinja. Jedan gram masti oslobađa 9,3 kcal (39,1 kJ) topline pri sagorijevanju, a jedan gram ugljikohidrata oslobađa 3,7 kcal (15,5 kJ). U stočnoj hrani masti i ulja imaju ulogu sličnu ugljikohidratima i služe kao izvor tjelesne topline i energije te za nastanak tjelesne masti. Masti i ulja imaju u svom sastavu više ugljika i vodika od ugljikohidrata i višu energetska vrijednost i stoga pri oksidaciji masti oslobađaju 2,25 puta više energije po jedinici mjere.

Masti služe i kao nosač liposolubilnih vitamina. Vitamini A, D, E, K su liposolubilni, odnosno topljivi u mastima. Apsorpcija liposolubilnih vitamina je u funkciji probave i apsorpcije masti. Ovi vitamini su disperzirani u micelama sličnim onima formiranim u toku apsorpcije masnih kiselina. Micele koje sadrže monogliceride i slobodne masne kiseline preuzimaju liposolubilne vitamine nakon čega slijedi resorpcija.

Masti se mogu hidrolizirati kuhanjem s lužinama pri čemu nastaju glicerol i lužnate soli masnih kiselina koje se tope u vodi (sapuni). Ova hidroliza se naziva saponifikacija.

Masti su nestabilna skupina hranjivih tvari. Osjetljive su na utjecaj topline, svjetla i vlage. Užeglost masti je pojava neugodnog mirisa i okusa u mastima koje su duže uskladištene. Užeglost nastaje uslijed hidrolize glicerida u slobodne masne kiseline i glicerol ili zbog oksidacije nezasićenih masnih kiselina u mastima. Pri ovim procesima stvaraju se hidroperoksidi koji dovode do porasta aldehida, ketona i drugih spojeva koji izazivaju pojavu užeglosti. Bakar, željezo i soli nikla ubrzavaju oksidaciju nezasićenih masti, dok su antioksidansi tvari koje vrlo lako oksidiraju i tako štite masti od potpune oksidacije. Neki oblici vitamina E (tokoferola) su dobri antioksidansi i dodaju se smjesama i krmivima koji su bogatiji mastima, što im produžava rok trajanja. Užegnuta mast nije za jelo. Čisti gliceridi nemaju boje, mirisa i okusa, a prirodne masti u žumanjku jajeta i maslacu dobivaju boju od pigmenta, a karakterističan miris i okus od otopljenih tvari u njima. Masti su slab provodnik toplote i stoga su dobar izolator organizma od hladnoće. Ova osobina za svinje nije povoljna tijekom vrućina jer tada oslobađaju veliku količinu topline.

1.2.4. Proteini – bjelančevine

Proteini ili bjelančevine su organske visokomolekularne i složene tvari koje izgrađuju biljno i životinjsko tijelo. Sastoje se od dušika (15,5 – 18 %), vodika (6,5 – 7,3 %), kisika (21,5 – 23,5 %), ugljika (51 – 55 %), a neke i sumpora (0,3 – 2,2 %) i fosfora (0 – 1,5 %). Bjelančevine imaju veliku molekularnu masu (5.000 – 1 milion). Imaju vitalnu ulogu u svakoj živoj stanici organizma, građevna su sastavnica tjelesnih tkiva, hormona i esencijalni su sastojci protoplazme stanice. Sudjeluju u kombinaciji s drugim sastavnicama stanične stjenke i membrana. Proteini su uključeni u prijenos kisika i drugih hranjivih tvari, kontrakciju mišića, imunitet, u prenošenje nasljednih svojstava, reguliranje osmotskog tlaka, acidobazne ravnoteže krvi itd.

Navedeni kemijski elementi (C, H, O, N,) vezani su u spojeve zvane aminokiseline, koje su dalje peptidnom vezom uključene u složene molekule proteina.

Aminokiseline su osnovne strukturne jedinice proteina i nastaju pri hidrolizi proteina pod utjecajem enzima, kiselina i lužina. Izolirano je preko 200 aminokislina, ali samo dvadesetak je sastavnica proteina. Aminokiseline sadrže po jednu karakterističnu amino (NH_2) i karboksilnu (COOH) skupinu a izuzetak čini jedino aminokiselina prolin koja ima imino (NH) umjesto amino grupe. Opća formula aminokiselina je $\text{R-CH(NH}_2\text{)COOH}$

Hranjiva vrijednost proteina hrane ovisi od aminokiselina koje se oslobađaju tijekom procesa probave hrane uz pomoć enzima. Ove oslobođene aminokiseline u probavnom traktu kroz mukozu stjenke crijeva ulaze u krvotok. Dalje putem krvi putuju u tjelesna tkiva i organe gdje se ponovno ugrađuju u proteine životinjskog organizma. Aminokiseline dijelimo u dvije skupine: esencijalne ili bitne i neesencijalne ili nebitne. Esencijalne se ne mogu sintetizirati u organizmu i stoga se trebaju unijeti s hranom. Organizam životinje može sintetizirati aminokiseline transformacijom amino grupa u određene intermedijarne proizvode metabolizma ugljikohidrata ili pretvaranjem nekih esencijalnih aminokiselina u određene neesencijalne kiseline (metionina u cistin ili fenilalanina u tirozin). Suprotne reakcije pretvaranja u životinjskom organizmu nisu moguće.

Poluesencijalne aminokiseline nisu nužne za preživljavanje životinja, ali za optimalan rast životinja jesu i stoga ih u hranu za piliće treba unijeti. Aminokiseline glicin, serin, glutaminska kiselina i prolin su polesencijalne ili poluzamjenljive. Neke od esencijalnih aminokiselina često nisu zastupljene u krmivima u potrebnim količinama i stoga ih zovemo limitirajuće aminokiseline. Najčešće su to lizin, metionin i triptofan.

S obzirom na prisutnost u hrani aminokiseline možemo podijeliti na:

Esencijalne (nezamjenljive)	Poluesencijalne	Neesencijalne (zamjenljive)
Lizin	Arginin	Glicin
Triptofan	Glutaminska	Serin
Histidin	kiselina	Alanin
Fenilalanin		Cistin
Leucin		Tirozin
Izoleucin		Asparaginska kiselina
Metionin		Prolin
Valin		Hidroksiprolin
Treonin		Citrulin

Odrasli preživaci su uvelike neovisni od potreba za unosom u hrani esencijalnih aminokiselina. Mikroorganizmi u buragu predželudaca sintetiziraju svoje mikrobialne esencijalne aminokiseline koje životinja koristi za svoje potrebe. Preživaci koji daju visoku dnevnu proizvodnju mlijeka ili mesa ne mogu zadovoljiti sve potrebe za esencijalnim aminokiselinama iz mikrobiološke sinteze i one tada trebaju biti zastupljene u hrani.

Proteine ili bjelančevine dijelimo na jednostavne ili prave i složene proteine.

Jednostavne bjelančevine su one koje pri hidrolizi daju samo aminokiseline ili njihove derivate, a složeni proteini predstavljaju kombinaciju proteina s neproteinskim radikalima.

Klasifikacija bjelančevina:

I. Jednostavni proteini

Albumini

II. Složeni proteini

Hromoproteini

Globulini
Protamini
Histoni
Glutelini
Prolamini
Keratini
Kolageni
Elastini

Nukleoproteini
Glikoproteini
Lipoproteini
Fosfoproteini
Metalproteini

III. Bjelančevine – enzimi

IV. Bjelančevine – hormoni

V. Zaštitne bjelančevine – antitijela

VI. Toksične bjelančevine (otrov zmija, insekata)

Proteini pod I. i II. nalaze se u biljkama i životinjama

Albumini čine značajan dio sjemena biljaka, proteina krvnog seruma i proteina jajeta.

U globuline spadaju globulini krvnog seruma i mišića, a nalaze se i u sjemenu leguminoza.

U proteinima zrna pšenice i kukuruza nalaze se glutelin i prolamin. Otporni su na hidrolitičku aktivnost mikroorganizama buraga.

Kolageni su sastavnice vezivnog tkiva i što je životinja starija ima ga više. Meso tih životinja je žilavije i tvrđe. Elastin se nalazi u tetivama i arterijama. Ova dva proteina su niske biološke vrijednosti zbog jednoobraznog sadržaja aminokiselina.

Keratin je prisutan u dlaci, vuni periju, rogovima, kopitima

Kromoproteini su proteini kombinirani s obojenim spojevima (hemoglobin, klorofil, mioglobin).

Glukoproteini čine proteinski- ugljikohidratni kompleks. Nalaze se u hrskavici, koži i tetivama i sadrže sulfopolisaharide.

Lipoproteini se nalaze u žumanjku jajeta, živčanom tkivu i membranama. Topivi lipoproteini su najvažniji oblik transporta lipida u krvi životinja.

Sadržaj dušika u nekom krmivu (u kemijskoj analizi) ne predstavlja samo proteinski dušik, već je to podatak o ukupnom dušiku koji potječe od proteina i neproteinskih dušičnih tvari. Sve hranjive tvari koje sadrže dušik obuhvaćamo zajedničkim nazivom sirovi proteini. U sirove proteine spadaju dvije osnovne skupine: prave bjelančevine i NPN (neproteinski dušični spojevi).

U standardnoj analizi stočne hrane nije uobičajeno individualno određivanje pojedinačnih sastojaka ove skupine, već se čitava skupina određuje zajednički na osnovu prilično konstantnog sadržaja dušika. Protein koji se određuje na ovaj način je ukupni (sirovi) protein u nekom krmivu.

Sadržaj sirovog proteina u krmivu (svih tvari što sadrže dušik) određuje se Kjeldalovim postupkom, pri čemu se odredi ukupna količina dušika u krmivu. Bjelančevine sadrže u prosjeku 16 % dušika (15,5 – 18 %). Količinu sirovog proteina u krmivu dobijemo množenjem utvrđene količine dušika sa 6,25 ($100 : 16 = 6,25$).

Neproteinske dušične tvari su slobodne aminokiseline (ima ih više od 150 koje nisu nikad ugrađene u proteine), jednostavni peptidi, kiseli amidi (asparagin, glutamin i urea), amonijeve soli, organske baze i njihovi spojevi (amini, purini, alkaloidi).

Udio pravih bjelančevina i NPN spojeva u sirovom proteinu različit je u pojedinim krmivima. Može se reći da je udio NPN spojeva u sirovom proteinu znatan u biljnoj voluminoznoj krmi

(trava, silaža, sijeno, gomoljače, korjenjače), gdje je najčešće preko 30 % dušika u obliku NPN-a.

Nezrela zrna žitarica imaju udio NPN spojeva 30 – 40 %, a zrela zrna svega 4 – 5 % neproteinskih spojeva u ukupnom proteinu. Sirovi ili ukupni protein u animalnim krmivima je skoro u cijelosti sastavljen od pravih bjelančevina.

Sadržaj NPN je visok u silaži i čini do 50 % od ukupnog dušika. Razlozi su ranije ubiranje kultura koje se siliraju (prije završenog zrenja) i djelomične transformacije proteina u silaži. Enzimi proteaze biljaka u siliranim krmivima vrše hidrolizu proteina do aminokiselina a one se dalje razgrađuju u pravcu nastanka amina i NH_3 .

Biljke ovisno od starosti, vrste i gnojidbe mogu imati veće količine NH_3 i nitrata. Nitrati i urea u većim količinama mogu biti otrovni, ali se urea koristi u hranidbi preživača stoga što neki mikroorganizmi imaju enzime koji razgrade ureu i oslobađaju NH_3 a njega zatim koriste za sintezu vlastitih bjelančevina.

1.3 Metabolizam hranjivih tvari

1.3.1. Probava hrane

Metabolizam u širem smislu čini probavu i promet (metabolizam) hranjivih tvari. Svi ovi procesi događaju se od trenutka uzimanja hrane i unošenja u probavni sustav. Probava hrane je proces kojim se hrana prerađuje do njene resorpcije što se događa pod utjecajem više čimbenika (mehaničko sitnjenje, djelovanje probavnih sokova i enzima). Kada se probavljene hranjive tvari resorbiraju kroz dijelove probavnog sustava, one se preko niza procesa mijenjaju, razgrađuju i sintetiziraju dok ne budu iskorištene za energetske potrebe organizma, rast, reprodukciju, proizvodnju itd. Neiskorišteni dijelovi se izlučuju iz organizma mokraćom i disanjem. Čitav ovaj proces se zove metabolizam ili promet tvari.

Probavni sustav čine organi koji sudjeluju u probavi hrane. U području glave nalaze se usta koja započinju usnama (*labiae oris*) koje zatvaraju usni otvor (*rima oris*). Kroz usni otvor ulazak je u usnu šupljinu (*cavum oris*). U šupljini usta nalaze se zubi (*dentes*) i jezik (*lingua*). Hrana iz usne šupljine dolazi u ždrijelo (*pharynx*). Pokretnu pregradu između nosne i ždrijelne šupljine čini meko nepce (*palatum molle*). U usnu šupljinu slijevaju se sekreti slinovnica lociranih u području glave. Na ždrijelo se nastavlja jednjak (*oesophagus*). Jednjak se pruža kroz vrat i prsnu šupljinu te kroz otvor na ošitu (*hiatus oesophagicus*) prolazi jednjak i završava otvorom na želucu koji se zove ostium cardiacum. Monogastrične životinje imaju jednostavan želudac (*ventriculus simplex*) dok preživači imaju složeni želudac (*ventriculus compositus*). Složeni želudac preživača sastoji se od tri predželuca : buraga (*rumen*), kapura (retikulum ili mrežavac) i knjižavac (*omasus*), te sirišta (*abomasus*) koji građom i funkcijom odgovara jednostavnom želucu monogastričnih životinja. Složeni želudac imaju goveda, koze i ovce a jednostavni imaju ostali domaći sisavci. Želudac završava otvorom (*ostium pyloricum*) i nastavlja se tankim crijevom. Tanko crijevo (*intestinum tenue*) dijeli se na tri dijela, dvanaestopalačno crijevo (*duodenum*), prazno (*jejunum*) i vito crijevo (*ileum*). Završni dio tankog crijeva uvire u slijepo crijevo (*coecum*) u graničnom području gdje započinje i debelo crijevo (*intestinum crassum*) koje se sastoji od četiri dijela: slijepo crijevo (*coecum*), debelo crijevo u užem smislu riječi (*colon*), ravno crijevo (*rektum*) i kratki završni dio debelog crijeva čmar ili anus. Anus sadrži dva kružna mišića (*sfincktera*) koji kontroliraju izbacivanje neprobavljenih dijelova hrane (izmeta ili *fecesa*).

U probavne organe spadaju i gušterača (*pancreas*) i jetra (*hepar*).

Gušterača je žljezdani organ s endokrinom i egzokrinom sekrecijom. Egzokrini pankreas luči pankreasov sok koji sudjeluje u probavnim procesima, dok endokrini pankreas luči hormone koji pripadaju neuroendokrinom sustavu. Probavni sok pankreasa izliva se u početni dio duodenuma kroz jedan ili dva odvodna kanala kroz odgovarajuće izbočine u lumen dvanaesterca koje se nazivaju papilama.

Jetra je najveća žlijezda u organizmu životinje i građena je od hepatocita (jetrenih stanica) koji tvore parenhim jetre. Ovaj parenhim proizvodi žuč (*choleu*) koju posebne žučne kapilare odvede iz stanica u veće žučne kanale. Ovi kanali sjedinjuju se u glavni odvodni žučni kanal (*ductus hepaticus*). Kod većine životinja žuč dalje teče kroz posebni odvodni kanal u žučni mjehur (*vesica fellea*). Tu se žuč deponira i kad zatreba izbacuje u završni žučni kanal (*ductus choledochus*).

Konj i jelen nemaju žučni mjehur već se žuč iz kanala izlučuje u *duodenum* kroz svoje ušće nazvano *papilla duodeni*.

Uzimanje hrane regulira živčani sustav u suradnji s endokrinim čimbenicima na temelju podataka koji se prikupljaju o postojećim rezervama energetske i strukturne tvari u organizmu. Opskrba organizma potrebnim tvarima dugoročno regulira središnji živčani sustav koji prikuplja podatke o gladi ili sitosti. U hipotalamusu su parni centri za dugoročnu regulaciju, a sastoje se od centara za glad te centara za sitost. Centri za glad stimuliraju životinju na uzimanje hrane kada su smanjene rezerve a centri za sitost stimuliraju obustavu konzumiranja hrane jer se javlja osjećaj sitosti. U slučaju uništenja nekog od centara prevladava drugi i tada je životinja ili stalno sita i ne uzima hranu ili je stalno gladna i neprekidno jede. Moraju postojati podaci o koncentracijama odgovarajućih tvari u krvi i tjelesnim tekućinama, zalihi glikogena u jetri, mišićima i stanicama, zalihama masti u masnom tkivu te zalihama aminokiselina u jetri i tjelesnim tekućinama.

Središnji živčani sustav odnosno kora velikog mozga posredstvom nižih dijelova središnjeg živčanog sustava prima dojmove o stanju organizma te o vanjskim i unutarnjim podražajima koji neprekidno djeluju na organizam. Kora velikog mozga ima i funkciju, a to je traženje i biranje hrane na temelju iskustava dobivenih višim osjetilima (vid, njuh, opip, okus). Svaka životinjska vrsta ima svoj urođeni program hranidbe u kojem prevladavaju određene vrste hrane. Volja za određenom hranom naziva se apetit.

Hipotalamus je dio međumozga i u njemu se osim centara za glad i sitost nalaze i centri za termoregulaciju, reguliranje osmotskog tlaka, metabolizam vode, ugljikohidrata i masti, centar za san i spolnu aktivnost. Hipotalamus je u tijesnoj anatomske i funkcionalne vezi s hipofizom. Preko sustava hipotalamus – hipofiza ostvaruje se važna veza živčanog i endokrinog sustava.

Kratkoročna regulacija uzimanja hrane zasniva se na podacima o rezervama hrane u probavnom kanalu. Ove podatke prikuplja sustav perifernih (senzornih) receptora živčanog sustava koji su razmješteni od usnog do analnog otvora u stijenci probavnog kanala, koja javljaju podatke preko aferentnih (provodnih) vlakana.

Prema lokaciji dijele se na: receptore u glavi, receptore želuca i predželuca, crijevni receptori i jetreni receptori.

Receptori u glavi daju podatke na temelju uzimanja i žvakanja hrane, vlaženja zalogaja, transporta zalogaja kroz usta i ždrijelnu šupljinu do ulaska u jednjak.

Želučani receptori javljaju o povećanju tlaka u želucu. Kemoreceptori bilježe sekreciju klorovodične kiseline, oslobađanje proizvoda probave proteina. Voluminozna krma u preživača podražuje taktilne centre dajući osjećaj punoće predželudaca, sekreciju slina, kemoreceptori bilježe pH sadržaja nastalog oslobađanjem isparljivih masnih kiselina i

drugih metabolita. Ovi podaci vode ka početku preživljanja, podrigivanja i transporta hrane u ostale dijelove probavnog kanala.

Jetreni receptori su djelotvorni kod stimulacije i prestanka uzimanja hrane. Tvari koje su razgrađene u probavnom kanalu resorbiraju se, i najvećim dijelom prolaze kroz jetru. Dolazak glukoze u jetru i njena konverzija u glikogen, odnosno obrnuti proces razgradnje glikogena u glukozu, važni su stimulansi za prestanak ili uzimanje hrane u monogastričnih životinja. Glukoza kod preživača nema ovakvu izraženu ulogu, već u njih djeluje infuzija propionske kiseline.

Volja za uzimanjem hrane kod preživača vezana je i uz funkcionalno stanje i broj mikrobne populacije predželudaca. Gušterača svojim hormonima dijeluje na konzumaciju hrane (inzulin, glukagon, somatostatin i pankreasni polipeptid. Tjelesna temperatura važna je pri pojavi gladi ili apetita jer povišena tjelesna temperatura smanjuje želju za hranom, a niske temperature okoline potiču životinje na uzimanje hrane.

Domaće životinje u usnu šupljinu hranu unose uz pomoć usana, jezika i zubi. Preživači u gornjoj vilici nemaju sjekutiće već oblikovanu dentalnu ploču koja služi kao uređaj za odsijecanje biljne hrane na paši, koju zatim uz pomoć ispruženog pa savijenog jezika unose u usnu šupljinu. Kod goveda glavnu zadaću pri unošenju hrane ima jezik jer su im usne slabo pokretne. Ovca ima razdvojenu gornju usnu koja joj služi za bršćenje, a kozama gornja usna nije rascijepljena, ali su im usne vrlo pokretne i glavni su organ pri bršćenju i unošenju hrane. Svinje imaju njušku u obliku rila koja im služi za rovanje, a donjom usnom ubacuju hranu u usta, a ako ne ruju hranu ubacuju zubima i jezikom. Konj uz pomoć gornje usne, koja je vrlo pokretljiva, ubacuje hranu među sjekutiće, pritom se pomažući i jezikom (na paši i jaslama). Mesojedi uzimaju tvrđu hranu u usnu šupljinu zubima, a vodenastu hranu unose jezikom. Tekućinu životinje, osim mesojeda, uzimaju tako da usne oblikuju u suženi otvor kroz koji je usisavaju. Prilikom sisanja mlade životinje koriste jezik koji uz pomoć odmaknute donje čeljusti stvara negativni tlak povlačeći ga unatrag. Jezik djeluje kao klip u štrcaljki. Izlasku mlijeka iz sise pomaže i nešto viši tlak pod kojim je mlijeko u sisi u usporedbi s atmosferskim tlakom.

Kada životinja unese hranu u usnu šupljinu, treba je sažvakati, odnosno pripremiti za dalji prolaz u probavni kanal. Žvakanje hrane je mehaničko sitnjenje hrane zubima kako bi se ona mogla gutati, kako bi se dobila što veća površina za djelovanje probavnih sokova na nju i njene sastojke, odnosno mikroorganizama u predželucima preživača. Tijekom žvakanja hrana se vlaži, natapa i miješa sa slinom, formira se zalogaj, što osigurava lakše gutanje. Preživači imaju proces preživljanja kada prethodno unesenu hranu prvi put samo djelomično sažvaču. Akt preživljanja nastupa kada je životinja u miru i prestala je jesti i tu već unesenu i djelomično sažvakanu hranu vraća refleksno u obliku bolusa iz buraga u usta, gdje je ponovno temeljito sažvače, usitni i navlaži slinom.

Tijekom žvakanja hrane u usnoj šupljini ona se natapa slinom (*saliva*). Slina je sekret slinovnica glave, čiji izvodi završavaju u usnoj šupljini, međusobno se miješaju i tvore slinu. Lučenje sline može se podijeliti u tri faze: cefalička, bukalna i gastrointestinalna. Cefalička faza se stječe vježbom (iskustvom – pamćenjem), odnosno hrana ne mora biti u ustima da izazove lučenje sline, već i pomisao, mirisni i optički podražaji izazivaju na lučenje.

Bukalna faza lučenja sline nastaje uslijed mehaničkih i okusnih podražaja hrane koja je ušla u usnu šupljinu. Suha hrana podražuje one slinovnice koje luče seroznu slinu, a vlažna hrana podražuje one slinovnice koje luče mukoznu slinu.

Gastrointestinalna faza lučenja sline počinje dolaskom hrane u želudac, odnosno predželuce. Zalogaj hrane u monogastričnih životinja nadražuje sluznicu želuca mehanički i kemijski i uslijed toga izaziva refleksno izlučivanje sline.

U preživača lučenje sline izaziva mehaničko iritiranje sluznice kardije i njezine okoline hranom. Voluminozna suha hrana više i bolje nadražuje ovo područje i stoga izaziva i veće lučenje od svježe zelene krme. Količina izlučene sline ovisi i od vrste životinje i hrane kojom se hrani pa tako govedo izluči 100 – 190 l za 24 sata, konj oko 42 l, ovca i koza 6 – 16 l a svinja oko 15 litara sline.

Slina je tekućina bez boje i mirisa i sadrži 99 % vode. Ostatak do 1 % čine organske i anorganske tvari. Od organskih tvari u slini se nalaze aminokiseline, albumin i globulini. Slina čovjeka i svinje sadrži amilolitički enzim ptialin. Pتيالin razgrađuje molekule škroba u dekstrine a sekundarno u maltozu. Slina također sadrži i ureu, soli bikarbonata i fosfata. Fosfati i bikarbonati kojih ima u slini više nego u krvi (4 – 15 puta) su važni za preživače jer predstavljaju pufer sustav za održanje optimalnog pH buragova sadržaja. Slina je vrlo važna za održanje optimalnog sadržaja pH vrijednosti u prostoru rumena i retikuluma zbog aktivnosti mikrobne populacije predželudaca. Slina zbog svog sastava omogućava normalno održanje i razmnožavanje mikroorganizama. Nedostatak sline u preživača je smrtonosan za životinju ako duže traje zbog nedostatka fosfata, bikarbonata i ureje.

Ovi spojevi u tim slučajevima mogu difundirati (prolaziti) iz krvi izravno u prostor buraga kroz zid buraga. Mladunčad koja sišu mlijeko u svojoj slini imaju i enzim pregastričnu esterazu (lipazu) koja pri optimalnom pH razgrađuje emulgiranu mliječnu mast. Vrijednost pH sline kod goveda je 8,2 – 8,4, svinje 7,15 – 7,47, a čovjeka 6 – 7.

Hrana koja je u usnoj šupljini sažvakana putem jednjaka dolazi u jednostavni želudac mesojeda, svejeda i biljojeda koji nisu preživači odnosno u složeni želudac (prvo u predželuce i nakon toga u želudac) kod preživača. Gutanje hrane je složen proces koji se dijelom zbiva svjesno a dijelom bez volje i svijesti životinje.

Želudac kod nepreživača je presvučen iznutra pravom sluznicom a manjim dijelom i kutanom sluznicom. Želudac čovjeka, psa i mačke presvučen je samo pravom sluznicom. Sluznica želuca površinski oblikuje nabore različite veličine, a između najmanjih nabora nalaze se otvori sluzničkih udubljenja koji se zovu *foveolae gastricae*. Želučani sok proizvode žlijezde samo prave sluznice u području kardije koje luče sluz i HCO_3^- zatim fundusne žlijezde i žlijezde u području *pilorusa*, pilorusne žlijezde. Površinski epitel prave sluznice sastoji se u sva tri dijela od jednoslojnih prizmatičnih stanica koje luče sluz. Prizmatične epitelne stanice i prijelazne stanice u području *isthumsa* proizvode viskoznu, neutralnu sluz netopljivu u solnoj kiselini, koja čvrsto priliježe uz mikrovile tih stanica i naziva se sluzna barijera. Ova sluz štiti površinsku sluznicu želuca i sluznicu udubljenja (*foveola gastrica*) od djelovanja solne kiseline. Parijetalne ili obložne stanice smještene su u tubularnim stjenkama sluznice i one se poput klina zabijaju između ostalih stanica ležeći na bazalnoj membrani žljezdane sluznice. Parijetalne stanice sintetiziraju i izlučuju HCl, a u njihovoj citoplazmi povećava se broj mitohondrija.

Solna kiselina nastaje i uz pomoć bikarbonata H, Na, Ca, K i klorida pri čemu važnu ulogu ima anhidraza karbonatne kiseline. Proces sinteze solne kiseline započinje aktivnim

transportom Cl iz krvi kroz plazmatsku membranu i citoplazmu u ekstracelularni sekrecijski kanalić. U citoplazmi se paralelno disocira voda u H^+ i OH^- . Ovaj oslobođeni vodik prevodi se u lumen kanalića pomoću $H - K - ATP$ -zne crpke, a istodobno se izbacuje K^+ iz ekstracelularnog kanalića u citoplazmu. Preostali OH^- spaja se s H^+ iz procesa disocijacije H_2CO_3 . Na ovaj način postignuti su uvjeti za sintezu HCl i KCl . Želučani sok u svom sastavu ima solnu kiselinu, bilo slobodnu ili vezanu na bjelančevine hrane, slinu ili želučanu sluz. Solna kiselina u želučanom soku aktivira pepsinogen i prorenin, izaziva bubrenje i denaturaciju bjelančevina, inaktivira slinsku amilazu i uništava biljne enzime i mikroorganizme koji u želudac dopijaju hranom a otapa i minerale unijete s hranom ($Ca_3(PO_4)_2$). Pilorusne žlijezde u području pilorusa želuca sintetiziraju i luče sluz koja sadrži lizozim. Lizozim razgrađuje stijenke stanica nekih bakterija i sudjeluje u kontroli mikrobne populacije u probavnom sustavu. Želučani sok je sekret koji izlučuju sve žlijezde želučane sluznice, a jako je kiselog sadržaja i bezbojan.

Želučani sok se sastoji od organskih i neorganskih komponenti. Organske komponente su pepsin, renin, solna kiselina i želučana sluz. Neorganske komponente želučanog soka su HCl , Na , K , Mg , Ca , H , voda, fosfati, sulfati i kloridi u ioniziranom obliku. Želučani sok svinje ima pH od 1,07 – 2,0, a čovjeka od 0,8 – 1,15.

Pepsin je proteolitički enzim kojega izlučuju glavne stanice fundusa (dio sluznice želuca) u inaktivnom obliku nazvan pepsinogen. Pepsin cijepa peptidne veze nekih aminokiselina, a da se spriječi samoprobava sluznice javlja se u inaktivnom obliku. Pepsin ne djeluje na mucin i keratin. Pepsinogen aktivira solna kiselina, koja svojim H ionima stvara i povoljnu sredinu za djelovanje pepsina. Kada iz pepsinogena nastanu prve količine pepsina, on autokatalitički dalje aktivira pepsinogen.

Renin (labferment) je enzim koji se nalazi u želučanom soku sisajuće mladunčadi, a posebice u sisajuće mladunčadi preživara. Glavne stanice fundusa izlučuju inaktivni prorenin koji se u kontaktu s HCl prevodi se u aktivni renin. Renin u mlijeku micele bjelančevine mlijeka – kazeina gruš uz pomoć iona Ca prevodeći ga u netopljivi Ca – parakazeinat, koji je čvrsta mliječna grušalina (mliječni ugrušak iz mlijeka ili kolostruma), pri čemu se izdvaja sirutka. Optimalan pH za djelovanje renina je oko 4. Želučana sluz je mukozni sekret i štiti kemijski i fizički površinski želučani epitel od djelovanja želučanog soka. Ona ima veliku sposobnost vezanja kiselina, a štiti sluznicu od nadražujućih i nagrizajućih tvari.

Želučani sok u mesojeda luči se onda kad uzimaju hranu te u vrijeme probave u želucu, dok se kod preživara i konja želučani sok luči stalno. Konj za 24 sata izluči u prosjeku oko 30 litara, a čovjek do dva litra želučanog soka. U želucu svinja i konja nalaze se i neke bakterije koje sudjeluju u probavi lako topljivih ugljikohidrata. Svojom aktivnošću – fermentacijom oslobađaju mliječnu kiselinu, a manje octenu, propionsku i maslačnu kiselinu.

Hrana se nakon što dođe u želudac slaže u slojevima. Progutani zalogaj u želucu izaziva istezanje želučane stijenke, a započinje na kardiji u obliku peristaltičkog vala koji se pojačava i širi prema pilorusu. Ovo stezanje u obliku peristaltičkog vala postupno skida površinske dijelove sadržaja želuca koji se nalazi uz njegovu stjenku, a koji je omekšao uslijed djelovanja želučanog soka. Na ovaj način novi slojevi sadržaja želuca dolaze u dodir sa želučanim sokom. Pražnjenje želuca ne nastaje spontano već se aktivnost kordinira sa sadržajem duodenuma. Ako je *bulbus duodeni* prazan (početni dio duodenuma) ili se u njemu nalazi izrazito alkalni sadržaj želudac, izbacuje dio svog sadržaja (*kimusa*) u duodenum. Mišić *sfincter pilori* ima ulogu sprječavanja povratka sadržaja duodenuma u želudac. Voda koju životinja popije dopijeva u želudac, ali većina te vode prođe kroz njega i ulazi u duodenum dok samo oko 10 % popijene vode sudjeluje kao sastavnica želučanog

sadržaja. Žeđ je signal organizma da je smanjena količina vode u tijelu s obzirom na druge sastojke organizma, a osjeća se na sluznici usta i ždrijela. Uzimanjem vode nestaje osjećaj žeđi prije nego se ona resorbira. U mesojeda želudac se potpuno isprazni od sadržaja hrane za 6 – 7 sati, dok u biljojeda nikada nije prazan. Volumen želuca ovisi od vrste životinje. U konja iznosi 15 – 18 l, a u svinje 6 – 8 l, odnosno 29 % njene zapremine probavnog sustava.

Vraćanje želučanog sadržaja iz želuca van organizma preko usta naziva se povraćanje. Povraćanje je zaštitni refleks, a lakše povrate mesojedi i svinje, dok je kod konja ova pojava znak jače bolesti. Povraćeni sadržaj u konja izlazi na nos jer konj ima dugačko meko nepce koje zatvara komunikaciju između ždrijela i usne šupljine.

Biljojedi preživači imaju složen želudac (*ventriculus compositus*). Složeni želudac se sastoji od predželudaca burag (*rumen*), kapura (*retikulum* ili mrežavac) i knjižavac (*omasus* ili listavac) i sirišta (*abomasus*) koji svojom funkcijom odgovara jednostavnom želucu monogastričnih životinja. Predželuci preživača omogućavaju racionalnu probavu karakterističnih sastojaka biljne hrane (polisaharida) koje u odgovarajućoj sredini predželuca probavljaju mikroorganizmi pomoću svojih enzima. Najveći predželudac je burag koji je veliki vrećasti organ i zauzima skoro cijelu lijevu stranu trbušne šupljine. Burag je s vanjske strane pomoću brazda (*sulkus*) podijeljen u *dorzalnu* (leđnu) buragovu vreću i *ventralnu* (prema trbuhu) buragovu vreću.

Ovu podjelu tvori više brazda i omeđuju ih. Jednjak (ulazi) u kupolasto proširenje koje izgrađuju burag i kapura, a naziva se predvorje želuca ili *atrium ventriculi*. Uz pomoć brazda na svojoj vanjskoj površini burag je podijeljen na funkcionalne dijelove i ograničen prema kapuri i knjižavcu. S unutarnje strane buraga nalaze se sluznicom prevučene mišićne grede nazvane *pilae ruminus* koje strše u šupljinu buraga na istim mjestima gdje su izvana postavljene brazde buraga. Izvana se u sulkusima nalazi masno tkivo u kojima se nalaze arterije i vene krvnog sustava, limfne žile i živci. Burag mora svoj sadržaj (ingest) miješati za vrijeme probave i transporta, a ovo mu omogućava oblikovanje pila ruminus koje pomažu kod fizioloških i mehaničkih funkcija buraga. Predželuci nemaju pravu sluznicu, već kutanu koja ne sadrži žlijezde pa ne može sintetizirati niti izlučivati sekrete.

Kutane sluznice za razliku od prave sluznice imaju višeslojni pokrovni epitel. Najdublji sloj koji leži na bazalnoj membrani (ona naliježe na vezivno tkivo) naziva se *stratum basale*. Stanice ovog sloja se neprekidno dijele i proizvode nove stanice. Iznad njih je sloj stanica nazvan *stratum spinosum* (2 – 3 reda), a iznad ovoga sloja je sloj *stratum granulosum* (2 – 3 reda). Zadnji sloj stanica koji se nalaze prema lumenу buraga naziva se *stratum keratinosum*. Ovaj sloj sadrži dva do tri reda mrtvih stanica koje se ljušte i odvajaju u šupljinu buraga. Sluznica omogućava izmjenu tvari između njegova sadržaja i krvi i to dijelom u oba smjera, a ujedno je štiti od mehaničkih podražaja. U odraslih preživača u buragu iz sluznice izbijaju duguljaste *papillae ruminus*. U teladi koja se hrani mlijekom, papile buragove sluznice su rudimentirane (nisu razvijene) i dužina im iznosi 1 mm, dok su u odraslih goveda papile duge 1 cm. Za razvitak i rast papila značajna je voluminozna krma i naseljavanje normalne mikrobne populacije u predželuce. Pri ovoj probavi formiraju se i oslobađaju hlapljive masne kiseline koje stimuliraju rast ruminalnih papila. Ovih papila nema na krovu dorzalne buragove vreće i na površinama pila ruminus. Sluznica buraga je dobro prokrvljena, osim epitelnih slojeva.

Kapura ili retikulim nalazi se kranijalno od buraga, a komunikacija između buraga i kapure naziva se *ostium rumino – reticulare* i tvori ga nabor buragove sluznice u obliku kružnog otvora koji može mijenjati svoj promjer. Kapura je loptastog oblika, a ime je dobila po naborima u obliku mreže (saća) koju čini sluznica. Sluznica kapure podsijeca na pčelinje saće s pliticama čije su pregrade visoke 8 – 12 mm. Osim komunikacije s buragom, kapura

komunicira i s knjižavcem. Mlade životinje koje nemaju još razvijene predželuce, a hrane se mlijekom, imaju mogućnost formiranja žljebaste tvorevine, tj. jednjačkog žlijeba (*sulcus oesophageus*) koji prolazi kroz kranijalni dio buraga, kapure i knjižavca a ulijeva se izravno u sirište. Kada mladunče preživača siše mlijeko dolazi do refleksnog zatvaranja *sulcus oesophagusa*, a kod one teladi koja pije mlijeko iz kante nije potpuno zatvoren ovaj žljeb već dio mlijeka može iscuriti u kapuru i burag. Ovo mlijeko može izazvati probavne smetnje jer ostaje u sredini koja ga tada još nije u stanju normalno probaviti jer nema dovoljno mikroorganizama koji ga probavljaju, što kod odraslih grla nije slučaj. U odraslih preživača refleks *sulcus oesophagusa* se gubi.

Knjižavac – *omasus* je okrugli organ koji komunicira s kapurom preko vrata (*cervix omasi*). Knjižavac ili listavac ima specifično građenu kutanu sluznicu koja je u obliku listova različite veličine koji strše iz dorzalnog prema donjem dijelu oblikujući kanal (*canalis omasi*), na čijem dnu se nalazi *sulcus omasi*. Listovi knjižavca povećavaju funkcionalnu površinu sluznice i ona kod goveda iznosi 5,56 m², dok sluznica buraga u goveda iznosi 2 m², kapure 0,43 m² i sirišta 1,18 m². Knjižavac ima funkciju dvotaktne pumpe koja usisava ingest iz kapure u trenutku njezine maksimalne kontrakcije. Tada je u knjižavcu snižen tlak i otvoren reticuloomazalni otvor, a u drugom taktu knjižavac se kontrahira i potiskuje sadržaj koji se nalazi između listova knjižavca prema kanalu knjižavca a odatle sadržaj ide dalje prema sirištu. Sadržaj koji se nađe između lamina omasi, podvrgnut je intenzivnoj fermentaciji a ujedno se vrši i obilna resorpcija vode iz njega i stoga je dosta suh. U knjižavcu odrasle krave može se resorbirati i do 100 l vode za 24 sata. Uz resorpciju vode još se resorbiraju i hlapljive masne kiseline koje su stigle iz retikuloruminalnog prostora ili su nastale u knjižavcu fermentacijom.

Sirište ili *abomasus* je četvrti završni dio složenog želuca preživača. Sirište preživača funkcionalno odgovara jednostavnom želucu monogastričnih životinja. Na ulazu u sirište nalaze se dva sluznička nabora koji predstavljaju pokretnu pregradu i zovu se *vela abomasica*. Kod ove pregrade prestaje probava u predželućima, a od nje započinje kisela zona probave u sirištu. U sirištu se nalazi prava sluznica i probava se odvija pod djelovanjem želučanog soka. Probava u sirištu preživača odvija se neprekidno i zbog toga sirišne žlijezde luče neprekidno želućani sok. Tekućina koja dopijeva u sirište ima pH oko 6, dok pri napuštanju ovog dijela ima pH 2,5. Mikroorganizmi koji sa ingestom dolaze u sirište brzo ugibaju zbog visoke kiselosti želučanog soka i probave stanica od strane peptinskih enzima. Glavne stanice fundusne sluznice sirišta luče pepsinogen i prorenin, parijetalne stanice izlučuju HCl i intrinzični faktor a sporedne stanice sluzavi sekret topiv u solnoj kiselini. Tek rođena mladunčad preživača ima u fundusnoj sluznici malo parijetalnih stanica i stoga se malo ili nikako ne izlučuje HCl i sirišni pH je visok. Iz sata u sat poslije rođenja povećava se broj parijetalnih stanica, kao i njihova aktivnost, i pH sadržaja sirišta naglo pada, odnosno povećava se kiselost. Ovo vrijedi i za pepsin, koji iz pepsinogena prelazi u aktivni pepsin djelovanjem HCl pri optimalnom pH od 2,1. Ovaj postupan proces povećanja kiselosti u sirištu novorođene mladunčadi preživača je bitan zbog zaštite imunoglobulina kolostruma od razgradnje neposredno iza rođenja i sticanja pasivnog imuniteta preko kolostruma majke. Glavne stanice sirišne fundusne sluznice je prorenin koji u kiselom sirišnom sadržaju prelazi u renin. Renin koagulira bjelančevinu mlijeka kazein i kapljice mliječne masti koje su raspršene u kazeinskom matriksu, a ima i proteolitičku sposobnost. Na ovaj način nastaje mliječni ugrušak koji se odvaja od sirutke. Kazeini su u mlijeku glavne bjelančevine (oko 80 %) i u kravljem mlijeku nalaze se četiri glavne kazeinske frakcije (alfa, beta, gama i delta kazein). Prve tri frakcije kazeina lako se povezuju s ioniziranim Ca i dolazi do koaguliranja kazeina, a gama kazein pod utjecajem renina odvaja od njegove molekule sijalinsku kiselinu te on

koagulira pa sve četiri frakcije kazeina koaguliraju i nastaje Ca- parakazeinat. Pri koagulaciji Ca – parakazeinata taloži se i dio emulgirane mliječne masti koja se nalazi u mliječnom ugrušku zajedno s enzimom pregastričnom esterazom. Pregastrična esteraza je porijeklom iz slin i prilikom sisanja se miješa s kolostrumom ili mlijekom. Pregastrična esteraza razgrađuje mliječnu mast u mliječnom ugrušku dotle dok je stijenke ugruška štite od kiselosti. Čim pH padne ispod 5, ne može djelovati. Ova esteraza (odvaja) kratkolančane masne kiseline iz triglicerola.

Retikulo – ruminalni prostor u krava je kapaciteta 60 – 100 l, a sirišta 5 – 8 l, dok u ovce i koze retikulo – ruminalni prostor ima kapacitet 9 – 18 l, knjižavac 0,3 – 0,9 l, a sirište oko 2 l.

Mladunčad preživača imaju nefunkcionalne predželuce. Slabo razvijeni i bez funkcije u razdoblju dok se hrane isključivo mlijekom, i njihova probava hrane ovisi od funkcije sirišta i crijeva (kao kod nepreživača). Kad mladi počnu konzumirati i voluminoznu krmu, počinje i brzi razvoj predželudaca. Kod novorođenog teleta volumen retikulo – rumena iznosi oko 30 % od ukupne zapremine želuca, a na samo sirište otpada oko 70 %. Kod odraslog goveda na retikulo- ruminalni prostor otpada oko 85 % ukupnog volumena složenog želuca.

Progutani ili ispreživani zalogaj hrane (*bolus*) prolazi kroz ždrijelo i jednjak te kroz kardiju dopijeva u predvorje (*atrium ventriculi*). Atrium ventriculi je kupolasto proširenje koje izgrađuju burag i kapura, a naziva se predvorje složenog želuca. Ako je sadržaj koji dolazi u ovo područje specifično lakši, odlazi u predvorje buraga, a ako ne, onda pada direktno u kapuru. Zalogaj nastavlja složen put kroz želuce, a ujedno se događaju i kontrakcije predželudaca, čime se transportira ingest u sirište. Kutana sluznica predželudaca ne može lučiti nikakve enzime te se probava odvija pod djelovanjem mikropopulacije predželudaca. Burag je ujedno veliki rezervoar i nije potpuno ispunjen tekućim ingestom tako da se na određenoj razini u njemu formira buragovo jezero, a iznad njega se nakupljaju plinovi nastali kao nusproizvod mikrobne fermentacije koji se izbacuju *ructusom* ili podrigivanjem. U buragu vladaju i optimalni uvjeti temperature od 38 – 40 °C. Osim toga, vladaju i anaerobni uvjeti, a kisika ima tek do 1 % u smjesi različitih plinova. Osim anaerobnih mikroorganizama koji se razmnožavaju i rastu u ovim uvjetima, zastupljeni su i neki uvjetno aerobni mikroorganizmi.

Motorički ciklus predželudaca započinje polovičnom kontrakcijom kapure pri čemu se njezina zapremina smanji za polovinu. Ovom kontrakcijom izbacuje se pretežno tekući sadržaj iz kapure u burag. Iza toga nastupa manja stanka, koju slijedi druga i brža kontrakcija kapure, pri čemu se istisne sav sadržaj iz kapure u knjižavac. Ovaj kontrakcijski val širi se i na burag kroz *pila ruminis* u kranio – kaudalnom smjeru prvo u dorzalnu buragovu vreću. Slijedi kontrakcija *pila cranialis ruminis* koja se diže prema gore i stvara pregradu koja ne dopušta vraćanje sadržaja iz dorzalne vreće prema kapuri. Val se širi i dalje na dorzalnu buragovu vreću, a konačan efekt je potiskivanje sadržaja iz dorzalne vreće u opuštenu ventralnu vreću buraga. Cijeli sustav kontrakcija buraga, koji se odvija dvofazno u kranio - kaudalnom smjeru naziva se primarnom buragovom kontrakcijom. Iza ovih kontrakcija slijedi samostalna kontrakcija buraga, a ima također kranio – kaudalni smjer. To je sekundarna buragova kontrakcija. Osim ovih kontrakcija postoji još jedna kontrakcija buraga koja započinje kontrakcijom dorzalne buragove slijepe vreće i kojoj prethodi kontrakcija kapure. Ona ima obrnuti kaudo – kranijalni smjer, a njom se komprimira i izbacuje višak plinova koji se nakupe u dorzalnoj vreći buraga (najvišem dijelu buraga), a završava ruktusom ili podrigivanjem, gdje plinovi ulaze u jednjak i kroz usta se izbacuju vani. U stjenci kapure nalazi se intramuralni živčani sustav vegetativnog karaktera koji predstavlja motorički centar za predželuce. Broj kontrakcija buraga u određenom vremenu određen je ispunjenošću buraga, intezitetom fermentacijskih procesa i koncentracijom fermentacijskih proizvoda u

buragovu sadržaju (hlapljive masne kiseline, amonijak, mliječna kiselina) koji utječu na pH ingesta. Frekvencija i intenzitet buragovih kontrakcija određuje se auskultacijom (auskultacija je osluškivanje zvukova) i palpacijom u području lijeve gladne jame (npr. za vrijeme preživanja u goveda 9 kontrakcija u 5 minuta).

Preživanje je proces koji se kod mladunčadi preživača javlja već u drugom tjednu života, odnosno kad već počinju uzimati voluminoznu hranu ako im je dostupna. Sam proces preživanja je složen, a sastoji se od nekoliko aktivnosti. Refleksno vraćanje formiranog bolusa iz buraga u usnu šupljinu je prvi dio preživanja sastoji se od dvije faze. Faza usisavanja ingesta počinje gutanjem sline nakon čega nastupa energična inspiracija sa zatvorenim glotisom. Ona u području prsne šupljine i u njoj smještenim organima treba izazvati sniženje već postojećeg negativnog tlaka. Jednako se pod djelovanjem snažnog tlaka proširi i kao sisaljka djeluje i usisava sadržaj kroz otvorenu kardiju. Ušće jednaka je ispod razine retikulo – ruminalnog jezera, a uslijed kontrakcije kapure isisava se bolus koji se sastoji od voluminozne krme između čijih vlakana se nalazi i drugi sadržaj buraga (koncentrat i tekućina). Usisani bolus teži 80 – 120 grama. Nakon usisavanja zatvara se kardija i dijafragmatski sfinkter i počinje faza potiskivanja bolusa prema ždrijelu i ustima. U ovome procesu sudjeluju mišićni slojevi jednaka i prethodno postojeći podtlak. Na životinji je vidljivo gutanje sline, zaustavljanje disanja, energični udisaj i izdisaj i vidljivo pružanje glave i vrata naprijed. Žvakanje i vlaženje slinom bolusa uz temeljito sitnjenje i karakteristično kretanje čeljusti traje kod goveda oko 55 sekundi. Ponovno gutanje sažvakane hrane je isto kao i obično gutanje. Vrijeme preživanja kod pravilno hranjenih preživača traje oko 1/3 dana, a počinje s preživanjem 20 – 70 minuta nakon završenog obroka.

Hrana koju pojedu preživači je podvrgnuta mikrobiološkoj fermentaciji u predželucima, a nakon toga djelovanju enzima sirišta, crijeva i drugih spojeva. Prostor buraga i retikuluma osigurava povoljne uvjete za životne aktivnosti anaerobnih mikroorganizama. Ovaj prostor probavnog kanala osigurava mikroflori osim anaerobnih uvjeta i potrebnu vlažnost, toplinu, redovit dotok svježije hrane, kontrakcije predželudaca omogućavaju da mikroflora dođe u kontakt s hranom, a ujedno i redovito odstranjivanje fermentiranog digesta i konačnih produkata probave. Burag tek rođenih preživača ne sadrži mikroorganizme. Naseljavanje mikroflora počinje pri kontaktu sa starijim životinjama, sisanju mlijeka, kontaktu s hranom i posudama za vodu itd. Tele starosti 9 – 13 tjedana ima mikrobiološku populaciju u buragu sličnu onoj u odraslog goveda.

Postoje mikroorganizmi koji se nalaze kao fiziološki normalni u predželucima preživača. Mikroorganizmi u buragu podložni su promjeni brojnosti populacije i raznolikosti uslijed promjena u hrani kojom se životinja hrani. Mogu se podijeliti u pet skupina: bakterije, gljivice, protozoe, mikoplazme i bakteriofagi.

Bakterije su najbrojnija skupina mikroorganizama i u jednom gramu buragova sadržaja nalazi se do 10^{11} stanica.

Gljivice i njima slični organizmi se nalaze u buragovu sadržaju u 1 ml $2,5 - 8,5 \times 10^7$.

Protozoi predželudaca čine oko 2 % ukupne težine buragova sadržaja, a u sadržaju buraga ima ih u 1 ml 10^5 do 10^6 .

Mikoplazme i bakteriofagi su manje poznate stanice i slične su virusima. Njihov značaj očituje se u održanju biološke ravnoteže u ekosustavu predželudaca.

Bakterije koje su najzastupljenije u probavnim procesima predželudaca svoje djelovanje tijekom probave dijele u dvije faze.

Prva faza je razgradnja većih molekula pomoću specifičnih bakterijskih enzima, koje se zatim resorbiraju ili služe kao sirovina za sintezu specifičnih spojeva što sadrže energiju vezanu u bakterijskom tijelu ili služe za izgradnju bakterijskih stanica za vrijeme diobe. Bakterije djeluju i na ingest u predželucima i na osnovu ovog djelovanja dijele se na one koje razgrađuju proteine i mast, i na bakterije koje razgrađuju ugljikohidrate, a najvažnije su one koje razgrađuju celulozu.

Celulolitičke bakterije su široko rasprostranjene i prisutne u gastrointestinalnom traktu životinja koje su preživaci. Ove bakterije imaju sposobnost proizvodnje enzima celulaze, koja razgrađuje oko 70 % celuloznih ovojnica biljnih stanica. Ekstracelularnu celulozu razgrađuje celulaza do celobioze. Celobiozu dalje razgrađuje celobioza do glukoze. Dobivenu glukozu koriste mikroorganizmi pa se proces glikolize zbiva u stanicama mikroorganizama, gdje se oslobađa pirogroždana kiselina. Daljim procesima oslobađaju se hlapljive masne kiseline (HMK), od kojih su najvažnije octena, propionska i maslačna kiselina. U znatno manjim količinama oslobađaju se mliječna, valerijanska i kapronska kiselina. Octena, propionska i maslačna kiselina su glavni proizvodi fermentacije i čine 85 %, a sve ostale kiseline 15 % proizvoda fermentacije. Ove tri glavne masne kiseline proizvode se u određenim relativnim proporcijama specifičnim za sastav obroka. Octena kiselina je prosječno zastupljena s 67 %, propionska s 19 % i maslačna s 14 %. Na sličan način razgrađuje se i hemiceluloza uz enzim hemicelulazu, a međuprodukti razgradnje prolaze kroz glikolitički ciklus. Bakterije buraga sadrže i enzime ksilanaze koje razgrađuju ksilan koji je u molekuli hemiceluloze jedan od glavnih strukturnih polimera.

Najveći dio razgradnje celuloze događa se u predželucima, oko 70 %, zatim se proces nastavlja u slijepom crijevu, oko 17 % a ostatak se razgradi tijekom prolaska crijevnog sadržaja kroz debelo crijevo. Razgradnjom celuloznih ovojnica staničnih stjenki postaju dostupni probavnim enzimima citoplazme i stanične organele.

Amilolitičke bakterije, protozoe i gljivice razgrađuju škrob preko amilopektina i amiloze do maltoze, a nju dalje na dvije molekule glukoze. Proces dalje teče do formiranja HMK-a kao kod razgradnje celuloze. Nusproizvodi su ove fermentacije, osim mliječne kiseline, i etilni alkohol (etanol), a mliječna kiselina dalje metabolira u propionsku kiselinu. Tijekom fermentacije u buragu oslobađaju se i plinovi od kojih najviše CO_2 i CH_4 .

Bakterije također iz monosaharida i njihovih metabolita nastalih tijekom razgradnje polisaharida sintetiziraju i svoj bakterijski škrob. Većina bakterija koje koriste polisaharide mogu koristiti mono i disaharide. Mlade biljke sadrže dosta u vodi topljivih ugljikohidrata koji su dostupni bakterijama.

Bakterije su aktivne u probavi proteina i spojeva koji sadrže neproteinski dušik. Bakterije također sintetiziraju vlastite aminokiseline i proteine. Proteini se razgrađuju kidanjem peptidnih veza, deaminacijom i dekarboksilacijom aminokiselina. Proteolizom oslobođene peptide i aminokiseline dalje razgrađuju bakterije.

Deaminacijom nastaju ketokiseline i amonijak. Bakterije dekarboksiliraju aminokiseline u amine i CO_2 . Sadržaj buragova soka ima malo slobodnih aminokiselina jer one služe kao sirovina za daljnu razgradnju ili za sintezu aminokiselina i proteina mikroorganizama. Najvećim dijelom proteini iz hrane bivaju degradirani u rumenu i njihova resinteza u proteine mikroorganizama. Hlapljive masne kiseline mogu nastati kao razgrađen proizvod proteina, što znači da sve HMK ne potječu samo iz procesa razgradnje ugljikohidrata. HMK se najvećim dijelom resorbiraju kroz sluznicu u području predželudaca.

Bakterije i neki drugi mikroorganizmi buraga imaju sposobnost iskorištavanja neproteinskih dušičnih spojeva (urea, nitrati, amini, amidi, mokraćna kiselina i amonijak).

Tijekom probave u predželucima se oslobađa iz uree i dušičnih spojeva, kao i onih endogenog podrijetla, amonijak kojega koriste mikroorganizmi za sintezu vlastitih aminokiselina i proteina. Dio ovoga amonijaka resorbira se kroz sluznicu buraga u krv i ulazi u portalni krvotok. Ovim putem dolazi u jetru gdje se u urea – ornitinskoom ciklusu prevodi u netoksičnu ureu. Jetra sintetiziranu ureu otpušta u krv odakle se tada dijelom otpušta kroz bubrege i mokraću (preživači oko 50 % a nepreživači oko 60 %). Ostatak ureje cirkulira krvlju i dolazi do žlijezda slinovnica ili iz krvi direktno difundira kroz buragovu sluznicu u lumen buraga. Preživači slinu stalno izlučuju pa tako sa slinom u burag dospjeva urea. Ako hrana preživača ima nedovoljno bjelancevina ili ako životinja gladije bila bi ugrožena populacija mikroorganizama, međutim urea iz krvi i sline to sprečava. Ova spoznaja omogućava da se u obroku preživača određena količina proteinskog dušika zamjeni s određenom količinom neproteinskog dušika (1/3 proteina može se na ovaj način zamijeniti). Sintezu vlastitih tjelesnih bjelancevina mikroorganizmi predželuca pretežno započinju vezanjem amonijaka oslobođenog u buragu. Ovime se rješava problem obogaćivanja prirodne hrane preživača bjelancevinama. Kada sadržaj iz predželudaca dođe u sirište, djelovanjem probavnog soka mikroorganizmi ugibaju te se počinju probavljati (njihova bjelancevina). Na ovaj način preživač dobiva bakterijske proteine kojima je biološka vrijednost 80, a količina se računa oko 500 g za 24 sata.

Bakterije su u predželucima vezane za određena mjesta koja najbolje odgovaraju njihovim biološkim uvjetima. Ovo fizičko vezanje na određena mjesta obavljaju uz pomoć svoga glikokaliksa (sustav nitastih tvorbi).

Bakterije predželudaca na temelju vezivanja uz pomoć glikokaliksa dijele se u više skupina. Bakterije buragove tekućine koje su anaerobi, mogu se vezati (prihvatati) za određene podloge ili tvoriti plivajuće mikrokolonije, a između njihovih stanica se nalaze enzimi koji služe za kataboličke procese izvan stanica. Ove bakterije sadrže proteaze, celulaze i celobiazе. Drugu skupinu čine anaerobne bakterije vezane za čestice hrane te tvore mikrokolonije, a sadrže enzime celulazu, celobiazu i proteolitičke enzime.

Treću skupinu čine adherentne bakterije koje su vezane za mrtvi epitelni sloj buragovih papila kutane sluznice. One sadrže ureazu, celulazu, proteolitičke enzime a provode i deaminaciju. Funkcija adherentnih bakterija je višestruka, jer kroz sluznicu buraga difundiraju iz krvi kisik, bikarbonati, fosfati i urea te stupaju u prvi dodir s tampon zonom koju čine adherentne fakultativne anaerobne bakterije. Ove bakterije koriste kisik za oksidaciju metabolita oslobođenih pri anaerobnoj redukciji. Također koriste difundirajući kisik iz buragove stijenke za oksidacijske procese te kao tampon zona odvajaju aerobno od anaerobnog područja buraga, ali koriste i kisik koji je ušao u predželuce pri gutanju hrane. Tada u anaerobno područje buragova sadržaja dospjevaju sa slinom urea, fosfati i bikarbonati koji osiguravaju redukcijske procese anaerobima, a iznad buragova sadržaja se nalazi atmosfera CO_2 i CH_4 .

Adherentne bakterije razgrađuju keratin degeneriranih epitelni stanica buragove sluznice i partikule hrane biljaka. Sudjeluju i u razgradnji proteina u ingestu buraga, proizvode i ureazu koja razlaže ureu na NH_3 i CO_2 , a aktivnost ureaze je veća ukoliko je koncentracija amonijaka u buragovu sadržaju manja te ovako olakšava difuziju uree u burag kroz njegovu kutanu sluznicu.

Anaerobna fermentacija u buragu dovodi do proizvodnje obilne količine plinova. Sastav smjese plinova je 65 % CO_2 , 25 – 27 % CH_4 , 7 % N i male količine O_2 , H_2 i H_2S . Odraslo govedo može dnevno proizvesti do 600 l plina. Metan ima visok toplotni ekvivalent i predstavlja direktan gubitak energije iz organizma, a nastaje kao proizvod anaerobne

fermentacije pri oslobađanju viška vodika. Ovi plinovi se izbacuju podrigivanjem iz prostora buraga, a ako se ne odstranjuju, dolazi do (nadma) životinje.

Gljivice i gljivicama slični mikroorganizmi u predželucima fermentiraju lakorazgradljive ugljikohidrate do HMK, oslobađajući pri tome CO₂ i CH₄. Na ovaj način podržavaju anaerobne uvijete u buragu omogućavajući bakterijama rast i aktivnost. Gljivice, uz dovoljno glukoze iz različitih proizvoda koji se oslobađaju pri razgradnji proteina i N-spojeva, sintetiziraju aminokiseline koje ugrađuju u vlastite bjelančevine. Pri intenzivnim metaboličkim procesima sintetiziraju se i vitamini B skupine. Neke od vrsta gljivica razlažu sirovu vlakninu, odnosno pomažu probavu voluminozne grube krme slabe kvalitete, kao što je slama.

Protozoi su anaerobni mikroorganizmi sadržaja predželudaca, a javljaju se kao ciliate ili trepetljikaši i kao flageliti ili bičari. Ciliati osim kataboličkog djelovanja sintetiziraju i nakupljaju u svojim stanicama glikogen sličan škrobu kao rezervu. Ciliate gutaju bakterije koje su im izvor proteina, a iskorištavaju i biljne masti.

Masti u masnim tkivima preživača su tvrde konzistencije u poredbi s mastima biljojeda nepreživača. Masno tkivo preživača sadrži pretežno zasićenu stearinsku kiselinu (C-18:0). Nepreživači biljojedi u svojim masnim tkivima i tkivnim lipidima sadrže samo nezasićene masne kiseline. Lišće trava i leguminoza sadrži u suhoj tvari 5 – 10 % lipida. Ova mast sadrži digliceride vezane jednom ili dvije molekule galaktoze (mono – galaktozil – glicerid i di – galaktozil – glicerid). U mastima nalaze se još u manjim količinama fosfolipidi, triacilgliceroli, sulfolipidi, steroli, voskovi, slobodne masne kiseline i ugljikovodici.

Svježa voluminozna krma sadrži lipide kojima je glavni sastojak linolenska kiselina (C-18 :3). U buragu se tijekom probave uslijed mikrobne aktivnosti događa hidriranje masti, hidroliza masti, razgradnja glicerina i oslobađanje galaktoze iz galaktoglicerida.

Hidriranje je redukcija nezasićenih masnih kiselina u manje ili potpuno zasićene masne kiseline. Oleinska kiselina prelazi s 20 % u stearinsku kiselinu, linolna prelazi do 20 % u stearinsku kiselinu a linolenska kiselina prelazi hidriranjem do 20 % u stearinsku kiselinu a njen ostatak prelazi postupno u linolnu, koja je stabilnija te ova dalje prelazi puno sporije u oleinsku. Proces hidriranja traži dovoljne količine vodika u buragovu sadržaju, a sam proces redukcije obavljaju neke bakterije i protozoe.

Hidrolizu masti u buragovu sadržaju provode mikroorganizmi pomoću enzima. Voluminozna krma sadrži pretežito mono–galaktozil diglicerid i pri hidrolizi se oslobađaju masne kiseline, galaktoza i glicerol, a pri hidrolizi di–galaktozil–diglicerida oslobađaju se masne kiseline i glicerol.

Ingest koji napušta predželuca sadrži pretežno zasićene dugolančane masne kiseline u slobodnom obliku. Lecitin koji se nalazi u biljnoj hrani razgrađuju mikroorganizmi u buragu u masne kiseline i lizolecitin. Lizolecitin se zatim uz pomoć lizolecitinaze razgrađuje u masne kiseline i glicerofosfolin.

Čestice hrane u buragu biljni lipidi prevlače masnim omotačem regulirajući ovako brzinu razgradnje tih hranjiva. Lipidi djeluju i kao antipjenjivi agensi što je važno kod prevencije pojave nadma kod preživača.

Glicerol u predželucima oslobođen pri hidrolizi masti uslijed djelovanja enzima mikroorganizama pretvara se u mliječnu, a ova dalje u propionsku kiselinu.

Galaktoza se razgrađuje u buragu i konvertira u mješavinu hlapljivih masnih kiselina.

Buragov sadržaj sadrži lipide porijeklom iz unesene hrane i lipide koji potječu od uginulih razgrađenih mikroorganizama. Kratkolančane masne kiseline izo položaja prekursori su

razgranatih dugolančanih masnih kiselina u izo položaju. Nastaju u buragu tijekom bakterijske deaminacije i dekarboksilacije aminokiselina valina, leucina i izoleucina. Tako nastaju izo – maslačna kiselina, izo – valerijanska i 2 metil- maslačna kiselina. Njihovim spajanjem nastaju dugolančane izo – masne kiseline koje postaju građevni lipidi bakterija predželudaca. Fiziološka uloga razgranatih masnih kiselina je i da stimuliraju celulolitičke bakterije na razgradnju biljnih vlakana, sintezu bakterijskih proteina, a pri gladovanju služe i kao izvor energije za sintezu ATP.

Crijeva – *intestina*

Želučani sadržaj monogastričnih i poligastričnih životinja nakon probave u pravom želucu kod nepreživača i sirištu preživača dolazi u prednji dio tankog crijeva. Tanko crijevo kod svinje je dugo 16 – 21 m, a kod goveda 27 – 49 m. Debelo crijevo u svinje je dugo 3,5 – 6 m, u goveda 6,5 – 14 m. Najdulja crijeva su u preživača, a najkraća kod mesojeda. Tanko crijevo je mjesto završnih procesa probave i mjesto resorpcije proizvoda probave. Ovi procesi se kod svih životinja odvijaju u *duodenumu* ili dvanaesniku, *jejunumu* ili praznom crijevu i *ileumu* ili vitom crijevu. Stjenka crijeva sastoji se od nekoliko slojeva (ova građa crijeva je skoro identična svim unutrašnjim šupljim organima).

Sloj koji je postavljen prema lumenu crijeva čini sluznica ili *tunica mucosa*. Ova dolazi u dodir s hranom i proizvodima probave od usne šupljine do rektuma.

Drugi sloj je mišićni sloj ili *tunica muscularis*

Treći sloj je serozna ovojnica ili *tunica serosa* i vanjska je ovojnica utrobnih organa.

Svaki se od ovih slojeva sastoji od više podslojeva pa tako sluznicu izgrađuje pet slojeva. *Lamina epithelialis* je podsloj sluznice koji je izložen crijevnom sadržaju i okrenut je prema šupljini crijeva. Građen je od jednoslojnog ili višeslojnog epitela. U ovaj sloj su ugrađene pojedinačne vrčaste stanice koje proizvode sluz, zatim sustavi žlijezda koje su dublje u unutrašnjosti crijevnog zida, čineći tako manje ili veće udubine, a nazivaju se kriptе. Površina sluznice nije ravna, već tvori izbočine u lumen probavnog kanala, koje se nazivaju crijevne resice (*villi intestinales*). Ove resice povećavaju funkcionalnu površinu sluznice i pomažu da ona bude u neposrednom dodiru sa sadržajem u lumenu. Stanična membrana svake od cilindričnih epitelnih stanica crijeva na svojoj površini prema lumenu crijeva ima mikroskopske nabore i tako prema lunemu oblikuje mikrovile.

Drugi podsloj sluznice je *lamina propria tunicae mucosae*, leži ispod prethodnog epitelnog sloja, a sastoji se od vezivno tkivne podloge u koju je ugrađen sustav kapilara arterijskog i venskog karaktera, limfnih kapilara, zatim mnoge žlijezde i mišićne stanice. Mišićne stanice poredane su u obliku trake i ulaze u crijevne resice a svojim kontrakcijama omogućavaju kretanje crijevnih resica koso i vertikalno. Treći podsloj sluznice je *lamina muscularis tunicae mucosae*. To je tanak sloj glatkih mišićnih tvorbi, a ispod njega je sloj *laminae submucose* građen od vezivnog tkiva u kome se nalaze živci, krvne i limfne žilice i žlijezde. Ispod ovog sloja je mišićni sloj, koji je također građen od više slojeva (tri) i ima ulogu pri motilitetu crijeva, kontroli prolaza sadržaja kimusa kroz crijevo.

U tankom crijevu završni procesi probave i resorpcije opterećuju površinski epitel *laminae epithelialis* i vrijeme poluživota tih stanica je kratko. Zbog toga postoji stalna dioba stanica koje zamjenjuju najizloženije stanice na vrhu crijevnih resica. Tu se još nalaze i entero–endokrine stanice probavnog sustava koje reguliraju intenzitet fizioloških procesa u crijevu. Na apikalnoj površini stanica enterocita nalaze se mikrovili prekriveni glikokaliksom koje strše u šupljinu crijeva. Iznad glikokaliksa se nalazi sloj tekućine koji je nepokretan i sadrži enzime. Kroz ovaj sloj treba proći svaki produkt razgradnje koji se resorbira. U ovome nepokretnom tekućem sloju koji oplakuje plazmatsku membranu resorpcijske stanice nalaze

se enzimi alkalna fosfataza, koja razgrađuje različite fosfatne spojeve prije resorpcije, saharaza, dekstrinaza i maltaza, koje razgrađuju disaharide na monosaharide, laktaza koja razgrađuje mliječni šećer na glukozu i galaktozu, aminopeptidaze koje razgrađuju aminoskupinu od kratkog peptidnog lanca.

Crijevni sok (*succus entericus*) izlučuju Leiberkuhnove žlijezde, Brunnerove žlijezde i vrčaste stanice čije sekrete u lumenu crijeva nazivamo crijevnim sokom. Crijevni sok se sastoji od vode, klorida, bikarbonata, Na, K, Ca i organskih sastojaka mucina, enteropeptidaze i dr.

Leiberkuhnove žlijezde izlučuju gustu alkalnu sluz s puno HCO_3 u području tankog i debelog crijeva. Nalaze se u kriptama nastalim uvrtnjem lamine epitelialis u tunicu mucosu crijeвне sluznice. Vrčaste stanice izlučuju glikoproteine kojima podmazuju površinski epitel crijevnih resica. Brunnerove žlijezde se nalaze u submukozi sluznice duodenuma i luče mukozni sekret alkalnog karaktera. Ovaj sekret suzbija aciditet duodenalnog kimusa, koji je natopljen solnom kiselinom dospio iz želuca ili sirišta. Crijevni sok ima alkalični pH od 8,2 – 8,9, ali u duodenumu se kod preživača održava kisel reakcija jer se kod njih stalno luči HCl u sirištu i neprestano transportira sadržaj iz sirišta.

Enzimi crijevnog soka su enterokinaza (enteropeptidaza) koja započinje proces aktiviranja tripsinogena u tripsin i kimotripsinogena u kimotripsin. Peptidaze crijevnog soka kidaju peptide u aminokiseline aminopeptidaze i dipeptidaze. Maltaza razgrađuje maltozu na dvije molekule glukoze, a saharaza razgrađuje saharozu na glukozu i fruktozu. Laktaza razgrađuje mliječni šećer laktozu na galaktozu i glukozu. Nukleaze razgrađuju DNA i RNA u mononukleotide, a mononukleotidaze razgrađuju mononukleotide na nukleozide i fosforu kiselinu. Nukleozidaze dalje cijepaju nukleozide u pentoze i purinske ili pirimidinske baze. Ovo su stanični endoenzimi koji nakon raspada epitelnih stanica dopijevaju u crijevni sadržaj.

Stanice sluznice tankog crijeva imaju kratak polужivot (2 – 5 dana). Makroskopske površine tankog crijeva u goveda iznose $17,1 \text{ m}^2$ a svinje 13 m^2 .

Crijevni sok sa svojim enzimima nije u stanju temeljito razgraditi kimus u crijevu i stoga mu se u područja duodenuma pridružuje u probavi sok pankreasa i žuč. Sok gušterače i žuč se izlučuju u duodenum pomoću *duktusa pankretikusa major i minor* kroz papile duodeni.

Pankreasov sok (*succus pancreaticus*) je bistra i bezbojna tekućina alkaličnog pH koja sadrži bikarbonat, što reducira kiselost kimusa kada dopije u duodenum.

U pankreasovom soku se nalaze proteolitički enzimi. Proteolitički enzimi se nalaze u inaktivnom obliku (proenzima). Tripsinogen djelovanjem enterokinaze prelazi u aktivni tripsin. Tripsin razgrađuje proteine do polipeptida.

Kimotripsinogen prelazi u aktivni oblik djelovanjem tripsina i on razgrađuje proteine do polipeptida.

Proelastaza djelovanjem tripsina prelazi u aktivnu elastazu i razgrađuje elastin i neke druge proteine. Osim ovih proteolitičkih enzima u pankreasovom soku se nalaze i karboksipeptidaza, koju iz inaktivnog oblika aktivira tripsin, te nukleaze (dezoskiribonukleaze i ribonukleaze), koje razgrađuju DNA i RNA stanica. Kimus dolazeći iz sirišta, sadrži DNA i RNA mikroorganizama koji su raspadnuti djelovanjem solne kiseline i tripsina, a koje sada razgrađuju enzimi crijevnog i pankreasovog soka (smatra se da tijekom 24 sata u sirištu goveda uginu od 3 – 5 kg mikroorganizama koji dolaze u crijeva).

Pankreas u svome soku sadrži i lipolitičke enzime koji razgrađuju lipide kimusa. Sadržaj kimusa iz jednostavnog želuca koji dopjeva u duodenum sadrži pretežno esterificirane masti triacilgliceride. Lipidi se miješaju sa žuči postajući topljivi u vodenoj fazi crijevnog sadržaja, tzv., micelna faza. Pankreasova lipaza postupno razgrađuje triacilgliceride u slobodne masne

kiseline i digliceride, a dalje digliceride na slobodne masne kiseline i 2 – monogliceride. Iz ovih komponenti pri pH 6 –7 mastaju micle. Micle se sastoje od monoglicerida, slobodnih masnih kiselina, lecitina, žučnih soli i enzima kolipaze koji veže žučne soli i pankreasnu lipazu na emulgirane kapljice masti. Micle postaju topljive djelovanjem žučnih soli, a unutar micle nalaze se i kolesterol i liposolubilni vitamini koji su netopljivi u vodi. Ove micelne formacije se resorbiraju u stanice crijevne sluznice, a dok žučne soli ostaju neresorbirane i mogu služiti za sljedeće oblikovanje micela. U žuči se nalazi fosfatid lecitin koji je endogenog podrijetla za razliku od dijetarnog lecitina koji čini sastavni dio biljnih i životinjskih stanica. Lecitin razgrađuje fosfolipazu u lizolecitin i slobodnu masnu kiselinu. Lizolecitin se može direktno resorbirati u epitelne stanice tankog crijeva.

Kod preživača razgradnju lipida započinju mikroorganizmi predželudaca i u kimusu koji dolazi iz sirišta nalaze se masne kiseline dugog lanca. Hlapljive masne kiseline koje su kratkolančane ranije se resorbiraju kroz sluznicu predželudaca. U tankom crijevu se razgrađuju masti vezane za čestice hrane, a koje su netopljive, masti koje se oslobađaju pri ugibanju mikroorganizama u sirištu ili ranije i nehidrolizirani dio lipida. Žuč preko žučnih soli i endogeni lecitin djeluju stvarajući micle.

Pankreasni sok sadrži i amilolitički enzim alfa amilazu. Ona razgrađuje škrob i šećere do glukoze. Kod preživača rijetko dopijevaju škrob ili šećeri u tanko crijevo nerazgrađeni zbog mikrobne fermentacije gdje se stvaraju hlapljive masne kiseline. Ali ako dopiju, tada se razlože do glukoze i tako resorbiraju u resorpcijske stanice odakle dalje odlaze u metabolizam. Kod nepreživača je razlaganje šećera i škroba do glukoze koja se resorbira iz crijeva te kod sisajućih životinja preživača koja još nemaju razvijene predželuce već im probavni sustav funkcionira kao kod nepreživača.

Pankreasni sok zajedno sa žuči ima značajnu ulogu u probavi kimusa. Žuč je sekret jetre koji sadrži žučne kiseline i njihove soli, kolesterol, žučne boje, masti, lecitin, anorganske supstance i vodu. Žuč proizvode jetrene stanice hepatociti, koja sustavom manjih i većih kanala odlazi u žučni mjehur. Žučni mjehur stezanjem svojih stijenki žuč vraća u odvodni kanal koji žuč vodi u duodenum. Konj, jelen i biserka nemaju mjehur nego prošireni *ductus choledochus* koji zamjenjuje žučni mjehur. Jetrene stanice proizvode žučne kiseline iz kolesterola formirajući najprije kolnu kiselinu. Spajanjem kolne kiseline s glicinom nastaje glukokolna kiselina, a s taurinom taurokolna kiselina. Soli ovih dviju kiselina izlučuju se iz jetrenih stanica u žuč. Žučne soli imaju funkciju miješanja s mastima u duodenumu, smanjuju površinsku napetost te dolazi do emulgiranja masti, formirajući sitne kapljice masti koje može razgraditi pankreasna lipaza. Kontakt žučnih soli i lipaze te masnih kapljica potpomaže protein kolipaza koji ujedno omogućava i oblikovanje micela. Žuč svojim kiselinama i kolipazom omogućava da se u srži micle smjeste kolesterol i liposolubilni vitamini te da prođu kroz nepokretan sloj tekućine na površini enterocita.

U ileumu žučne soli se većim dijelom resorbiraju zajedno s emulgiranim mastima u enterocite. Resorbirane žučne soli u enterocitima odvajaju se od masnih kiselina i odlaze u krv. Portalnim krvotokom dopiju do jetre i resorbiraju se u jetrene stanice. Ovaj dolazak žučnih soli djeluje kao stimulans za sintezu i sekreciju žuči u žučne kanaliće. Žučne boje nastaju razgradnjom hemoglobina iz raspadajućih eritrocita u retikuloendotelnom sustavu. Hemoglobin se raspada na biliverdin, željezo i globin. Biliverdin u biljojeda je glavna žučna boja. Biliverdin u čovjeka konvertira uz pomoć enzima u bilirubin. Bilirubin je netopljiv u tekućinama a kada uđe u krv dopijeva sa njom do jetre gdje ga resorbiraju hepatociti. U jetri se prevodi u topljivi oblik pomoću enzima koji se kao novi spoj izlučuje u žučne kanaliće, a manji dio odlazi u krv i odatle u mokraću. Veća količina konjugiranog bilirubina dolazi sa žuči u crijevo. Dio bilirubina oksidira u crijevu u sterkobilin i izlučuje se

izmetom dajući ekskrementima boju. Dnevno konj u duodenum izluči 5 – 6 kg žuči, govedo 2 – 5 kg, a ovca 0,35 – 0,45 kg.

Nakon probave kimusa u tankom crijevu slijedi probava neprobavljenih i neresorbiranih proizvoda probave u debelom crijevu. Kimus biva izložen završnim procesima probave i resorpcije. Osnovni čimbenik probave u debelom crijevu je fermentacijska aktivnost mikroorganizama slična onoj u predželucima preživača.

Probava u debelom crijevu biljojeda naročito je značajna kod onih životinja koje nemaju predželuce. Probavu u debelom crijevu treba dijeliti na probavu kod mesojeda i biljojeda, dok se svežderi (svinja) svojim procesima nalaze između jednih i drugih.

Za biljojede nepreživače je značajno to što se u debelom crijevu zbivaju opsežni procesi razgradnje celuloze uz enzime mikroorganizama. Probava polisaharida u biljojeda nepreživača potpomognuta je adaptacijom debelog crijeva oblikovanjem loptastih tvorbi (*haustra*) koje produžavaju zadržavanje kimusa u debelom crijevu.

Konju do 25 % biljne hrane dospije u debelo crijevo neprobavljeno. Mikroorganizmi tu razgrađuju polisaharidne stanične stijenke pri čemu se oslobađaju hlapljive masne kiseline i sintetiziraju vitamini B skupine i vitamin K. Uslijed vrenja (fermentacije) se oslobađaju plinovi CO₂, H₂S, CH₄, H₂ i O₂. Iza ovoga slijedi razgradnja protoplazme biljnih stanica i spojeva koji sadrže dušik. Lako topljivi ugljikohidrati su podložni vrenju u debelom crijevu konja, ali najviše u slijepom crijevu. Kod goveda i ovaca u debelom crijevu mikroorganizmi vrše hidrolizu škroba i disaharida i do 30 %, biljnih polisaharida se ovdje probavi, odnosno dovršava se probava dijela neprobavljene sirove vlaknine. Svi ovi procesi mikrobiološke fermentacije u debelom crijevu su manjeg intenziteta, kako u probavi tako i u resorpciji od prostora predželudaca preživača.

U probavnom kanalu svih životinja, osim specifičnih enzima probavnih organa i enzima mikroorganizama u dijelovima probavnog kanala u probavnim procesima sudjeluju i mikroorganizmi koji su stalni stanovnici crijeva, a koji naseljavaju probavni trakt (sluznicu crijeva) već pri prvom sisanju mlijeka. Ima različitih vrsta i sojeva bakterija. Neki su korisni a neki izlučuju štetne tvari u lumen crijeva. Najčešći stanovnici crijeva jesu laktobacili i streptokoke. Njihov značaj je nešto izraženiji kod monogastričnih životinja.

Izmet (*faeces*) su preostali proizvodi probave koji se nisu resorbirali, a sadrže mikroorganizme, neprobavljene dijelove hrane, dijelove epitelnih stanica iz crijeva, masne kiseline, sapune, lipide, sluz, žuč, sirova vlakna, fenol, indol, skatol, minerale (Ca, Mg, K, P, Cl, S) i vodu. Voda u izmetu goveda učestvuje s 75 – 85 %, a koze i ovce 65 – 70 %.

Količina izmeta koju životinja izbaci iz organizma za 24 sata zavisi od vrste i kategorije životinje. Goveda izbace dnevno 13 – 35 kg, svinje 0,5 – 3 kg, dok dnevno defeciraju goveda 10 – 24 puta, a mesojedi 2 – 3 puta. Defekacija ili izbacivanje izmeta iz organizma je složen refleksni proces uz sudjelovanje svijesti i volje odrasle životinje. U samom procesu defekacije sudjeluju kontrakcije glatkih mišića debelog crijeva, poprečnoprugasti mišići trbušne preše (više mišića). Popunjenost završnog dijela kolona i rektuma stimulira defekaciju. Kretanje ili motilitet crijeva je cijeli sustav kontrakcija crijevnog zida, ali ona imaju automatizam miogene prirode slično kao srce. Djelovanjem crijevnog automatizma miogeno – živčanog karaktera postižu se fiziološke crijevne aktivnosti koje se sastoje od ritmičkih segmentacija, pendularnog gibanja, peristaltičkih valova, perostaltičkih naleta i antiperistaltike. Specifičnost kretanja crijeva jeste transport crijevnog sadržaja, njegovo mješanje i segmentacija te ubrzavanje resorpcije iz probavnog kanala. Pokreti tankog crijeva su općenito brži od pokreta

debelog crijeva, a sam transport sadržaja kroz crijeva bit će brži što je više konzumirane hrane u obroku, a manji je postotak probave i resorpcije tvari.

1.3.2 Probava u domaće peradi

Probavni sustav peradi započinje kljunom kojim one uzimaju hranu. Oblik kljuna zavisi od vrste ptice i načina hranidbe u prirodi. Ptice nemaju zube i hrana koju uzimaju ne sitni se u usnoj šupljini, već u mišićnom želucu. Slinu proizvode žlijezde u usnoj šupljini. U području ždrijela nalazi se prošireni početak jednjaka. Jednjak se u području vrata jednostrano ili obostrano proširuje tvoreći voljku (*ingluvies*). Želudac peradi sastoji se iz dva dijela: žljezdani želudac (*pars glandularis*) ima oblik proširene probavne cijevi odebljale stijenke. Njegova unutrašnjost je prekrivena pravom sluznicom koja sadrži žlijezde. Sluznica tvori uzdužne nabore, a na njenoj površini su izbočena papilarna ušća kroz koja se luče HCl, pepsinogen i sluz, a površinski epitel također izlučuje sluz. Mišićni želudac drugi je dio (*pars muskularis* ili mlin) koji se sastoji od skupine mišića, a tvore ga debeli mišićni sloj i tanki mišićni sloj. Od žljezdanog želuca su odvojeni suženjem. Mišićni želudac posebno je razvijen u ptica koje se hrane zrnom i grabljivica jer je to jedino mjesto gdje se hrana može sitniti.

Unutrašnjost mišićnog želuca prevučena je pravom sluznicom, koja pravi tubulozna uvrnuća u *laminu propriju*. Ove tubulose tvori kubični žljezdani epitel, koji na površinu luči bjelanjčevinasti sekret debljine 1 mm. Ovaj sekret žljezda sadrži supstancu srodnu keratinu, a naziva se koalin. Čvrsti sekret čuva sluznicu mišićnog želuca od mehaničkih ozljeda. Ispod sluznice se nalazi debeli sloj glatkog mišićnog tkiva čijim kontrakcijama se drobi hrana.

Tanko crijevo peradi je različite duljine zavisno od vrste hrane koju konzumiraju. Ptice koje se hrane mesom imaju kraće tanko crijevo (karnivori), dok one koje se hrane biljnom hranom imaju duže tanko crijevo. Kod kokoši tanko crijevo je dugo 5 – 6 duljina tijela. Sluznica tankog crijeva sadrži Leiberkuhnove žlijezde i u području tankog crijeva se zbiva sekrecija crijevnog soka i resorpcija probavljene hrane. U područje duodenuma tankog crijeva se izljevaju dva žučovoda i tri duktusa pancreaticusa.

Zalogaj hrane pomiješan sa slinom preuzima jednjak iz ždrijela te ga transportira prema voljki. Ukoliko su žljezdani i mišićni želudac prazni, hrana dolazi direktno u želudac refleksno zaobilazeći voljku. U slučaju da su želuci puni, hrana dopijeva u voljku koja služi kao privremeno skladište hrane. Voljka se može proširiti, a njena sluznica proizvodi mukozni sekret koji sa slinom služi za natapanje hrane i podmazivanje sluznice. U voljci su utvrđene male količine amilaze, saharaze i maltaze. Hrana se u voljci zadržava 4 – 15 sati. Nakon izlaska iz voljke hrana odlazi u žljezdani želudac gdje se luče sokovi koji sadrže pepsin i solnu kiselinu. Kiselost je pH 3 – 4,5 i hrana nakon miješanja sa sokovima brzo prolazi u mišićni želudac.

Mišićni želudac ima zadatak da usitni hranu. U mišićnom se želucu katkada nalaze i sitni kamenčići koji potpomažu bolje mljevenje hrane u peradi koja se hrane žitom i drugom biljnom hranom. Žljezdani želudac preko svojih žlijezda iz prave sluznice luči sluzavi sekret, mukus, solnu kiselinu i pepsinogen. Proteoliza započinje u mišićnom želucu, kao i mehanički procesi razgradnje pojedene hrane. Pepsin cijepa peptidne veze između aromatskih aminokiselina i probava se nastavlja odvijati u duodenumu. U tankim crijevima dijeluju isti enzimi crijevnog soka, pankreasa i djelovanje žuči kao kod sisavaca. Žuč peradi sadrži

amilaze koje imaju amilolitičku ulogu te pomaže resorpciju masti i aktivira pankreasnu lipazu. Sok gušterače djeluje amilolitički, lipolitički i proteolitički. Sluznica tankog crijeva stvara enzime proteazu, amilazu i saharazu i djelovanjem svih ovih enzima u crijevima peradi se visokomolekularni spojevi razgrađuju na niskomolekularne koji su prikladni za resorpciju. Apsorpcijska površina tankog crijeva je povećana uslijed postojanja brojnih crijevnih resica kao i kod sisavaca.

Debelo crijevo peradi se nastavlja na tanko crijevo. Ono je kratko i sastoji se od dva slijepa crijeva i kolona koji završava kloakom. Slijepa crijeva u kokoši su duga od 18 – 30 cm. U slijepa crijeva ne ulazi sva hrana iz tankog crijeva nego samo onaj dio koji ima više sirovih vlakana. Sirova vlakna (celulozu) mikroorganizmi u slijepom crijevu pretvaraju u hlapljive masne kiseline, a sintetiziraju i vitamine B skupine. Vitamini sintetizirani u ovome području od strane mikroorganizama nisu važni za samu životinju jer se ne mogu resorbirati u ovome dijelu probavnog trakta. U slijepom crijevu i kolonu odvija se resorpcija vode i elektrolita. Neprobavljeni dio preko kolona i kloake se izbacuje van iz organizma. Perad izlučuje dvije vrste izmeta, izmet koji je direktno izbačen iz završnog dijela debelog crijeva i izmet izbačen iz slijepih crijeva. Kloaka je izlazni prostor i otvor koji je kružnim sluzničkim naborima podijeljen na tri dijela u koji utječe probavni, urinarni i genitalni sustav.

1.4. Resorpcija i promet hranjivih tvari

Resorpcijom se hranjive tvari preko niza procesa mijenjaju, razgrađuju, sintetiziraju dok ne budu iskorištene za neku od tjelesnih potreba i funkcija. Neiskorišteni dijelovi se izlučuju putem urina ili disanjem. Čitav ovaj proces zove se metabolizam ili promet tvari.

Resorpcija je složen proces i sastoji se od prolaza hranjivih tvari kroz apikalnu staničnu membranu površinskog sluzničkog epitela, prolaza tih tvari kroz citoplazmu te ponovnog izlaska kroz lateralne i bazalne membrane izvan stanica. Iz stanica resorbirana tvar može dospjeti u međustaničnu tekućinu ili direktno u krv, odnosno limfu. U citoplazmi se resorbirane tvari dalje mogu prerađivati, razgrađivati ili sintetizirati, odnosno onaj metabolit koji je ušao u stanicu može izaći kao takav ili kao jednostavniji ili složeniji. Izmjena tvari i limfocita (leukocita) postoji između krvne i limfne plazme i međustanične tekućine kroz zidove kapilara i duktus toracikus. Limfom se transportiraju mast i voda, a krvlju sve ostale tvari.

Stanična membrana sastoji se od dvostrukog masnog – hidrofobnog sloja (masne kiseline) i glicerofosfatnog – hidrofilnog sloja u koji su uklopljene proteinske molekule.

Ovi proteini se mogu podijeliti u pet skupina zavisno od fiziološke funkcije. Prvu skupinu ovih proteina čine oni koji su smješteni na vanjskoj i unutrašnjoj površini stanične membrane i oni probijaju čitavi masni sloj nazivaju se transmembranskim ili integralnim proteinima.

Drugu skupinu proteina čine oni koji izgrađuju pasivne proteinske tunele, nazvani su tunelski proteini.

Treću skupinu čine proteini koji sudjeluju u izgradnji uređaja za aktivni transport tvari kroz plazmatske membrane protiv koncentracijskog i električnog gradijenta (Na – K- ATP –azna crpka i Ca – ATP- azna crpka).

Četvrtu skupinu proteina tvore receptorni proteini koji vežu hormone i omogućavaju fiziološke promjene u stanici.

Petu skupinu tvore enzimi koji kataliziraju reakcije na površini stanične membrane.

Područje fiziološke resorpcije probavljene hrane u monogastričnih životinja je sluznica tankog i debelog crijeva, a u preživača još i sluznica predželudaca. Kroz koneksione koji čine međustanične komunikacijske proteinske kanaliće promjera 2 nm, mogu prolaziti iz stanice u stanicu ioni, aminokiseline i ostale otopljene tvari molekulske mase od 1000 – 1500 daltona. Stanična membrana praktično ne propušta intracelularne proteine i ostale organske anione. Lipidni dvosloj u membrani propušta vodu, dok propusnost ostalih tvari zavisi o topljivosti u mastima i električnom naboju. Kroz membranu lako prolaze kisik i dušik, a male molekule bez naboja, CO₂ i urea lako difundiraju kroz masni dvosloj. Glukoza prolazi sporije i teže ali zato tunelski proteini omogućavaju prolaz iona u oba smjera kroz tunelske šupljine koje izgrađuju tunelski proteini. Tvari mogu prenositi i mobilni proteini nazvani nositelji.

Na nositelje se vežu ioni ili druge molekule izazivajući promjenu njihove konfiguracije, prenoseći izazivače s jedne na drugu stranu membrane.

Prenositelji proteini, ako prenose samo jednu vrstu tvari, nazivaju se uniportni proteini, a oni koji prenose istodobno više supstanci zovu se simportni proteini. Antiportni proteini prenose tvari u različitim smjerovima.

Transport kroz epitelnu plazmatsku membranu stanice dijeli se na pasivni transport (difuzija, osmoza, hidrostatski tlak, površinska napetost, električni potencijal i filtracija) koji se događa na osnovu fizikalno-kemijskih zakona i aktivni transport koji se događa protiv koncentracijskog i električnog gradijenta pri čemu se troši energija.

Stupanj resorpcije koji se zbiva na osnovu difuzije, osmoze i filtracije zavisi u prvom redu od koncentracije tih tvari u kimusu u odnosu prema koncentracijama tih istih tvari u citoplazmi resorpcijskih stanica i krvi. Na površini epitelne stanice djeluje električni potencijal, adsorpcija i kapilarnost, koji zajednički određuju propusnost epitela crijevne sluznice. Crijevna sluznica može na temelju olakšane difuzije i selektivne resorpcije dati prednost određenim tvarima iz kimusa, ako je potrebno i uz utrošak energije – aktivni transport.

1.4.1 Resorpcija i promet vode

45 % tjelesne težine organizma čini intracelularna tekućina, a 25 % težine ekstracelularna tekućina, odnosno u organizmu je samo 10 % vode slobodno, a 90 % vode je vezano. Najmanje vode sadrže kosti i masno tkivo. Voda sudjeluje u intermedijarnom metabolizmu i hlađenju organizma, jer se pri metaboličkim procesima oslobađa toplina. Proizvodi metabolizma i otpadne tvari iz organizma se prenose vodom, a neke se uklanjaju iz organizma putem mokraće. U fiziološkim uvjetima voda se iz probavnog kanala ne resorbira čista, nego su u njoj otopljene probavljene tvari i izlučevine žlijezda (slina, probavni sokovi, žuč itd). U biljojeda s jednostavnim želucem voda se pretežno resorbira u debelom crijevu, a u mesojeda se resorbira u prednjem dijelu jejunuma i debelom crijevu. U duodenumu se voda ne resorbira, već se tu obavlja izmjena vode i Na između crijeva i organizma na osnovu razlike u koncentracijskom gradijentu. Konj resorbira u debelom crijevu 80 – 100 l tijekom dana, a izluči s ekskrementima svega 10 – 20 l za 24 sata.

Preživači veliki dio vode resorbiraju u predželucima, osobito u knjižavcu, dok se u debelom crijevu resorbira voda endogenog porijekla (voda iz sline i probavnih sokova). U preživača nastaje sekrecija Na i vode u duodenumu, da bi se Na potpuno resorbirao u kolonu (debelom crijevu) opet zajedno s vodom.

1.4.2 Resorpcija i promet ugljikohidrata

Životinje s jednostavnim želucem resorbiraju ugljikohidrate u obliku monosaharida (glukoze, fruktoze i galaktoze). Na površini stanične membrane resorpcijskih stanica crijeva kationi Na dočekuju monosaharide te ih difuzijom pomoću prenositelja proteina prenose kroz staničnu membranu u citoplazmu. Glukoza i galaktoza u simportu s Na te fruktoza uniportom. Nakon dospjevanja u citoplazmu resorpcijske stanice nastavljaju svoj put međustaničnom tekućinom u krvnu kapilaru ispod bazalne membrane. Natrij biva izbačen iz stanice pomoću Na – K - ATP – aze locirane na bazolateralnom dijelu membrane, ali se ponovno izlučuje na površinu stanične membrane enterocita.

Resorbirani monosaharidi se portalnim krvotokom dovode u jetru gdje prelaze u glukozu. Glukoza je najvažniji izvor energije za nepreživače i predstavlja polaznu tvar za sljedeće procese biosinteze. Krv je najvažniji posrednik u prijenosu glukoze i koncentracija glukoze u krvi svih životinja održava se u uskim granicama. Nivo glukoze u krvi je rezultat dva suprotna procesa. Jedan proces je dolazak glukoze u krv iz procesa probave, te ona potječe od hrane, zatim glukoza iz glikogena jetre i drugih organa. Proces suprotan prethodnom je odlazak glukoze iz krvi u tjelesna tkiva i organe (jetra, mišići, masno tkivo, mozak, bubrezi) i iskorištavanje glukoze u ovim tkivima i organima za oksidaciju i sintezu.

Nivo glukoze u krvi raste poslije uzimanja hrane s više ugljikohidrata (hiperglikemija), a vraća se na normalno stanje deponiranjem glukoze u obliku glikogena. Kada hiperglikemija pređe određenu granicu, višak se glukoze izlučuje mokraćom. Ako životinja gladije, tada se uslijed niskog nivoa glukoze u krvi zbog potreba u glukozu za energetske svrhe ona oslobađa iz glikogena.

Glikogen → glukoza 1 fosfat → glukoza 6 fosfat → glukoza.

Poseban fiziološki značaj ima održavanje razine glukoze u krvi. Razina glukoze u krvi zavisi od brzine i opsega oslobađanja i korištenja glukoze u različitim tkivima. Ovaj proces regulira hormon inzulin. Inzulin je građen iz proteina, a luče ga stanice beta – tipa iz ostrvca pankreasa. On povećava propusnost staničnih membrana i tako ubrzava prijenos glukoze iz protoplazme u stanice različitih organa. Inzulin stimulira i metaboličke procese ulaska glukoze u stanice osobito u jetri te oksidaciju glukoze i njenu konverziju u glikogen i mast. Hormon adrenalin ima učinak suprotan od inzulina. Koči sintezu glikogena iz glukoze u jetri i stimulira razgradnju glikogena.

Opskrba organizma nepreživača glukozom, osim količina resorbiranih kao glukoza i drugih monosaharida koji se transformiraju u glukozu, u jetri nastaje i iz sljedećeg procesa biosinteze u tkivima životinje. Ovaj proces se najviše događa u jetri iz metabolita koji nisu porijeklom iz ugljikohidrata, iz glukogenih tvari, odnosno aminokiselina, mliječne i propionske kiseline i glicerina.

Glukoza iz krvi koja dolazi do stanica različitih organa, a posebno u jetru, može biti iskorištena za sintezu glikogena, transformaciju u tjelesne masti, kao izvor energije i transformaciju u aminokiseline.

Glukoza se prenosi u tjelesnu mast kad organizam životinje dobiva količinu ugljikohidrata iz hrane koja prelazi potrebe organizma za proizvodnjom energije i deponiranja u obliku glikogena. Tada se višak glukoze pretvara u tjelesnu mast.

Sinteza ove masti odvija se u jetri ili adipoznim tkivima. Sinteza tjelesne masti kod svinje događa se u adipoznom tkivu, a kod peradi u jetri. Mast porijeklom iz glukoze uključuje razgradnju glukoze do soli pirograđane kiseline.

Novoformirane dugolančane masne kiseline deponiraju se u formi triglicerida ili se koriste izravno za energetske potrebe u mišićima. Mast koja se stvara u organizmu iz glukoze ili proteina služi samo za deponiranje i energetske potrebe, a ne za podmirenje strukturnih potreba stanice.

Glukoza se u organizmu koristi i za biosintezu neesencijalnih aminokiselina, koje nastaju iz ugljikova lanca formiranog iz intermedijarnih proizvoda razgradnje glukoze i dušičnih metabolita.

Glukoza je najvažnije gorivo u organizmu monogastričnih životinja. Potreba nastanka glukoze iz glikogena počinje onda kada se potroše sve zalihe energije iz ATP-a (adenozintrifosfat). ATP je nestabilan kemijski spoj koji se nalazi u svim stanicama, a grade ga adenin, riboza i tri fosfatna radikala. Zadnja dva radikala su povezana s ostatkom molekule pomoću energijom bogatih vezova. Oslobođena energija svakog veza iznosi 33 kJ po molu. Kada ATP izgubi jedan fosfatni radikal, prelazi u spoj ADP, (adenozindifosfat), a gubitkom i drugog radikala prelazi u AMP (adenozinmonofosfat). ATP-a ima u citoplazmi i nukleoplazmi svih stanica i svi fiziološki mehanizmi kojima je potrebna energija dobivaju je iz ATP-a. Na drugoj strani hranjive tvari se u stanicama potpuno oksidiraju, a oslobođena energija iz oksidacijskih procesa koristi se za ponovno stvaranje ATP-a. Prijenos energije u svim tim slučajevima obavlja se pomoću vezanih reakcija.

Potpunom oksidacijom 1 mola glukoze oslobodi se 2 868 kJ ili 686 000 kalorija energije. Za nastanak jednog mola ATP-a treba samo 33,4 kJ energije. Da se glukoza ne bi razgrađivala odjednom do vode i ugljičnog dioksida i pri tome nastala samo jedna molekula ATP-a, stanice sadrže različite enzime koji cijepaju molekulu glukoze u nekoliko faza i energija se tada oslobađa u malim obrocima, stvarajući svaki put po jednu molekulu ATP-a. Iz svake molekule glukoze koju stanica iskoristi nastaje ukupno 38 mola ATP-a.

Proces razgradnje glukoze zove se glikoliza. U tom procesu glukoza se nizom kemijskih reakcija razgradi na dvije molekule pirogrođane kiseline (CH_3COCOOH) uz nastanak dva mola ATP-a i 4 iona vodika. Pirogrođana kiselina se dalje dekarboksilira i ulazi u ciklus trikarbonskih kiselina (Krebsov ciklus). Dalje se u ciklusu pirogrođana kiselina potpuno razgradi na CO_2 i vodu, uz oslobađanje 2 mola ATP-a i 16 atoma vodika. Nakon toga vodikovi ioni se oksidiraju i u tome procesu otpuste 34 ATP-a, što uz ona već dobivena 4 čini 38 ATP-a.

Kao izvor energije glukoza je za preživace na drugom mjestu, a vodeću ulogu imaju hlapljive masne kiseline. Hlapljive masne kiseline (HMK) su glavni razgradni produkti ugljikohidrata u predželucima i glavne su energetske sirovine. Resorbiraju se kroz kutanu sluznicu predželudaca na bazi koncentracijskog gradijenta (razlike između njihove koncentracije u tečnom sadržaju buraga i koncentracije u epitelnim stanicama i krvi). Za njihovu resorpciju je važan optimalan pH sadržaj predželudaca. Stupanj resorpcije zavisi i od duljine lanca hlapljivih masnih kiselina. Hlapljive masne kiseline čine 50 – 85 % raspoložive metabolizirajuće energije potrebne preživcima. Hlapljive masne kiseline u preživaca imaju gotovo istu ulogu koju ima glukoza u hranidbi preživaca, a to je prvenstveno snabdijevanje i oslobađanje energije. HMK se resorbiraju kroz sluznicu predželudaca kao slobodne (nedisocirane) i kao ionizirane. Sa slinom u prostor rumena i retikuluma dospjeva i Na – bikarbonat iz kojega se oko 50 % natrija resorbira kroz sluznicu u krv zajedno s ionima Cl i hlapljivim masnim kiselinama.

Natrij se resorbira aktivno, dok klor iskorištava razliku koncentracije između crijevnog sadržaja i krvi. Nedisocirane hlapljive masne kiseline dospijevaju u citoplazmu, a odatle u izvornom obliku u krv. U sluznicu buraga ulaze i disocirane hlapljive masne kiseline koje u citoplazmi primaju proton (H^+). On nastaje u procesu sinteze $CO_2 + H_2O$ pri čemu nastaje H_2CO_3 i disocijacije na $H^+ + HCO_3^-$. Nastala nedisocirana hlapljiva masna kiselina resorbira se u krv, a preostali HCO_3^- u citoplazmi iskorištava antiport sustav koji izbacuje HCO_3^- u burag, a u suprotnom smjeru prenosi Cl^- . Dio nedisocirane hlapljive masne kiseline se disocira na H^+ i ioniziranu hlapljivu masnu kiselinu, a posljedica je zakiseljavanje citoplazme koja reagira tako da se u području apikalne membrane aktivira elektroneutralna izmjena Na^+ / H^+ pomoću antiportnog sustava. Pristigli Na^+ povezuje se s ioniziranom hlapljivom masnom kiselinom te nastaje spoj koji kroz membranu i međustaničnu tekućinu dospijeva u kapilare a iz njih preko portalnog krvotoka u jetru.

Formiranju HMK u buragovu sadržaju od strane mikroorganizama prethodi transformacija šećera do pirogroždane kiseline, a kasnije formiranje hlapljivih (isparljivih) masnih kiselina što dovodi do stvaranja ATP-a. ATP služi kao izvor energije za život i porast mikroflore te sintezu njihovih proteina. Oksidacija pirogroždane u octenu kiselinu odvija se preko acetil-CoA kao intemedijarna faza.

Propionska kiselina ima dva puta za proizvodnju u buragu. Jedan put uključuje fiksiranje CO_2 na fosfoenolpiruvat u cilju formiranja oksaloacetata i redukciju preko malata i fumarata do sukcinata i oslobađanje CO_2 iz sukcinata.

Drugi put naziva se i reduktivni i važniji je u buragu životinja koje se hrane zrnom žitarica.

Pri ovome se piruvati reduciraju izravno u propionate preko koenzima A derivata laktata i akrilata. Laktati služe kao podloga za formiranje propionata, a nastaju u buragu pri hranidbi većim količinama žitarica.

Količina hlapljivih masnih kiselina koje se proizvede u buragu tijekom 24 sata iznose kod krave 3 – 4 kg, a ovce do 0,4 kg. Oko 10 % se proizvodi u debelom crijevu i biva resorbirano. Količina hlapljivih masnih kiselina u buragu varira, a varira i njihov međusobni omjer. Na to utječe sastav hrane, odnos koncentrata i voluminozne krme, fizička oblik čestica krme, učestalost hranjenja i nivo konzumiranja. Relativne proporcije hlapljivih masnih kiselina u buragovu soku goveda iznose octena 63 %, propionska 21 % i maslačna 16 %.

Hlapljive masne kiseline osim energetske vrijednosti u buragu predstavljaju i čimbenike rasta za mikrofloru buraga, zatim služe kao izvor S za mikrobne sintetičke procese, te za potrebe u Ca, K, Na, PO_4 , NH_4 itd.

Octena kiselina je prevladavajuća od svih hlapljivih masnih kiselina i preživači hranjeni voluminoznom krmom koja ima više celuloze pogoduje razvoju i razmnožavanju mikroflore koja razlaže celulozu i fermentira je više u octenu kiselinu u odnosu na propionsku. Kod krava u laktaciji ovo je praćeno nešto višom masnoćom mlijeka. Obroci bogati škrobom (koncentrati) dovode u buragu do porasta broja mikroflore koja ih bolje fermentira te prati porast količine propionske kiseline u odnosu na octenu i maslačnu kiselinu. Octena i maslačna kiselina u preživača predstavljaju polazne tvari za sintezu tjelesne i mliječne masti, a propionska kiselina za tvorbu glukoze.

Prilikom resorpcije octene kiseline kroz epitel buraga, manji dio se konvertira u ketonske tvari, a najveći dio octene kiseline portalnim krvotokom dolazi u jetru. Jetrene stanice propuštaju acetat koji se spaja sa CoA te tako nastaje acetil CoA, koji služi za energetske potrebe ili za sintezu masti u masnom tkivu i u mliječnoj žlijezdi (vimenu).

Propionska kiselina tijekom resorpcije u epitelu buraga konvertira od 2 – 5 % u mliječnu kiselinu, a glavnina služi za konverziju u glukozu, pri čemu se utroši i do 54 % propionata.

Propionska kiselina se naziva i glukogenom kiselinom, a glukoneogeneza se odvija u jetri i bubrezima. Tkiva koja zavise od glukoze i tek vrlo kratko mogu upotrijebiti hlapljive masne kiseline i ketonske tvari su: živčano tkivo, mišići, masno tkivo, mliječna žlijezda i fetus tijekom rasta i razvoja u maternici majke.

Živčano tkivo troši glukozu za svoje životne potrebe ali su ove potrebe kod preživača mnogo manje od čovjekovih potreba. U ovce središnji živčani sustav teži oko 130 g a u čovjeka 1400 g. Ovca troši 15 –20 % ukupne tjelesne glukoze, čovjek 70 – 80 %. Mišići za fiziološke funkcije troše glukozu, dok masno tkivo treba glukozu za sintezu NADPH-a koji nastaje oksidacijom glukoze posredstvom pentoznog-monofosfatnog ciklusa. Vime životinja treba glukozu za sintezu disaharida laktoze tijekom laktacije. Krave visoke proizvodnje mlijeka dnevno prosječno trebaju 2000 g glukoze (60 – 85 % dnevnog tjelesnog metabolizma glukoze), u suhostaju 500 g, a ovce u laktaciji 320 g. Ovca troši 40 – 70 % totalnog glukoznog metabolizma po danu. Fetus također treba za svoje životne potrebe glukozu.

Maslačna kiselina kao hlapljiva masna kiselina se tijekom resorpcije najviše konvertira u beta hidroksibutirat. Hidroksibuturat služi kao izvor energije za srčani mišić te za poprečno prugaste mišiće, a masnom tkivu i vimenu služi za sintezu dugolančanih masnih kiselina. Dalje reakcije su dehidrogenacija hidroksibutirata do acetoacetata i njegovo cijepanje na 2 mola acetil CoA, koji se na kraju potpuno oksidiraju preko ciklusa trikarbonskih kiselina. Kod preživača se fermentacijom lako topljivih ugljikohidrata u buragu oslobađa i mliječna kiselina. Ako je njena koncentracija povećana, djeluje negativno na mikrobe buraga. Ako pH vrijednost u buragovu sadržaju padne ispod 5,5 javljaju se promjene karakteristične za acidoze, pojačava se razmnožavanje laktobacila u buragu, koliformnih i klostridijskih vrsta koji proizvode enterotoksine (toksine u crijevima) i izazivaju proljeve. Pri anaerobnoj oksidaciji u mišićima glukoza se razgrađuje do mliječne kiseline koja difundira u krv a odatle u jetru. Mliječna kiselina je i sirovina za sintezu glukoze, pri čemu njeno učešće iznosi do 20 %.

1.4.3 Resorpcija i promet proteina

Probava proteina kod nepreživača počinje u želucu i nastavlja se u tankom crijevu, dok je kod preživača probava u predželucima pod utjecajem mikroorganizama i nastavlja se u sirištu i crijevima. Nepokretni vodeni i zaštitni sloj koji štiti enterocite ima enzime dipeptidaze koji mogu još prije resorpcije razgraditi određene dipeptide u aminokiseline. Aminokiseline se javljaju kao lijevi i desni izomeri aminokiselina. L–izomeri aminokiselina se brzo resorbiraju aktivnim transportom uz pomoć posebnih prenositelja koji istodobno unose i Na^+ .

D–aminokiseline se resorbiraju samo pasivno. U enterocite tankog crijeva se mogu resorbirati tripeptidi i dipeptidi koji se u citoplazmi razgrađuju u aminokiseline. Resorbirane aminokiseline iz resorpcijske stanice ulaze u krv i dalje portalnim krvotokom u jetru. Njihova dalja sudbina je različita jer se u jetri jedan dio aminokiselina koristi za sintezu bjelančevina krvi (fibrinogena, serumalbumina, protrombina i serumglobulina). Dio bjelančevina odnosno, aminokiselina, krvlju biva transportiran u pojedine organe i služi za obnavljanje staničnih i tkivnih bjelančevina, sintezu enzima itd. Manji dio aminokiselina biva u stanicama podvrgnut procesu oksidacije, a energija koja u tom procesu nastaje koristi se za sintezu neproteinskih spojeva. Prilikom sinteze bjelančevina u stanici moraju se naći sve aminokiseline jer nedostatak bilo koje izaziva prekid sinteze bjelančevine. Neke aminokiseline organizam životinje može sintetizirati, a neke mora unijeti preko hrane. Esencijalne aminokiseline mogu sintetizirati biljke i mikroorganizmi.

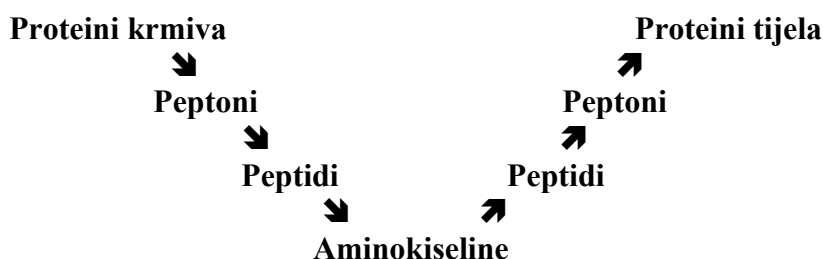
Bjelančevine se u organizmu životinje nalaze u stalnoj dinamičkoj ravnoteži. Jedan dio bjelančevina se nakon određenog vremena razgradi u stanici i zamijeni novom istom bjelančevinom. Brzina obnavljanja bjelančevina zavisi od vrste životinje, životne dobi i specifičnosti pojedinog organa.

Najbrža se zamjena odvija u jetri, sporija u mišićima a još sporija u potpornim bjelančevinama kolagenu i elastinu. Stanične bjelančevine se razgrađuju isto kao i u hidrolizi u probavnom kanalu životinja. Aminokiseline se u stanicama razgrađuju na dva načina. Jedan način razgradnje je odvajanjem aminoskupine u obliku amonijaka, pri čemu ostaje keto-kiselina koja se koristi za dobivanje energije u obliku ATP –a, a amonijak kao toksična tvar odlazi s krvlju u jetru. Enzime jetre amonijak koristi za sintezu ureje koja se mokraćom izlučuje iz organizama ili odlazi s krvi u sastavni dio sline. Drugi način razgradnje aminokiselina je odvajanjem karboksilne skupine u obliku ugljičnog dioksida, pri čemu nastaju amini od kojih neki imaju fiziološki značaj (adrenalin), dok se drugi izlučuju putem žuči u crijevo i daju fecesu neugodan miris.

Proteini koji dospiju u tanko crijevo, jednim dijelom izbjegnu probavu (do 5 %) i digestom dopijevaju u debelo crijevo gdje ih probave bakterije, a dolazi i do deaminacije pa se amonijak resorbira i dopijeva u portalni krvotok.

U tankom su crijevu preživaca proteini i polipeptidi potekli od proteina hrane koji su izbjegli probavu u predželucima, a čija je proteoliza započela u sirištu (bypass – proteini u prosjeku 40 %), zatim proteini mikrobnog porijekla koji dolaze iz sirišta, endogeni proteini porijeklom iz probavnih sokova i proteini koji potiču od izumrlih stanica. Mehanizam razgradnje je već opisan, a resorpcija je slična resorpciji u crijevima monogastričnih životinja.

Shema prometa proteina:



Resorpcija kolostralnih proteina

Mladunčad sisavaca domaćih životinja dolazi na svijet bez svog imuniteta zbog toga što majke mladunčadi imaju placentu djelomično ili potpuno nepropusnu za antitijela te se rađaju nezaštićeni, odnosno nemaju pasivnu imunizaciju. Pasivna imunizacija se provodi neposredno nakon poroda posredstvom kolostruma majke tijekom prvih 12 – 60 sati. Mesojedi i glodavci već prije rođenja dobiju manje količine gama – globulina i stječu djelomičan imunitet, dok novorođenčad čovjeka i kunića stječu prenatalno kroz placentu potpun imunitet i zato ne moraju sisati kolostrum (grušalina ili mljezivo). Placenta papkara i kopitara ne propušta imunoglobuline i njihova novorođenčad svakako trebaju posisati kolostrum kako bi stekli pasivni imunitet koji ih štiti od bolesti prvih tjedana života, odnosno dok ne razviju svoj aktivni odbrambeni imunološki sustav. On ih štiti ih od infekcije, lakše se prilagođavaju

na nove uvijete, omogućava im normalan razvoj te povoljno djeluje na čišćenje i izbacivanje mekonija (crijevnog sadržaja).

Pile već tijekom razvoja u jajetu stiče pasivni imunitet, koji se nakon valenja pojačava aktivnošću *bursae fabricii*.

Novorođenče sisanjem kolostruma koji dopijeva u sirište djelovanjem renina na kazein i mliječne kapljice masti uzrokuje grušanje u želucu te tvori grušalinu. Ostatak mlijeka sadrži laktozu, dijelom mliječnu mast, albumine i globuline koji odlaze u tanko crijevo gdje se u tankom crijevu (ileumu) apsorbiraju stanice pinocitozom resorbiraju nativni gama- globulini nositelji antitijela. Pinocitoza je proces koji omogućava stanicama da resorbira određene proteine i lipide u intaktnoj formi kojom se oni uvlače u stanicu – upiju.

Pasivni imunitet životinje stječe gama-globulinima koji su nositelji antitijela i nazivaju se imunoglobulini.

Enzimi probavnog kanala se počinju lučiti po rođenju životinje, međutim njihova koncentracija i uloga rastu iz sata u sat. Proteolitički enzimi bi mogli razgraditi gama-globuline, ali oni sa sobom nose glikoprotein koji ih štiti od enzima i razgradnje. Sluznica ileuma prasadi je propusna za gama – globuline do 110 sati po rođenju ako prase nije posisalo kolostrum, a teladi 60 sati. Nakon resorpcije kolostruma dolazi do zatvaranja sluznice ileuma tako da više nema pinocitoze odnosno upijanja imunoglobulina u stanice crijeva nepromijenjenih. Imunoglobulini u kolostrumu životinja potječu iz krvne plazme te oni koji se sintetiziraju u mliječnim epitelnim stanicama vimenâ.

Kolostrum mladunčadi treba davati sisanjem ili pijenjem. Hranjenje je bolje obaviti više puta dnevno (npr. 4 – 5 puta, a količina 4 – 7 kg/danu), odnosno mladunčad ne smiju biti gladna, ali se ne bi smjela niti prejesti. Kolostrum postupno mijenja svoj sastav i za nekoliko dana (kod krava oko 6 dana) prelazi u normalno mlijeko.

Strane supstance u organizmu su antigeni koji podražuju odbrambene sustave staničnog i humoralnog karaktera da izlučuju antitijela. Antigeni mogu biti strane stanice, mikrobi, makromolekule proteina, nukleoproteina i polisaharida. Kolostrum ima više suhe tvari od normalnog mlijeka, više lipida, minerala, vitamina i proteina pa tako ima veću koncentraciju globulina, 3500 % veću u odnosu na normalno mlijeko. Kolostrum ima manje laktoze od normalnog mlijeka.

Životinja u organizmu ima i izvjesne rezerve proteina koje mogu iznositi 5 – 7 % ukupne količine proteina, ali obilna ishrana bogatija proteinima ne dovodi do stvaranja tjelesnih rezervi kao što je slučaj s deponiranjem energije u formi masti.

Dovoljan i kontinuiran dotok proteina u organizam utječe na dobro zdravlje, kondiciju i proizvodnju, ali proteinska rezerva u organizmu neprekidno cirkulira (unutar stanice, organa), čime se održava dinamična ravnoteža. Učinak iskoristljivosti proteina u proteinskoj sintezi zavisi od vrste proizvodnje i od količine i međusobnog odnosa aminokiselina. Ovaj odnos je posebno značajan za nepreživače i preživače koji ostvaruju visoku proizvodnju.

Hranidbena vrijednost proteina hrane kao izvora aminokiselina za potrebe organizma zavisi od aminokiselinskog sastava, a naziva se biološka vrijednost proteina. Biološka vrijednost proteina se izražava u postocima i označava dio probavljivog proteina hrane koji se ugradi u tkiva ili životinjske proizvode (mlijeko, jaja). Ako je aminokiselinski sastav proteina hrane koju životinja jede sličniji aminokiselinskom sastavu tkiva životinje ili proizvodima tih životinja njegova biološka vrijednost je veća.

Proizvodi životinjskog porijekla (mlijeko, jaja, meso, riblja i mesna brašna) imaju i najveću biološku vrijednost proteina, manju imaju proteinska krmiva biljnog porijekla (uljne sačme i pogače), još manju imaju žitarice, a najmanju biološku vrijednost imaju proteini iz biljne

voluminozne krme (trave, sijena, gomoljača, slame), odnosno u krmivima koji nemaju povoljan aminokiselinski sastav, a sadrže i znatne količine NPN spojeva.

$$\text{Biološka vrijednost} = \frac{\text{Konzumirani } N - (N \text{ u fecesu} + N \text{ u mokraći})}{\text{Konzumirani } N - N \text{ u fecesu}} \times 100$$

Biološka vrijednost proteina nekih krmiva :

Jaje	96 %
Svježe mlijeko	92 %
Osušeno mlijeko	85 %
Riblje brašno	76 - 90 %
Meso	74 - 77 %
Soja (tostirana)	75 %
Kazein	69 - 73 %
Laneno sjeme	70 %
Pšenica	67 %
Zob	66 %
Sjeme suncokreta	65 %
Ječam	64 %
Soja sirova	64 %
Kukuruz	54 - 60 %
Grašak	48 %
Grah	38 %
Želatina	25 %

Primjerice, tele pri hranidbi svježim kravljim mlijekom nakon podmirenja potreba za proteinima za svoje osnovne fiziološke potrebe (uzdržne), može od 100 g probavljivog proteina primljenog u mlijeku ugraditi 92 g proteina u vlastita tkiva.

Kada bi se sve aminokiseline iz probavljivog proteina ugradile u proteine tijela ili proizvoda, biološka bi vrijednost tog proteina bila 100 %. Ovo se međutim ne događa jer sav probavljeni protein i resorbirane aminokiseline ne mogu poslužiti za sintezu uslijed mogućeg viška aminokiselina koji prevladava kapacitet za sintezu proteina ili zbog odstupanja od potrebnog odnosa aminokiselina do kojeg dolazi uslijed nedostatka jedne ili više esencijalnih aminokiselina. Esencijalna aminokiselina koja je u nekom probavljenom proteinu i resorbirana, a porijeklom iz neke krme prisutna u manjoj količini od potrebite, tada određuje obim sinteze tjelesnih proteina i stoga se naziva limitirajuća ili ograničavajuća aminokiselina.

Smjese za ishranu svinja i peradi koje se sastoje pretežito od žitarica imaju najčešće limitirajuće aminokiseline lizin i metionin. Zbog toga, druga krmiva koja se daju u smjese za ove životinje trebaju imati ove aminokiseline, ili se one trebaju dodavati kao sintetske forme ovih aminokiselina. Najbolji aminokiselinski sastav proteina u biljnim hranjivima ima sojina sačma. Sojina sačma ima vrlo povoljan sadržaj lizina, ali je siromašna u metioninu, dok je sačma suncokreta bogatija u metioninu, ali joj nedostaje potrebna količina lizina. Hranjiva animalnog porijekla su bogatija u lizinu, a dobar dio njih i u triptofanu i metioninu. Iz navedenog se može zaključiti da se obrok za stoku, a posebno nepreživače, treba sastojati iz više krmiva jer se na taj način, a često i ne znajući od strane uzgajivača, obrok izbalansira (uravnoteži) kako u aminokiselinama, tako i u drugim potrebnim hranjivim tvarima.

1.4.4 Bilanca dušika

Promet proteina u tijelu životinje može se pratiti jer dušične tvari primljene iz hrane u obliku aminokiselina služe za izgradnju novog tkiva i obnovu dotrajalog, a ako su višak, dezaminiraju se. Bilanca dušika se može mjeriti tako da se utvrdi količina dušika primljenog u hrani i količina dušika izlučenog preko urina i izmeta odnosno i mlijeka ako se radi o kravama u laktaciji. Bilanca može biti pozitivna, negativna i uravnotežena. Pozitivna bilanca je kada dolazi do stvaranja tjelesnog proteina, odnosno u tijelu se zadrži više dušika nego se izbacila. Negativna bilanca je kada dolazi do gubljenja tjelesnih proteina (životinja mršavi) tj., kada se više dušika izbacila iz tijela, nego se u njemu zadrži. Uravnotežena bilanca znači da je primanje i izlučivanje dušika iz organizma jednako, niti se gubi niti stvara tjelesni protein.

Ravnoteža bilanca dušika (proteinski minimum) za mlade životinje (pomladak) je oko 0,5 g na kg žive vage/ danu, odrasle svinje 0,25 g i goveda 0,5 – 0,6 g na 1 kg žive mase /danu.

Primjer pozitivne bilance dušika:

u hrani je dato 110 g N

u izmetu je otpalo 25 g N

u urinu (mokraći) je izlučeno 63 g N

u tijelu se zadržalo 22 g N

Tjelesni proteini sadrže 16,67 % N i 23 % suhe tvari, od 22 g N zadržanih u tijelu izgradilo

se: $22 \times \frac{100}{16,67} = 131,9 \text{ g proteina}$

$$131,9 \times \frac{100}{23} = 573,5 \text{ g mesa}$$

1.4.5 Resorpcija i promet masti

Kod monogastričnih životinja monogliceroli, masne kiseline, kolesterol i liposolubilni vitamini resorbiraju se kroz apikalne membrane enterocita u citoplazmu. Masne kiseline s 10 – 12 ugljikovih atoma dospjevaju direktno u krv. Masne kiseline koje sadrže više od 10 – 12 ugljikovih atoma reesterificiraju se u triacilglicerole nakon resorpcije u enterocitima. Svi ovi spojevi resorbiraju se pasivnom difuzijom u limfu. U enterocitima nastaju triacilgliceroli iz 2 – monoglicerola i slobodnih masnih kiselina kao i iz glicerol–trifosfata koji nastaje u procesu glikogenolize te tada nastaju 1,2 digliceroli, trigliceroli i glicerofosfolipidi.

Spajanjem triglicerola s glicerofosfolipidima koji dospiju u Golgiev aparat dobivaju proteinsku ovojnicu i nastaju hilomikroni. Ovi hilomikroni se izbacuju egzocitozom kroz staničnu membranu. Hilomikroni sisavaca dospjevaju prvo u krv, a zatim ulaze u cirkulaciju. Kod peradi većina lipida ulazi u portalni krvotok i dalje u jetru.

Liposolubilni vitamini resorbiraju se u enterocite pri raspadu micela u području mikrovila stanične membrane u obliku vitaminskih estera. Resorpcija masti najbolje se provodi u prednjem dijelu tankog crijeva.

Preživači razgradnju masti obavljaju već u predželucima uz pomoć mikroflore gdje se hidroliziraju triacilgliceroli i galaktogliceroli i dr. masti. Zatim dolazi do hidriranja nezasićenih masnih kiselina i biosinteze mikrobne masti. U predželucima se ne razgrađuju dugolančane masne kiseline.

Slobodne dugolančane masne kiseline i fosfolipidi koji potječu iz procesa razgradnje mikroorganizama resorbiraju se u tankom crijevu. Lipidi koji su neprobavljeni iz hrane i čestice hrane su obavijene masnim ovojnicama te se njihova probava odvija u tankom crijevu kao kod nepreživača.

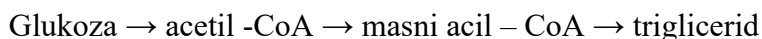
Stvoreni miceli u crijevu preživača se razgrađuju na mikrovilnoj površini i resorbiraju u enterocite slobodne masne kiseline. One ulaze u citoplazmu gdje se sintetiziraju triacilgliceroli uz pomoć glicerola koji potiče prvenstveno od razgradnje glukoze u mukoznim stanicama. Hilomikroni, nastaju pri resorpciji masti u enterocitima tankog crijeva i pri resintezi triacilglicerola i glicerofosfolipida u citoplazi u prisutnosti slobodnog i esterificiranog kolesterola. Tada dolazi do oblikovanja srži hilomikrona koji biva presvučen lipoproteinskom ovojnicom. Ovaj hilomikron egzocitozom napušta stanicu pa iz međustaničnog prostora dopjeva u limfu. Lipidi nisu topljivi u tjelesnim tekućinama (izuzetak je žuč) i radi daljnjeg transporta, moraju se prevesti u topljivi oblik, a to je lipoprotein. Tjelesni lipoproteini nastaju od dijetarnih lipida koji se nakon probave resorbiraju u enterocitima i prevode u lipoproteine, zatim mobilizacijom lipida iz masnih naslaga organizma i sintezom lipoproteina u jetri, a u mliječnim krava u vimenu. Oblikovanjem hilomikrona u enterocitima oni prelaze u limfu i krv. U kapilarima hilomikroni dolaze u kontakt s lipoproteinskom lipazom koja se nalazi na površini kapilarnog endotela. Ovaj enzim razgradi triacilglicerole na slobodne masne kiseline i glicerol, koji u području masnog tkiva ulaze u adipocite (masne stanice) i tamo se resintezom ponovno sintetiziraju i odlažu triacilgliceroli.

Slobodne masne kiseline mogu se samostalno prenositi krvlju i limfom fizikalno vezane na albumin koji organizmu kasnije služi za energetske potrebe i ugradnju lipida. Kod preživača veći značaj u transportu imaju lipoproteini vrlo male gustoće jer se zasićene masne kiseline jače u njih ugrađuju nego u hilomikrone.

Resorbirani dijelovi masti transportiraju se do masnih stanica (one su ispunjene velikom kapi masti) u skladištima masti (potkožno masno tkivo, oko bubrega, oko crijeva i dr. unutarnjih organa gdje se čuvaju u formi triglicerida). Jedan dio masti se ugrađuje u stanične membrane i čini specifične masti stanica pojedinih tkiva.

Jetra, adipozno masno tkivo i mliječna žlijezda čine važna mjesta za sintezu masnih kiselina i triglicerida (triglicerola). Sinteza masnih kiselina kontrolirana je od strane različitih čimbenika hrane i hormona koji utječu na opseg proizvodnje enzima vezanih za ovaj proces. Masti koje cirkuliraju u krvi osim što potiču iz unesene hrane, potiču još i od onih koje nastaju iz mobiliziranih u masnim tkivima ili iz sinteze masti u organizmu. Slobodne masne kiseline u tjelesnim tkivima mogu biti raspoređene na način da se potpuno oksidiraju do CO_2 i H_2O uz oslobađanje energije, zatim masne kiseline mogu biti resintetizirane za ponovno formiranje triglicerola, a koji po potrebi mogu biti iznova oslobođeni u krv ili u tjelesna tkiva.

Najvažnija tvar za sintezu masnih kiselina je acetil-CoA nastao iz glukoze razgradnjom masti i određenih aminokiselina. Put pretvorbe glukoze u triglicerole u nepreživača je :



Mladi preživaci imaju sposobnost pretvorbe glukoze u masne kiseline, a postizanjem pune funkcije buraga ova sposobnost se gubi. Acetati postaju najvažniji proizvod fermentacije u buragu, a ujedno i najveći izvor ugljika za sintezu masnih kiselina. Octena kiselina iz predželudaca kroz epitel prelazi u krv pri prelasku u sluznici buraga posredstvom citozol acetil CoA prelazi u acetil- CoA. Pretvorba acetil – CoA u masne kiseline s dugim lancem odvija se na isti način u preživača i nepreživača. Ovaj put sinteze masnih kiselina odvija se i u masnom tkivu preživača.

Ako organizam unese višak hranjivih tvari, a potrošnja energije je mala, tada sam organizam sintetizira znatne količine masti i odlaze ih u vidu masnog tkiva do određene granice (genetski parametri). Ovaj proces se dobro iskorištava u tovu životinja. Osim deponiranja masti deponiraju se u izvjesnoj mjeri i protein i ugljikohidrati. Ako je energetska potrošnja velika, a prehrana nedovoljna, nedostatak potrebne energije podmiruju zalihe ugljikohidrata, masti i proteina iz organizma i tjelesna masa pada.

Razgradnja masti

Masti deponirane u masnom tkivu razgrađuju se (katabolizam) na glicerol i masne kiseline uz pomoć intracelularnog hormona – senzitivne lipaze. Senzitivna lipaza nastaje iz neaktivnog oblika pomoću proteina kinaze. Proizvodnju ovog hormona stimuliraju gladovanje i stres životinje. Masne kiseline i glicerol oslobođeni iz skladišta masti difundiraju u krv, gdje se masne kiseline vežu za albumin i transportiraju u druga tkiva i organe gdje se koriste za oksidaciju, odnosno za energiju. Masne kiseline se uključuju u proces katabolizma viših masnih kiselina po principu beta – oksidacije. U ovom procesu se oksidacijske promjene odvijaju na C atomu koji se nalazi u beta položaju u odnosu na karboksilnu grupu određene masne kiseline. Bit procesa beta – oksidacije masnih kiselina je ista, bez obzira na broj C atoma u masnoj kiselini.

Proces počinje vezanjem karboksilne skupine (COOH) masne kiseline sa CoA, pri čemu se izdvajaju dva atoma H i nastaje odgovarajuća nezasićena kiselina. U daljnjem procesu, uz dodatak molekule vode, nastaje odgovarajuća oksi kiselina koja gubi dva atoma H i prelazi u ketokiselinu te konačno, uz dodatak još jednog molekula CoA ostaje kiselinski ostatak vezan sa CoA a kao konačan proizvod beta- oksidacije masne kiseline nastaje acetil koenzim A. Ovim postupkom se skraćuje ugljikov lanac masne kiseline za po dva atoma. Odsječci od po dva atoma C ulaze u Krebsov ciklus gdje se od svakog odsječka oslobode 2 ATP-a i 8 iona vodika. Vodikovi ioni ulaze u respiratorni lanac gdje se u reakciji s kisikom oksidiraju uz oslobađanje energije u obliku ATP –a. Na ovaj način se od jedne molekule više masne kiseline potpunom oksidacijom oslobodi 146 ATP-a, a masna kiselina potpuno oksidirana do CO₂ i H₂O.

Glicerol oslobođen iz skladišta zajedno s masnim kiselinama je glukoneogena tvar koja se pretvara u glukozu, koja se zatim oksidira za proizvodnju energije.

Tijekom velikih fizioloških potreba, kao npr., krava visoke mliječnosti u vrijeme maksimalne proizvodnje i u ovaca pred janjenje one nisu u stanju u potpunosti iskoristiti masne kiseline za oksidaciju i proizvodnju energije. Razlaganje ugljikohidrata je smanjena, a razina oksalacetata nedovoljna za kondezaciju s acetil-CoA. Uslijed toga se stvara acetoctena kiselina i beta hidroksibuterna kiselina, odnosno ketonska tijela. Ketonska tijela se u maloj mjeri stalno stvaraju u preživača i koriste se kao izvor energije, ali ako su količine ketonskih tijela više, izlučuju se preko urina te se tada javlja ketoza.

U normalnom organizmu životinje masti čine oko 5 % njene težine ali njen sadržaj se može povećati i do 50 % njene težine. Do toga dolazi u slučaju poremećenog metabolizma masti.

Uzrok ovom poremećaju jeste prekomjerno stvaranje masti u jetri uslijed povećanog transporta masti u nju ili je masna jetra posljedica nedovoljnog iskorištavanja masti u jetri i njihovog nepotpunog oslobađanja. Sindrom masne jetre je poremećaj u koka nesilica koje imaju povećanu i krtu jetru, a proizvodnja jaja pada.

Do povećanog nakupljanja triglicerida u jetri dolazi uslijed prevelikog konzumiranja ugljikohidrata iz zrnatih žita, što stimulira jetru da sintetizira mast iznad maksimalne sposobnosti jetre za oslobađanje masti u krvnu plazmu. Guske se hrane velikim količinama zrna žitarica što uzrokuje masnu jetru, a ovakva jetra se koristi kao gurmanska poslastica. Jetra im se na ovaj način ciljanom hranidbom poveća i do 6 puta.

1.4.7 Bilanca ugljika

Promet masti u tijelu može se pratiti bilancom ugljika. Ugljik koji se resorbira iz hrane kroz hranjive tvari u tijelu se ugrađuje u masti ili u proteine ili se izbacuje kao CO₂ odnosno izmetom i urinom. Prema Mayerovu zakonu C iz krmiva jednak je C iz masti + C iz proteina + C iz CO₂ + C iz urina + C u izmetu + C iz crijevnih plinova

Primjer obračuna bilanca ugljika (Bahtijarević, 1982.):

Krma je sadržavala 2 300 g C (ugljika):

Bilancom je utvrđeno da je:	
u izmetu bilo	750 g C
u crijevnim plinovima	104 g C
u CO ₂	1190 g C
u urinu	120 g C
u tijelu se zadržalo	136 g C
 Ukupno	 2300 g C

Iz primjera se vidi da se u tijelu zadržalo 136 g C od čega se mogla izgraditi mast i tjelesni proteini. Na osnovu ranijeg primjera bilance dušika u tijelu je bilo izgrađeno 131,9 g proteina koji u svojoj molekuli sadrži 52,54 % C pa je za to utrošeno

$$\frac{131,9 \times 52,54}{100} = 69,3 \text{ g C} \text{ razlika od } 66,7 \text{ g C (136-69,3) je ugrađena u mast.}$$

$$\text{Mast sadrži } 76,5 \% \text{ C, a to je } \frac{66,7 \times 100}{76,5} = 87,2 \text{ g masti}$$

1.4.7 Bilanca energije

Svaka hranjiva tvar organskog porijekla ima određenu količinu energije koja služi za rad unutrašnjih organa, za održavanje tjelesne temperature, rast, proizvodnju itd. Bilancom energije utvrđujemo je li organizam životinje svu energiju primljenu putem obroka zadržao u organizmu preko povećanja težine ili za neku proizvodnju te koliki dio je izlučio. Energija je neuništiva i ona samo može prijeći iz jednog oblika u drugi. Ovo vrijedi i za energiju hrane koju životinja konzumira.

Ranija jedinica za energiju bila je cal–kalorija, količina topline koja je potrebna da se 1 g vode zagrije sa 14,5 °C na 15,5 °C. Danas se koristi J – džul, a jedan džul je rad što ga izvrši sila od 1 N na putu od 1 m.

Prevođenje kalorija u džule i obratno:

1 kalorija	=	4,184 J
1 kcal	=	4,184 kJ
1 Mcal	=	4,184 MJ
1 J	=	0,239 cal
1 kJ	=	0,239 kcal
1 MJ	=	239 kcal

Prethodno se utvrdi ukupna energija nekog krmiva, a onda se utvrdi koliko se energije utrošilo na povećanje prirasta, koliko na izdvajanje topline ili na proizvodnju sekreta.

Ukupna energija se utvrđuje toplinskim izgaranjem krmiva pri čemu se oslobađa toplota, a kao produkt izgaranja se pojavljuju plinovi (CO₂, H₂O i dr). Utvrđivanje ukupne energije nekog krmiva vrši se u kalorimetrijskim bombama, gdje uzorak izgara u atmosferi kisika pod tlakom od 20 – 30 atmosfera i nakon izgaranja mjeri se oslobođena toplota (kemijska energija potpuno pređe u toplinsku).

Ova ukupna energija naziva se i bruto energija krmiva. Krmiva koja sadrže više masti, imaju najviše energije, ali ostala krmiva po bruto energiji suhe tvari bitno se ne razlikuju.

Bruto (ukupna) energetska vrijednost kJ/kg suhe tvari:

Glukoza	15.655
Škrob	17.706
Celuloza	17.497
Mliječna mast	38.553
Ulje	39.055
Kukuruz	18.543
Zob	19.590
Zobena slama	18.543
Lanena sačma	21.432
Livadno sijeno	18.878
Kravlje mlijeko	24.906

Masti i hrana koja sadrži mast imaju najviše energije. Masti imaju najviše energije jer su siromašne kisikom te ga pri izgaranju troše za oksidaciju ugljika i za oksidaciju vodika. Pri

oksidaciji 1 g vodika oslobađa se 4 puta više energije nego pri oksidaciji jednake količine ugljika. Škrob ima veću ukupnu energetska vrijednost od iste količine glukoze iz razloga što ima veći sadržaj ugljika. Kukuruz, zobena slama i livadsko sijeno imaju skoro istu količinu bruto energije ali se znatno razlikuju u hranjivosti. Kukuruz ima znatno veći stupanj probavljivosti nego slama zobi kod koje se gubi veliki dio energije u neprobavljivim tvarima i hranjiva vrijednost kukuruznog brašna je znatno veća nego hranjiva vrijednost zobene slame. Iz ovoga slijedi da životinji nije dostupna sva energija krmiva. Organizam životinje nije u stanju iskoristiti cjelokupnu – bruto energiju krmiva za podmirenje osnovnih fizioloških potreba odnosno uzdržnog metabolizma i sintezu proizvoda tj., produktivne potrebe, nego samo manji dio.

Ako se od ukupne energije krmiva (BE) odbije energija koja se neiskorištena izgubi u izmetu dobije se probavljiva energija (PE).

Probavljiva energija gubi jedan dio na crijevnim plinovima i na energiju izlučenu urinom pa se dobiveni ostatak zove metabolička energija.

Metabolička energija također ima gubitke koji se odnose na energiju topline tijela pa se preostala energija koristi isključivo za proizvodnju te se zove čista ili neto (NE) energija ili produktivna energija.

Mijena energije konzumirane hrane – shematski prikaz (Kalivoda, 1986.)

Bruto energija (BE) (100 % energije hrane)

Energija neprobavljenih tvari

(25 – 55 % BE voluminozne krme ili 10 – 30 % krepke krme)

Probavljiva energija (PE) (45 – 75 % BE voluminozne krme i 70 – 90 % koncentrata

Energija izlučena urinom (2,7 – 4 % BE)

Energija izlučena plinovima (metanom) (5 – 11 % BE)

Metabolička energija (ME) (15–45 % BE voluminozne krme i 50– 60 % koncentrata)

Toplinska energija oslobođena probavom (5 – 25 % BE)

Toplinska energija oslobođena u metabolizmu (17 – 40 % BE)

Neto energija (NE) (5 –10 % BE voluminozne krme ili 20 – 25 % BE koncentrata)

1.5 Vitamini

Normalnom funkcioniranju organizma osim ugljikohidrata, masti i proteina potrebni su i vitamini te mineralne tvari. Vitamini su esencijalni organski spojevi različitog kemijskog sastava i fiziološkog djelovanja, a nužni za životne procese u organizmu (vita – život). Potrebni su za rast, reprodukciju, zdravlje, mišićni i živčani sustav, promet hranjivih tvari, vid itd. Hrana koju životinja jede glavni je izvor vitamina za njene potrebe. Neki vitamini se mogu sintetizirati u organizmu životinje iz provitamina, a mikroorganizmi u predželucima preživača mogu sintetizirati dovoljne količine vitamina B skupine i vitamin K.

U praktičnom stočarstvu rijetko se javlja potpuni nedostatak nekog ili nekih vitamina. Potpuni nedostatak nekog vitamina ili više njih u životinje izaziva oboljenje avitaminozu ili poliovitaminozu. Krma za stoku sadrži vitamine neke više ili manje i stoga je češća pojava

djelomičnog deficita jednog ili više vitamina (hipovitaminoza). Deficit vitamina se manifestira u životinja kao niža proizvodnja, slabijoj plodnosti, slabije otpornosti i sl. Intenzivni uzgoj stoke koji zahtjeva korištenje potpunih krmnih smjesa ili smjese koncentrata kao dopunu voluminoznoj krmu traži i dodavanje u krmne smjese vitaminskih preparata. Nedostatak vitamina u ovim smjesama javlja se zbog nedovoljnog dodavanja ili dodavanja vitamina u nestabilnom obliku zbog čega brzo bivaju razgrađeni.

Količina vitamina ili provitamina u krmu može varirati zavisno od vrste krme, dijela biljke, načina rasta i spremanja krme, skladištenja i dr.

Nedostatak pojedinih vitamina može se javiti i uslijed poremećaja sinteze vitamina od strane mikroorganizama u probavnom traktu zbog peroralnog tretmana antibioticima i sulfonamida, oboljenja organa koji služe kao skladišta vitamina, povećanih potreba tijekom rasta, graviditeta i laktacije, zatim unosa s hranom spojeva koji razgrađuju vitamine i zbog neadekvatnog uzgoja stoke (zatvoren i taman prostor bez dovoljno svjetla). Rjeđe se javlja višak vitamina (hipervitaminoze) i to kod liposolubilnih vitamina (A i D), a nastaju zbog predoziranja pri terapiji vitaminima. Ovaj suvišak ima nepoželjne posljedice.

Vitamini koje životinja unese u organizam ili koji nastaju djelovanjem mikroorganizama, resorbiraju se iz probavnog trakta, dalje transportiraju i odlažu u jetri, mišićima, mastima tijela, nadbubrežnoj žlijezdi, hipofizi ili se izlučuju u mliječu.

Vitamine dijelimo s obzirom na to jesu li topivi u vodi ili hidrosolubilne i vitamine koji su topivi u mastima ili liposolubilne.

Kemijska razlika između hidrosolubilnih i liposolubilnih vitamina je ta što oni iz prve grupe sadrže kemijske elemente C, H i O, a oni druge grupe osim C, H, O i N, a nekad i S.

Vitamini se stvaraju uglavnom u biljkama (izuzetak su vitamini C i D). Oni se nalaze u organizmu životinje samo ako ih životinje unesu preko hrane ili putem mikroflora koja ih sintetizira. Liposolubilni vitamini se mogu javljati u biljnim tkivima u obliku provitamina koji se u organizmu pretvaraju u vitamine.

Liposolubilni vitamini se skladište u organizmu i veći unos ima za posljedicu i veće skladištenje (masna tkiva i jetra), a koje organizam koristi za svoje potrebe u vrijeme deficita. Hidrosolubilni vitamini koji su topivi u vodi se ne skladište, ali njih sadrže stanice mikroorganizama iz probavnog sustava koje se probavljaju te tako i oni postaju dostupni svakodnevno organizmu životinje.

Sadržaj vitamina u pojedinim krmivima i izražavanje potreba kod životinja izražavaju se kao IJ (internacionalne jedinice) nekog vitamina na kg tjelesne mase životinje ili na bazi količine hrane mg/kg hrane.

Resorpcija hidrosolubilnih vitamina kod životinja odvija se u prednjem dijelu tankog crijeva izuzetak je vitamin B₁₂ koji se resorbira u ileumu.

Liposolubilni vitamini sudjeluju s dijetarnim mastima, žučnim solima i endogenim fosfolipidima u oblikovanju micela. Provitamin vitamina A karoten tijekom resorpcije u enterocitima crijeva odvija se njegova konverzija (beta-karotena) u vitamin A.

1.5.1 Vitamini topljivi u mastima – liposolubilni :

Vitamin A – retinol

Nije prisutan u biljkama ali je potreban svim životinjama. U biljkama su prisutni njegovi provitamini karoteni jer organizam životinje pretvara karoten u vitamin A. Hidrolizom beta karotena nastaju dvije molekule vitamina A, a hidrolizom alfa i gama karotena nastaje jedna molekula vitamina A. Vitamin A je termostabilan, ali ga ultraljubičasti zraci razgrađuju. Ovce i koze ne resorbiraju karotene već se karoten resorbira u sluznici crijeva konvertira u retinol, a goveda, konji i perad resorbiraju i dio karotena. Resorbirani karoteni se transportiraju u krv i prenose do tkiva te služe za pigmentaciju mlijeka, mesa ili jaja. Mlijeko ovaca i koza je bijele boje i mliječna mast im je bijela jer ne sadrže karotene u krvi i mlijeku.

Pigmentiranost žumanjca jajeta i kože peradi potiče od karotena koji se u vidu sintetskih preparata i brašna dehidrirane lucerne dodaju hranidbenim smjesama. Karotena imaju mlade zelene biljke, a posebice lišće lucerne. Od zrnevlja su bogati karotenom žuti kukruz, proso i sjeme lana, dok u zrnima pšenice, ječma i lepirnjača ima malo karotena. Bogati izvori vitamina A jesu ulje od jetre riba, mlijeko i žumanjak.

Sijeno koje se suši na suncu uslijed djelovanja ultraljubičastih zraka biti će siromašno vitaminom A (jer se može razgraditi i do 80 % karotena), ali će nastati veće količine vitamina D i obrnuto ako se biljna masa brzo osuši (sušarama), ono će zadržati veću količinu karotena, a imat će malo vitamina D. Tijekom spravljanja silaže gubitci pri fermentaciji iznose do 10 % a ako biljni materijal prije siliranja provene, gubitci su do 30 %. Zaštita vitamina A od destrukcije provodi se dodavanjem sintetskih antioksidanata na principu oblaganja s antioksidansom u obliku sitnih granula. Na ovaj način gubitci vitamina A u koncentriranoj smjesi iznose 3 – 4 %, uz uvjet da je vlaga skladištenja niska.

Nedostatak vitamina A uzrokuje promjenu na epitelu koji počinje orožavati. Ove pojave se prvo javljaju na epitelu suznih kanala te dolazi do prestanka lučenja suza i isušivanja oka i orožavanja endotela rožnice, a na kraju dolazi do gnojne upale očne jabučice. Nedostatak vitamina A uzrokuje degenerativne promjene na sluznicama organa za probavu, urogenitalnim i dišnim putevima. Deficit organizma s retinolom izaziva i poremećaj nazvan noćno ili kokošje sljepilo.

Ispoljava se na način da je vid normalan po danu i u dobro osvijetljenom prostoru, ali u uvjetima smanjene vidljivosti gubi se sposobnost prilagođavanja. Vitamin A je sastojak rodopsina koji se uslijed smanjene koncentracije rodopsina razgrađuje.

Normiranje potreba pojedinih vrsta i kategorija domaćih životinja za vitaminom A izražava se u IJ.

Jedinica za mjerenje A- vitaminske aktivnosti je 1 IJ odnosno 0,6 mikrograma beta karotena.

Vitamin D – kalciferol

Naziva se još i antirahitični vitamin iz razloga što pri kalcifikaciji kostiju bez njega iako postoje dovoljne količine kalcija i fosfora, nema normalnog metabolizma mineralnih tvari u organizmu. Ima nekoliko bioloških formi vitamina D, ali samo vitamini D₂ i D₃ značajni za hranidbu domaćih životinja.

Vitamin D₂ je derivat ergosterola koji se nalazi u biljkama i kvascima. Djelovanjem ultraljubičastih zraka ergosterol se pretvara u vitamin D₂.

Pretvorba provitamina u vitamin D odvija se tijekom sušenja biljaka u odumrlim dijelovima biljke i stoga je sijeno osušeno na suncu bogat izvor vitamina D. Slično se događa sa kvascem i mlijekom koji su izloženi UV zračenju.

Vitamin D₃ se u životinjskom organizmu sintetizira iz provitamina 7-dehidrokolesterola koji se nalazi u koži i potkožnom tkivu pod utjecajem UV- zračenja. Tijekom dana izlaganje životinja kraće vrijeme sunčevom svjetlu dovoljno je za pretvorbu provitamina u koži u vitamin D₃ i stoga ne treba biti prisutan u hrani ako je stoka na suncu.

Pigment životinje utječe na aktivaciju vitamina D, tako da životinje svijetle boje kože i dlake bolje aktiviraju provitamin u koži.

Kod sisavaca je podjednako aktivan i D₂ i D₃ vitamin, ali u peradi je vitamin D₂ neaktivan i zato ga njima treba dodavati u hranu.

Mjerenje aktivnosti vitamina D izražava se u IJ. Jedna IJ ravna je 0,025 mikrograma D₃ vitamina.

Vitamin D je stabilniji na višim temperaturama od vitamina A i otporniji na procese oksidacije. Jetra i riblje ulje su dobri izvori vitamina D i stoga se ova animalna krmiva koriste kao vitaminski dodatak za perad.

Vitamin D ima višestruku ulogu u organizmu. Stimulira resorpciju kalcija iz probavnog trakta, a u bubrežnim tubulima djeluje na povećanje resorpcije fosfata. Djelovanjem na resorpciju kalcija i fosfora, vitamin D osigurava pravilnu fiziološku razinu ovih elemenata u organizmu.

Avitaminoza kalciferola javlja se češće kod mladih životinja i bređih ženki. Poremećaji nastaju promjenom odnosa kalcija i fosfora u krvi. Uslijed toga je usporeno okoštavanje kostiju. Životinje koje obole od rahitisa imaju omekšale i deformirane kosti (stub kralježnice, prsni koš i ekstremiteti se krive). Poremećen odnos minerala u krvi dovodi do povećane živčano-mišićne razdražljivosti i tetanije.

Kod bređih i visoko mliječnih krava može doći do pojave osteomalacije i osteoporoze jer dolazi do mobilizacije kalcija i fosfora iz kostiju, a uslijed toga i do deformacije kosti ili loma. Ovo se događa kada je deficit vitamina D i nedovoljnog unošenja kalcija i fosfora hranom te pod utjecajem jajnika i posteljice na mobilizaciju minerala iz kostiju.

Potrebne količine vitamina D variraju zavisno od vrste životinje te odnosa i količini Ca i P u obroku. Pilići imaju znatno veće potrebe za vitaminom D po jedinici žive mase (100 IJ/kg), svinje manje 25 IJ/kg i goveda 5 IJ/kg. Ovo se objašnjava time da su životinje koje imaju veliki intenzitet rasta i brzi rast kostiju znatno podložnije avitaminozi vitamina D. Dodavanje koncentrata vitamina D obrocima je nužno za perad, svinje i mladunčad preživača ako se uzgajaju u zatvorenim prostorima bez sunca, a sadržaj vitamina D u mlijeku može se povećati dodavanjem vitamina u hranu kravama.

Vitamin E – tokoferol

Topljiv je u mastima i javlja se u nekoliko izomernih oblika. Oblik alfa – tokoferola je najaktivniji i ima najveću vitaminsku aktivnost. Resorpcija tokoferola, kao i drugih liposolubilnih vitamina, odvija se u tankom crijevu i za njegovu resorpciju je potrebno prisustvo taurokolne i glikokolne žučne kiseline. Resorpcija iz crijevnog kanala je obrnuto proporcionalna, odnosno što je više ovog vitamina u hrani njegova resorpcija je manja i obrnuto. Vitamin E je termostabilan ali osjetljiv na oksidacijske procese. Uloga tokoferola u metaboličkim procesima u vezi je s antioksidativnim djelovanjem. Tokoferol lako oksidira u spoj tokolin. Tokolin sprječava nezasićene masne kiseline da stvore peroksidi, a ako su peroksidi već nastali, blokira njihovo djelovanje. Ovaj vitamin je prisutan u svim stanicama

organizma i predstavlja biološki antioksidans koji sprječava da se iz staničnih partikula oslobode enzimi koji u stanici i staničnoj membrani mogu izazvati degenerativne promjene uslijed avitaminoze tokoferolom. Postoji veza između tokoferola i seleno i uslijed nedostatka tokoferola selenom mogu se uspješno prevenirati i ukloniti mnogi simptomi avitaminoze E, kao što je nekroza jetre i mišićna distrofija mnogih životinja. Tokoferol u organizmu utječe na pravilnu funkciju spolnih žlijezda, održavanje plodnosti rasplodnjaka i pravilan tijek graviditeta plotkinja. Nedostatak vitamina E kod mužijaka izaziva atrofiju sjemenih kanala i prestanak stvaranja spermatozoida i čak sterilitet. Avitaminoza kod ženskih gravidnih plotkinja izaziva usporen razvoj maternice, posteljice i fetusa, a posljedice su pobačaji. Nedostatak vitamina E u organizmu teladi, junadi i svinja može izazvati srčani udar.

Vitamina E ima u zelenim biljkama, a u animalnim proizvodima znatno manje. Bogat izvor vitamina E su ulje klica žitarica i druga biljna ulja. Peradi se u intenzivnoj proizvodnji dodaje u koncentrate ovaj vitamin jer, osim što sprječava eventualnu hipovitaminozu, poboljšava se i ukus mesa tove peradi jer vitamin E deponiran u tjelesnim tkivima zaustavlja oksidaciju nezasićenih masnih kiselina, a u mlijeku smanjuje pojavu oksidiranog ukusa mlijeka. Životinje su u stanju višak primljenog tokoferola u organizmu uskladištiti u jetri i masnom tkivu te kasnije, ako je unos ovog vitamina nedovoljan, koristiti stvorene rezerve.

1 IJ vitamina E je ekvivalentna 1 mg sintetskog dl – alfa tokoferol acetata

Prosječan sadržaj alfa- tokoferola u mg/kg ST u ulju suncokreta je 500, u ulju soje 1000, zelenim voluminoznim krmiva 220 – 400, a u ribljem brašnu 21 mg.

Potrebe domaćih životinja kreću se dnevno: telad do 3 mjeseca 80 – 120 IJ, krave u laktaciji 300 – 550 IJ, sjajne ovce 35 – 50 i brojleri 20 – 30 IJ.

Vitamin K- filokinon

Vitamin K ili antihemoragični vitamin je postojan na višim temperaturama a neotporan na procese oksidacije i djelovanje ultraljubičastih zraka. Njegova resorpcija se odvija u crijevima, a nakon resorpcije s krvlju dospijeva do jetre gdje je nužan za sintezu protrombina i drugih čimbenika važnih za zgrušavanje krvi. Vitamina K ima u zelenoj krmi, dehidriranoj lucerni, a značajne količine vitamina sintetiziraju i mikroorganizmi u probavnom sustavu predželudaca preživača, a kod nepreživača u debelom crijevu. Česti uzroci nedostatka ovog vitamina su njegov deficit u hrani, oboljenje jetre, primjena antibiotika, sulfonamida i kokcidiostatika dodatih u hrani ili tijekom terapije jer se na ovaj način uništava mikroflora probavnog sustava. Antivitaminsko djelovanje ima dukumarol jer djeluje kao inhibitor vitamina K. Dukumarol nastaje iz netoksičnog kumarina gljivičnom razgradnjom lucerne i stoga stoka hranjena pljesnivim sijenom lucerne i djetelina može lako oboljeti, uz pojavu unutarnjih krvarenja. Dukumarol se koristi za izradu mamaca za miševe jer se nakon trovanja javljaju krvarenja koja ne mogu prestati i životinja ugiba.

1.5.2. Vitamini topljivi u vodi – hidrosolubilni

Ovi se vitamini dobro tope u vodi, a prisutni su u svim stanicama biljnog i životinjskog svijeta. Imaju značajnu ulogu u organizmu jer sudjeluju u enzimatskim sustavima koji kataliziraju metabolizam ugljikohidrata, masti i proteina. Svi vitamini ove skupine se sintetiziraju mikrobiološkom aktivnošću u predželucima i debelom crijevu i na ovaj način se osiguravaju dovoljne količine za normalan metabolizam kod odraslih preživača i biljojeda nepreživača, a za svinje i perad neke treba dodavati u hranu.

Vitamin B₁ – tiamin

Ovaj vitamin ulazi u sastav koenzima tiaminpirofosfata. Resorbira se u tankom crijevu i putem krvi odlazi u jetru gdje se dijelom i uskladišti. U jetri se tiamin uz sudjelovanje ATP-a, fosforilira te nastaje koenzim tiamin-pirofosfat, koji dekarboksilira pirogroždanu i alfa-ketoglutaranu kiselinu. Pirogroždana kiselina ima ulogu u razgradnji ugljikohidrata i nastanku energije.

Ako je organizam životinje ili čovjeka izložen teškim fizičkim naporima, a u obroku prevladavaju ugljikohidrati, potrebe za vitaminom B₁ rastu jer pospješuje sintezu oksaloctene kiseline iz ugljičnog dioksida i pirogroždane kiseline. U ovome procesu omogućava se ulazak novih molekula octene kiseline u Krebsov ciklus i nastanak energije. Tiamin ima ulogu i kod prijenosa živčanih impulsa na mišiće, a regulira i promet vode u organizmu i tonus glatkih mišića probavnog sustava. Deficit ovog vitamina kod čovjeka izaziva bolest beri-beri (paraliza i atrofija mišića), a kod životinja se smanjuje apetit, uzrokuje usporen rast i opću slabost. Avitaminoza se kod monogastričnih životinja može pojaviti uslijed nedovoljnog unosa ovog vitamina ili uslijed prisustva antivitamina B₁ u hrani i enzima tiaminaze. Ovaj enzim se nalazi u paprati a razgrađuje tiamin u probavnom sustavu ako životinja pojede paprat. Enzim tiaminaza nalazi se i u slatkovodnim ribama, rakovima i školjkama, ali se termičkom obradom enzim razgrađuje pa nema opasnosti da on razgradi vitamin.

Tiamin je zastupljen u biljnim krmivima, kvascu, klicama, jetri, bubrezima, žumanjku jajeta i mišićju. Sintetizira ga mikroflora buraga i debelog crijeva, a svinje i perad ne mogu podmiriti svoje potrebe i stoga ga treba dodavati u intenzivnom uzgoju.

Vitamin B₂- riboflavin- laktoflavin

Izoliran je iz mlijeka i zato mu je ime laktoflavin. Nalazi se u svim živim stanicama i ima značajnu ulogu u mehanizmima oksidacije u stanicama. Flavin enzimi su ugrađeni u membrane mitohondrija, gdje sudjeluju u oksidaciji masnih kiselina, reakciji Krebsovog ciklusa i procesima sinteze u stanicama. Kvasac, jetra, mlijeko, sirutka i trop su izdašni ovim vitaminom i on nastaje uslijed aktivnosti mikroflora u probavnom sustavu. Nedostatak vitamina B₂ dovodi do smanjenja proizvodnje energije, a životinje koje su deficitarne u ovom vitaminu konzumiraju 15 – 20 % više energije od adekvatno hranjenih zbog nepotpune oksidacije hrane i životinje imaju smanjen prirast. Avitaminoze kod životinja su rijetke, a u ljudi se manifestiraju s pojavom snježnog sljepila i upalom sluznice usana s deskvamacijom epitela i krvarenjima.

Niacin – nikotinska kiselina

Niacin se nalazi u dva oblika i to kao nikotinska kiselina i niacinamid. Niacin se iz hrane u organizmu pretvara u niacinamid koji čini fiziološki aktivan oblik vitamina. Amid nikotinske kiseline sastavni je dio dva koenzima NAD i NADP. Ovi koenzimi su važni za prijenos vodika odnosno elektrona. Koenzimi sudjeluju u aerobnoj i anaerobnoj oksidaciji ugljikohidrata, oksidaciji i sintezi masnih kiselina, sintezi fosfata bogatih energijom i dr. Nikotinska kiselina se može u organizmu sintetizirati iz viška esencijalne aminokiseline triptofana. Bogati izvori niacina su pšenične mekinje, ječam, repičina sačma, kvasac, i riblja brašna, a malo niacina sadrže punomasno svježe mlijeko, sojina sačma, raž i zob.

Avitaminoza niacina u organizmu uzrokuje promjene na koži, opada dlaka i perje te se javlja upala kože i proljev. Deficit niacina je jedan od važnih uzročnika pelegre u ljudi. Ova bolest

se javlja u siromašnim dijelovima svijeta gdje se hrane pretežito kukuruznim kruhom. Osim nedostatka niacina i nekih drugih vitamina B skupine, kod njih je i deficit nekih esencijalnih aminokiselina. Od domaćih životinja od pelegre mogu oboljeti svinje, perad i psi.

Vitamin B₆ – piridoksin

Piridoksin je supstituirani piridin i u tjesnoj je vezi s piridoksaminom i piridoksalom. Skupni naziv za ove spojeve je vitamin B₆. Ovi oblici vitamina prevode se u životinjskom organizmu u aktivni koenzim piridoksol-fosfat. Ovog vitamina najviše sadrže kvasac (29,5 mg/kg), pšenične mekinje (6 mg/kg) i pšenično krmno brašno (4,9 mg/kg). Biološka uloga piridoksina je da se nalazi u više enzimatskih sustava koji sudjeluju u katabolizmu aminokiselina. Ovaj vitamin u obliku piridoksalfosfata sudjeluje u procesima dezaminacije i transaminacije (prenošenju amino skupina s jedne na drugu aminokiselinu) te u procesu recemizacije, odnosno pretvaranju D- aminokiselina u L-oblik i obrnuto. Značajnu ulogu ima i u procesu dekarboksilacije aminokiselina, aktivnom transportu aminokiselina kroz staničnu membranu itd.

Nedostatak vitamina piridoksina ima za posljedicu slab apetit i usporen rast, a javljaju se i drugi patološki poremećaji.

Potrebe u vitaminu B₆ za tovne piliće iznose 5 mg/kg hrane, nesilica 3,5 mg/kg hrane, a prasad do 8 tjedana 6 mg/kg hrane.

Folna kiselina – vitamin B₁₀

Folna kiselina po kemijskom sastavu je pteriol-glutaminska kiselina. Metabolički aktivan oblik ovog vitamina je folinska kiselina, koja se u organizmu reducira djelovanjem vitamina B₁₂ i vitamina C. Folinska kiselina sudjeluje u sintezi purinskih baza te je nužna za sintezu nukleinskih kiselina, odnosno bjelančevina i reprodukciju stanica. Smanjena sinteza purina dovodi do deficita u nukleoproteinima za sazrijevanje stanica krvi. Uslijed toga se javlja anemija i pojava blijedih mišića.

Osim ljudi nedostatkom folne kiseline u hrani spontano oboli i perad, a kod drugih životinja deficit se javlja uslijed dugotrajnog tretmana antibioticima i sulfonamidima jer ovi lijekovi sprječavaju razvoj mikroorganizama u probavnom traktu koji sintetiziraju folnu kiselinu. Folna kiselina je rasprostranjena u krmivima biljnog i animalnog porijekla. Dodavanje vitamina se preporuča u hrani za tovne piliće i guske ili nakon tretmana lijekovima.

Vitamin B₁₂ – cijankobalamin

Ovaj vitamin se još sintetski ne proizvodi već se koriste njegovi prirodni izvori. Ovaj vitamin ne mogu sintetizirati više biljke, ali mogu mikroorganizmi i životinje. Vitamin B₁₂ je jedini od vitamina koji sadrži jedan ion metala kobalta. Resorpcija cijanokobalamina iz crijeva treba glikoprotein koji se luči u želudac i koji služi kao nosač. Ova tvar je *intrinsic factor* ili unutarnji faktor koji se sintetizira u samom organizmu i funkcionira zajedno s unijetim cijanokobalaminom. Spoj vitamina i intrinsic faktora dospjeva u dio tankog crijeva – ileum gdje se pinocitozom resorbira u enterocite. Kompleks se zatim razgrađuje i vitamin se transportira u serum gdje se veže za proteinske nosače i deponira u jetri ili se koristi kao koenzim. Cijanokobalamin zajedno sa vitaminom C reducira folnu kiselinu u folinsku i tako omogućava njenu fiziološku funkciju. Ovaj vitamin omogućava sintezu nekih aminokiselina,

sintezu nukleinskih kiselina i proteina. Kod preživača B₁₂ ima značajnu ulogu u metabolizmu propionske kiseline gdje zajedno s biotnom i ATP vitamina B₁₂ omogućava da se propionil CoA preko niza procesa i spojeva uključi u Krebsov ciklus te na ovaj način preživači koriste propionat.

Avitaminoza B₁₂ vitamina u ljudi dovodi do perniciozne anemije, a sama avitaminoza nastaje zbog poremećene resorpcije vitamina uslijed nedostatka intrinzičnog faktora. Avitaminoza se manifestira smanjenjem broja eritrocita. Peradi uslijed nedostatka cijanokobalamina mogu ugibati embriji pred izlijeganje, a smrtnost pilića prvih dana je visoka, slabo je operjavanje i nizak je prirast. Avitaminoza cijanokobalamina u preživača se može javiti uslijed nedostatka kobalta u hrani, odnosno u tlu na kome biljke rastu, a nužan je za bakterijsku sintezu ovog vitamina u predželucima. Budući da se kod svinja i peradi pod utjecajem mikroflore u debelom crijevu sintetizira, ali se slabije resorbira dijelom biva izbačen izmetom van organizma i ako ove životinje imaju pristup tome izmetu, dio potreba će na taj način nadoknaditi.

Krmiva biljnog porijekla su siromašna ovim vitaminom, ali su bogata vitaminom B₁₂ animalna krmiva i ostaci pri fermentacijskim procesima.

Vitamin H- biotin

Biotin u organizmu ima ulogu koenzima u procesima karboksilacije i dekarboksilacije masnih kiselina, alfa-karbokiseline i aminokiseline. Deficit ovog vitamina se rijetko javlja jer ga bakterije probavnog trakta životinja sintetiziraju dovoljno za podmirenje potreba, a ima ga i u žumanjku, kvascu, jetri, soji, grašku, ribljem brašnu, mekinjama itd.

Kolin – vitamin B₄

Rasprostranjen u slobodnom obliku i kao acetilkolin u krmivima animalnog i biljnog podrijetla. Nalazi se u sastavu fosfolipida koji sudjeluju u građi stanica. Kolin je bitan za formiranje acetilkolina, koji je važan za transmisiju živčanih impulsa. Kolin zajedno s metioninom i betainom preventivno djeluju na nenormalno nakupljanje masti u jetri, potiču otklanjanje triglicerida iz jetre preko njihove pretvorbe u lecitine.

Nedostatak kolina u peradi uzrokuje masnu degeneraciju jetre i perozu, a u prasadi masnu degeneraciju jetre, ataksiju i veliku smrtnost. Domaće životinje mogu biosintezom osigurati potrebe za kolinom ali kod pilića i prasadi obim biosinteze nije dovoljan i stoga se kolin dodaje u hranu za piliće u fazi rasta. Potrebe životinja za kolinom su visoke, ali se nedostatak rijetko javlja jer je ovaj vitamin široko rasprostranjen u prirodi te postoji mogućnosti njegovog dobivanja iz metionina (metionin služi kao prekursor).

Inizitol

Javlja se u više oblika, a jedino mio-inozitol ima biološku aktivnost. Inozitol zajedno s kolinom svrstavamo u lipotropne tvari jer kao sastojak fosfolipida sudjeluje u transportu masti i metabolizmu masnih kiselina u jetri i pomaže u metabolizmu masti i redukciji sadržaja kolesterola u krvi životinja. Inozitol zajedno s kolinom preventivno djeluje na stvrdnjavanje masti u krvnim žilama i na taj način štiti srce. Prirodni oblik inozitola je fitinska kiselina koja je u nekim proteinskim spojevima prisutna u sjemenkama. Fitinska kiselina zajedno s

kalcijem i magnezijem gradi spojeve koji se ne mogu resorbirati ako se iz njih tijekom probave u probavnom traktu ne oslobodi inozitol. Ovo oslobađanje se odvija pod djelovanjem enzima fitaze. Inozitol se deponira u organizmu, mozgu i mišićima.

Mio-inozitol je prisutan u većim količinama u stanicama biljaka i životinja. Zrna žitarica, leguminoze, brašno od jetre, mekinje imaju veće količine inozitola. Deficit inozitola se ne javlja kod životinja.

Vitamin C – L-askorbinska kiselina

Naziv vitamin C se koristi za sve spojeve koji imaju djelovanje kao L- askorbinska kiselina. Askorbinska kiselina se u prirodi javlja u obliku L-askorbinske kiseline ili reduciranom obliku, a drugi oblik je oksidirani ili dehidro-L-askorbinska kiselina. Oba oblika su biološki aktivna i prelaze jedan u drugi, ali daljnom oksidacijom dehidro-L-askorbinske kiseline nastaje diketo-gulonska kiselina koja je neaktivan spoj. Sintaza ove kiseline (diketogulonska) je rezultat nepovratne reakcije koja se brzo odvija u prisustvu svjetla ili topline ili teških metala i time je objašnjiva nestabilnost C vitamina u hrani. Sve domaće životinje imaju sposobnost sinteze askorbinske kiseline iz glukoze u dovoljnim količinama. L-askorbinska kiselina u kemijskim procesima sudjeluje kao redoks spoj. Ovaj vitamin je nužan kao katalizator reakcija. Vitamin C ima ulogu u sintezi glikoproteida matične tvari u mezenhimskom tkivu, odnosno u hrskavici, kostima, dentinu i dr. Askorbinska kiselina katalizira oksidaciju tirozina u 5-oksitriptofan, čime se omogućava sinteza hormona adrenalina i serotonina. Ovaj vitamin u kori nadbubrežne žlijezde sudjeluje u sintezi kortikosteroidnih hormona, povećava resorpciju željeza u crijevima, prije svega održavanjem željeza u reduciranom lakšem obliku za resorpciju.

Čovjek i neke vrste ptica, riba i insekata imaju potrebe za unosom C vitamina putem hrane, dok druge životinje nemaju tu potrebu. Sintaza vitamina C kod životinja – sisavaca odvija se u jetri, a kod peradi u bubrezima. Preživači koriste vitamin C koji se proizvede u njihovim tkivima, a onaj vitamin C koji se unese putem hrane biva potpuno razgrađen tijekom probave, tako da se sadržaj vitamina C u mlijeku ne može povećati preko hranidbe. Mlijeko ima u sastavu vitamina C, ali druga animalna krmiva ga nemaju. Nedostatak ovog vitamina u ishrani ljudi uzrokuje bolest skorbut, česta u pomoraca koji nisu uzimali hranu s dovoljno vitamina C. Dosta vitamina C ima u svježem voću i povrću. Askorbinska kiselina se sintetski proizvodi, a vitamin C ima i antioksidacijsko djelovanje.

1.5.3. Vitaminima slične tvari

Tvari slične vitaminima ne smatraju se pravim vitaminima ali po svojim aktivnostima podsjećaju na vitamine. Vitamini su bitni i neophodni sastojci hrane i njihov manjak ima izražene simptome deficita. Ovi uvjeti nisu ispunjeni kod tvarima koje slične vitaminima, Jovanović i sur (2000.). U ovu skupinu svrstava se nekoliko spojeva.

Bioflavonoidi

Poznati i kao vitamin P. bioflavonoidi su skupina prirodnih pigmenata u zrnju žitarica, voću i drugim biljkama. Javljaju se kao pratioci vitamina C. Flavonoidi su žute boje i idnetificirano ih je oko 800. bioflavonoidi imaju ulogu u održavanju normalne propusnosti krvnih kapilara. Sve stanice tijela zavise od propusnosti kapilara jer preko njih dobivaju hranjive tvari a ujedno i odstranjuju otpadne proizvode metabolizma. Flavonoidi imaju ulogu antioksidanasa

u hrani, imaju ulogu bakterijostatika, imaju citostatički učinak protiv malignih stanica i biokemijski štite stanice od oštećenja zbog djelovanja kancerogenih tvari. Životinje nisu u stanju sintetizirati bioflavonide. Deficit vitamina P u uskoj je vezi sa simptomima manjka vitamina C. Javlja se sklonost hemoragije (krvarenja) i pojave modrica na tijelu životinje.

Karnitin

Karnitin ima ulogu tijekom oksidacije masnih kiselina pomaganjem njihovog transporta kroz membrane mitohondrija. Ima ulogu i kod iskorištenja ketonskih tijela u organizmu životinje. Animalna krmiva imaju više količine karnitina od biljaka.

Pangamična kiselina

Poznata kao vitamin B₁₅. Pangamična kiselina prisutna je u krmivima bogata vitaminima B skupine i prirodni izvori su sjeme suncokreta, tikava, riže, kvasca i jetre. Uloga je višestruka, omogućava životinji prilagodbu na povećane fizičke napore (neki ovu kiselinu daju trkaćim konjima). Pangemična kiselina stimulira usvajanje kisika u tjelesnim tkivima čime se pevenira nedovoljna opskrba tkiva sa kisikom a posebno srca i mišića. Smanjena sinteza kolesterola u krvi životinja može se izazvati davanjem pangamične kiseline a ima i inhibirajući utjecaj protiv masne infiltracije jetre.

Ortična kiselina

Poznata i pod imenom vitamin B₁₃. Ima ulogu stimulatora porasta pilića i svinja pri određenim uvjetima. Koristi se u organizmu životinje tijekom metabolizma folne kiseline i cijanokobalamina. Ortične kiseline ima u sporednim proizvodima industrije alkohola, sirutki i kiselom mlijeku.

Lipoična kiselina

Može je sintetizirati organizam životinje i nije neophodna u stočnoj hrani. Lipoična kiselina funkcionira kao koenzim a zajedno sa enzimom koji sadrži timin za reakcije metabolizma ugljikohidrata. Izdašni izvori ove kiseline jesu jetra i kvasac.

U vitaminima slične tvari svrstavaju se **Koenzim Q (Ubiquinon) i Amigdalín (vitamin B₁₇).**

Koenzim Q čini više spojeva sličnih lipidima. U većini živih stanica nalazi se u mitohondrijima. Sudjeluje u procesima tijekom kojih se oslobađa energija iz adenozintrifosfata. Amigdalín je prisutan u košticama voća (jabuke, višnje, breskve, kajsije, gorkog badema). Smatra se da ima ulogu u prevenciji kancerogenih oboljenja.

Antivitamini

Imaju biološku aktivnost koja je suprotna aktivnosti vitamina ili mogu inhibirati neku reakciju u kojoj vitamin ima ključnu ulogu. Antivitamini uzrokuju avitaminoze, a mikroorganizmima rast i razmnožavanje. Pljesniva lucerna ima tvar dukumarol koja je antivitamin. On je antagonist vitaminu K jer blokira sintezu protrombina u krvi. Ovaj antivitamin se koristi u antikoagulacijskoj terapiji i kao sredstvo za uništavanje miševa i štakora.

1.6. Mineralne tvari

Organizam životinje pored ugljikohidrata, proteina, masti i vitamina treba i znatan broj mineralnih tvari. Mineralne tvari ulaze u sastav životinja i biljaka, a pri spaljivanju stočne hrane, tijela životinje i stočnih proizvoda na temperaturi od 600 °C mineralni elementi ostaju u pepelu. Količina pepela koja se pri tome spaljivanju dobije ovisi od više čimbenika ali je dosta konstantan sastav pepela životinjskog tijela i stočnih proizvoda. Mineralne tvari u organizmu nemaju posebnu zajedničku ulogu ali svaki mineralni element ima svoju specifičnu ulogu u hranidbi domaćih životinja, i mineralne tvari ne mogu služiti kao izvor energije. Mineralne tvari u tijelu životinje nalaze se većinom u anorganskom ili mineralnom obliku, ali se pojavljuju i u organskom obliku. Fiziološka funkcija mineralnih tvari je višestruka, a pri nedostatku pojedinih minerala organizam reagira pojačanom resorpcijom iz hrane ili smanjenjem izlučivanja preko urina i izmeta. Tjelesna tkiva životinja i različita krmiva sadrže 45 mineralnih elemenata prisutnih u manjim ili većim količinama. Mineralni elementi prisutni u većim količinama, preko 70 mg/kg žive mase u organizmu životinja nazivaju se makroelementi, a mikroelementi su oni čija količina je manja od 70 mg/kg žive mase, (Jovanović i sur, 2000.).

Dnevne potrebe za makroelementima izražavaju se u gramima ili postocima u hrani, dok se dnevne potrebe za mikroelementima izražavaju u mg/kg suhe hrane ili suhe tvari hrane, a u primjeni je i ppm (1 ppm je 1 dio na milion dijelova ili 1 mg/kg).

Od makroelemenata značajni su kalcij (Ca), fosfor (P), natrij (Na), klor (Cl), magnezij (Mg), sumpor (S) i kalij (K).

Mikroelementi značajniji u organizmu su: željezo (Fe), bakar (Cu), mangan (Mn), cink (Zn), kobalt (Co), jod (J), selen (Se), Mo (molibden), F (fluor), Cr (krom), Ni (nikal), V (vanadij), Si (silicijum), Sn (kositar) i As (arsen).

Od ukupne količine minerala svega 1% u organizmu životinje otpada na mikroelemente.

Navedeni elementi ispoljavaju svoju aktivnost u ionskom obliku ili su vezani za određene aktivne tvari (vitamine i enzime).

Ukupna količina minerala u organizmu životinje je srazmjerno mala i najčešće iznosi 3 – 5 %. Potrebna količina mineralnih elemenata u hrani za životinje je također srazmjerno mala ali je nužna pravilna i dostatna opskrba mineralnim tvarima za normalno funkcioniranje organizma i njegovu proizvodnju.

Minerali sudjeluju u izgradnji kostiju, hrskavica, zuba (Ca, P, Mg), a ima ih i u mekim tkivima (Fe, P, K, Na).

Sudjeluju u elektrokemijskim funkcijama, acidobaznoj ravnoteži, osmotskoj kontroli, regulaciji prometa vode (Na, Cl, K, Mg).

Ugrađeni su u vitamine (kobalt u vitamin B₁₂, sumpor u B₁).

Ugrađeni su u hormone (jod u tiroksin).

Ugrađeni su u enzime.

Utječu na razdražljivost mišića i živčanih vlakana.

Minerali se najviše resorbiraju u obliku iona, a mjesta resorpcije iz probavnog kanala su tanko i početak debelog crijeva. Apsorpcija minerala kod preživača odvija se i kroz sluznicu buraga. Značajne količine minerala dopijevaju u probavni trakt s probavnim sokovima i resorbiraju se aktivnim ili pasivnim transportom zajedno s mineralima koji se nalaze u hrani ili se dodaju u hranu. Organizam životinje uslijed manjka pojedinih mineralnih tvari reagira brzo pojačanom resorpcijom iz konzumirane hrane ili smanjenjem njihova izlučivanja mokraćom ili fecesom.

Kalcij

Spada u makroelemente, a u hrani se najviše nalazi u obliku netopljivih anorganskih soli ili u obliku organskih spojeva. U želucu se kalcij djelovanjem HCl pretvara u topljive soli (kalcijklorid i kalcijfosfat). Otežanu resorpciju kalcija iz digestivnog trakta uzrokuje nepravilan odnos Ca i P u hrani, nedostatak žuči, višak masti u hrani, fitinska kiselina i deficit vitamina D. Povoljan utjecaj na resorpciju kalcija ima kisela sredina u želucu, pravilan odnos Ca i P u hrani, žučne kiseline, aminokiseline, laktoza i dovoljne količine vitamina D.

Bitno je da dnevno obrok životinje ima dovoljno soli kalcija te da odnos kalcija i fosfora bude povoljan.

Tablica 2. Uzdržne dnevne potrebe u kalciju i fosforu i njihov odnos (g/dan), (Behm,1984.):

Životinja	Kalcij	Fosfor	odnos Ca : P
Govedo	20 – 30	15 – 20	2,5 : 1,75
Svinja	3 – 10	2 – 7	1,3 : 0,9
Ovca	2 – 3	1,5 - 2,5	2,5 : 2
Konj	20	20	1 : 1
Kokoš	0,6	0,4	3 : 2

Ako je još prisutan i vitamin D, iskorištavanje kalcija i fosfora biti će još bolje. Suviše kiseli obrok – kisela silaža stvara netopljivi $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ pa se kalcij i fosfor ne mogu resorbirati. Oksalati koji su netopljivi, a potiču od oksalne kiseline iz lišća šećerne repe i špinata, onemogućavaju resorpciju kalcija. Fitinska kiselina koja s fosforom daje fitinski fosfor u mekinjama nepreživači slabo iskorištavaju, a time i resorbiraju.

Resorbirani kalcij se deponira najviše u kostima i zubima. Potrebe za kalcijem su povećane kod plotkinja tijekom laktacije i graviditeta, a kod nesilica tijekom nesenja jaja. Tada se kalcij mobilizira iz kostiju i održava stalnu koncentraciju u krvi. Potrebne koncentracije Ca regulira paratireoidni hormon. Najveći dio kalcija se skladišti u kostima u obliku kalcijfosfata, a manje u obliku kalcijkarbonata, dok je u zubima u obliku apatita.

Kalcij ima višestruku ulogu u organizmu: daje čvrstoću kostima i zubima, važan je u procesu koagulacije krvi, aktivira neke enzime (tripsin i adenzintrifosfataza), regulira mišićno-živčanu razdražljivost, sudjeluje u procesima mišićne kontrakcije, regulira srčanu aktivnost pomažući sistolu srca.

Uopćeno se može kazati da manjak kalcija ima za posljedicu rahitis u mladim životinjama (prasad, telad), osteomalaciju u starijih životinja (krave i krmače), smanjenje mliječnosti životinja u laktaciji te porođajne pareze (hipokalcemija s tetanijom).

Suficit kalcija može izazvati depresiju rasta (svinje u tovu), smanjenu resorpciju P, Mg, Zn, Mn, J, Fe i Cu i tvorbu bubrežnog kamenca.

Soli kalcija se izlučuju iz organizma najviše putem izmeta, a manje urinom i znojem.

Koncentrirana krmiva i njihovi proizvodi prerade sadrže malo kalcija, ali ga ima dovoljno u voluminoznoj krmu. Leguminoze sadrže više kalcija od trava. Mlijeko je vrlo dobar izvor kalcija, dok su jaja i meso životinja siromašni kalcijem.

Ako je hrana koju stoka uzima deficitarna kalcijem, tada se dodaju mineralni dodatci kalcija, brašno od školjki, mljeveni krečnjak, koštano brašno, dikalcij fosfat i dr.

Fosfor

U hrani se nalazi u obliku anorganskih fosfata i kao sastojak organskih spojeva fosfolipida, fosfoproteida i nukleinskih kiselina. Fosfor se resorbira u tankom crijevu aktivnim transportom, a na resorpciju utječu resorpcija kalcija, vitamina D, mast, prisutnost laktoze i minerala željeza, mangana i aluminija, koji s fosforom grade netopljive fosfate. Nakon resorpcije fosfor se transportira po cijelom tijelu i svakoj stanici služi kao izvor energije u obliku ATP-a i ADP-a.

Ostatak fosfora se odlaže u kosti u procesu mineralizacije. Resorpcija fosfora je otežana ako je koncentracija niža od potrebne te ako u obroku nema dovoljno masti i D vitamina.

Bogati izvori fosfora su pšenične mekinje, zrna žitarica, uljane sačme, soja, lucerna, silirani kukuruz, kukurozovina i jaja bez ljuske.

Dodavanje preparata fosfora u obroke stoci je često iz razloga što ga krmiva nemaju dovoljno te je obrok teško izbalansirati u Ca i P na osnovu njihova sadržaja u biljnoj krmu naročito u uvjetima visokih potreba za životinje. Mineralni dodaci P su kalcit, diamonijum fosfat, mononatrijum fosfat, koji sadrže fosfor, a nemaju kalcij. Mineralni preparati koji sadrže oba elementa su koštano brašno, trikalcij fosfat, monokalcij fosfat i dikalcij fosfat.

Međusoban odnos kalcija i fosfata za ishranu domaćih životinja, izuzev peradi kreće se od 1:1 do 2:1, za koke nesilice ovaj odnos se povećava u korist Ca jer im treba za formiranje ljuske jajeta.

Višak iznad mogućnosti resorpcije ili kalcija ili fosfora otežava resorpciju drugog elementa ako normalna variranja koja nastaju uslijed različitih sadržaja u hrani nemaju značajnijeg utjecaja na resorpciju.

Deficit kalcija i fosfora u hrani i nedostatak vitamina D dovode do poremećaja razvoja koštanog tkiva, smanjenog apetita i pada proizvodnje.

Rahitis označava nepotpunu kalcifikaciju kostiju u mladih životinja. Životinje oboljele od rahitisa imaju kosti koje su mekane, lako se savijaju i izobličuju se. Osteomalacija je oboljenje odraslih životinja i izazivana je prekomjernom mobilizacijom minerala iz kostiju, a češće se javlja tijekom graviditeta, laktacije i kod peradi u vrijeme intenzivnog nesenja jaja (ako ne dobivaju dovoljno Ca iz hrane, a potrebe za Ca su velike, Ca se povlači iz koštane srži, a ako rezerve Ca budu iskorištene za nekoliko dana, ljuska jajeta postaje tanka i meka). Osteomalacija nastupa kao posljedica nedostatka kalcija ili fosfora ili oba minerala, neuravnoteženog odnosa Ca : P u hrani i deficita kalciferola.

Deficit fosfora kod goveda može dovesti do izopačenog apetita, odnosno goveda uzimaju i žvaču (jedu) predmete (drvo, kamenje, zemlju, kosti, tkaninu), što im može naškoditi. Ovo stanje može biti uzrokovano i nedostatkom kuhinjske soli, bakra, kobalta i celuloze u obroku životinje.

Konzumiranje fosfora iznad potreba domaćih životinja treba izbjegavati jer se višak izlučuje urinom koji, ako dospije u vodotok, pospješuje rast algi. Višak fosfora izaziva i oboljenje urolitiazu, odnosno stvaraju se mineralne naslage u mokraćnom mjehuru i mokraćnom kanalu i sprječavaju protok urina u ovnova i bikova.

Suficit fosfora uzrokuje smanjenu resorpciju kalcija, smanjenje razine kalcija u krvi, pojačano lučenje parathormona, slabiju kakvoću ljuske jaja te dishondroplaziju tibije kod peradi.

Magnezij

Magnezij po svome značaju i zastupljenosti spada u makroelemente, usko je povezan s kalcijem i fosforom, a njegova uloga u organizmu je višestruka. Magnezij u stanicama je aktivator mnogih enzima (fosfatnih transferaza) i važan je za metabolizam glukoze, masti i proteina. Ekstracelularno magnezij smanjuje razdražljivost mišića i živaca. Hrana za stoku uobičajeno sadrži dovoljno magnezija. Resorpcija magnezija odvija se aktivnim transportom iz tankih crijeva, a kod preživača i iz područja buraga. Resorbirani Mg se krvlju raznosi po organizmu i oko 70 % se nalazi u kostima s kalcijem, a ostatak u drugim tkivima.

Ako je prisutna nedovoljna količina Mg u hrani, kod mladih životinja može se mobilizirati do 60 % Mg iz kostiju, ali starije životinje nemaju ovu mogućnost mobilizacije.

Količina Mg u krmi varira zavisno od vrste biljke, starosti, dijela biljke i plodnosti tla na kome raste. Trave imaju 0,15 – 0,25 %, mekinje 0,3 – 0,6 % dok je mlijeko siromašno Mg.

Telad hranjena mlijekom duže vrijeme mogu oboljeti od magnezijeve tetanije, a telad je razdražljiva te se javljaju grčevi mišića. Mlijeko je siromašno Mg zbog čega je koncentracija Mg u krvi niska. Goveda na paši tijekom proljeća mogu oboljeti od pašne tetanije. Uzrok je smanjena resorpcija Mg u probavnom traktu jer se uslijed konzumiranja velike količine svježe zelene krme bogate dušičnim spojevima u buragu stvara više amonijaka. Višak amonijaka smanjuje sposobnost organizma da se resorbira dovoljno Mg i Ca, a njihov nedostatak uzrokuje grčenje mišića – tetaniju.

Hrana koja je siromašna Mg, a njome se hrani stoka, treba biti obogaćena s MgCO_3 .

Kalij, natrij, klor

Ova tri elementa su najviše zastupljena u tjelesnim tekućinama i mekim tkivima. Oni u tjelesnim tekućinama održavaju osmotski tlak, acido-baznu ravnotežu u organizmu te vrše kontrolu metabolizma vode u tjelesnim tkivima. Natrij i klor su pretežito zastupljeni u tjelesnim tekućinama, a kalij u stanicama. Klor još ima i ulogu u sekreciji želuca gdje se javlja u obliku HCl, a izlučuje se iz organizma znojem i urinom. Kalij ima stimulativni utjecaj na mišićnu razdražljivost, ima ulogu u metabolizmu ugljikohidrata i proteina jer sinteza proteina i formiranje glikogena te razgradnja glukoze trebaju ione kalija. Natrij je uz nabrojane funkcije, značajan za razdražljivost mišića, poboljšava resorpciju glukoze te povoljno utječe na apetit životinje.

Obroci za domaće životinje sadrže najčešće dovoljno kalija za potrebe organizma (voluminozna krmiva imaju više, a koncentrirana manje K). Natrij i klor su manje zastupljeni u krmivima i životinje ih često nemaju dovoljno te se oni dodaju u obliku kuhinjske soli – NaCl, a posebno u hranidbi biljojeda. Nedostatak soli kod preživača izaziva smanjen apetit, gubitak tjelesne mase i smanjenu proizvodnju. Deficit soli kod peradi, a napose koka nesilica izaziva kanibalizam i kljucanje perja.

Suvišak soli je štetan za sve životinje jer izaziva žeđ i mišićnu slabost i stoga je neophodno da životinja uvijek ima dovoljno vode za piće. Na suvišak soli su osjetljivi pilići i svinje. Znojenjem životinja gubi vodu, a preko nje i NaCl i KCl i stoga je osim nadoknade vode potrebno nadoknaditi i sol. Normalno izlučivanje soli iz organizma odvija se preko bubrega i dalje urinom.

Dnevne potrebe NaCl u g (Behm, 1984.) za goveda su 20 – 50 g, konje 15 – 25 g, ovce 4 – 8 i svinje 4 – 8 g.

Osim zadovoljenja fizioloških potreba, sol se daje i kao začim jer stimulira lučenje pljuvačke, a potiče i aktivnost amililitičkih enzima.

Sumpor

Sumpor se u stočnoj hrani nalazi u neorganskom obliku u vidu sulfata i u organskom obliku s organskim spojevima. Najviše sumpora se nalazi u proteinima koji sadrže aminokiseline u koje je ugrađen sumpor: cistin, cistein i metionin. Sumpora ima u glikoproteidima, sulfolipidima, vitaminima i hormonima. Neorganski spojevi sumpora sulfati su slabo topljivi i stoga se slabo ili nikako ne resorbiraju, već se koristi sumpor iz aminokiselina koje ga imaju. Preživajući mogu koristiti sumpor iz anorganskih spojeva uz pomoć buragove mikroflora, koja ga koristi za sintezu osobnih aminokiselina koje sadrže sumpor. Ove aminokiseline, kada kasnije dospiju u crijeva bivaju probavljene od crijevnih sokova i enzima te je organizmu dostupan i organski sumpor. Neorganski sumpor je u većim količinama nakon konzumacije opasan iz razloga što mikroflora iz probavnog sustava svojom aktivnošću u predželucu preživajući formira H_2S koji je toksičan. On se lako apsorbira, a može izazvati poremećaj rada buraga, živčane i respiratorne probleme. Vuna ovaca ima više aminokiselina koje sadrže sumpor, ali deficit sumpora je rijedak pri normalnoj hranidbi jer se on osigurava iz proteina i drugih hranjivih spojeva koji ga sadrže.

Željezo

Željezo je nužan mineral u organizmu životinje. Svrstava se u mikroelemente. Bitan je za sintezu hemoglobina, mioglobina i nekih enzima iz skupine flavoprotein i citohrom enzima. Najviše željeza ima u hemoglobinu. Hemoglobin je složena bjelancevina, a vrši ulogu nosača kisika u procesima disanja. Hemoglobin vrši transport kisika između pluća i tjelesnih tkiva. Mioglobin je kombinacija hema i globina mišića te ima veliki afinitet za kisik jer mioglobin služi kao depo kisika u mišićima. Željezo se resorbira u prednjem dijelu tankog crijeva u fero obliku. Hrana koju životinja jede sadrži željezo u fero obliku koje uslijed prisustva reducirajuće supstance (vitamina C) prelazi u fero oblik. Nakon resorpcije željezo se spaja s beta-globulinom u transferin, koji je glikoprotein i služi kao nosač željeza. Transferin se dalje transportira krvnom plazmom, koja može lako predati željezo bilo kojoj stanici u organizmu. Željezo iz krvi se transportira u koštanu srž, gdje služi za sintezu hemoglobina i u mišiće, gdje se sintetizira mioglobin, a dio se ugrađuje u enzime. Višak željeza se deponira u slezeni i jetri. Eritrocit koji iz koštane srži uđe u cirkulaciju, cirkulira 100 – 120 dana nakon čega se raspada.

Željezo iz razgrađenog hemoglobina ponovno se vraća u koštanu srž te služi za proizvodnju novih eritrocita ili odlazi u jetru gdje se skladišti. Voluminozna i koncentrirana hrana za životinje sadrži dovoljno željeza za njihove potrebe, a manjak se javlja kod mladunčadi koja sisu mlijeko. Ovaj oblik deficita željeza u organizmu javlja se često kod prasadi koja sisu majčino mlijeko, koje je siromašno željezom. Prasad imaju male rezerve željeza koje traju 3-4 dana i nakon toga ako ne dobiju dovoljno željeza, nastupa anemija. Anemija je smanjenje broja crvenih krvnih zrnaca i smanjenje sadržaja hemoglobina u krvi. Mladunčad drugih sisavaca imaju veće rezerve u organizmu ili ranije uzimaju drugu hranu te je anemija rijetka pojava. Svinjogojska proizvodnja s intenzivnim uzgojima i velikim brojem prasadi u leglu izložena je anemiji i stoga se željezo njima dodaje intramuskularno, preko injekcija tijekom prvog tjedna života, ili oralno preko preparata. Anemična prasad su slabije otporna, blijeda,

letargična-bezvoljna i malog prirasta. Hranidba majke s povećanim dozama željeza tijekom graviditeta ima pozitivno djelovanje na deponiranje u nerođenog mladunčeta, ali se sadržaj željeza u mlijeku ne može povećati hranidbom majke.

Bakar

Bakar ulazi u sastav nekoliko enzima, a kao i željezo sudjeluje u određenim oksidacijskim i redukcijским enzimskim sustavima stanice. Enzim feroksidaza, koji sadrži bakar, uključen je u korištenje željeza. Enzim feroksidaza potreban je za sintezu transferina, koji prenosi željezo i njegovu ugradnju u hemoglobin. Ako u organizmu nema dovoljno bakra unatoč dovoljnom sadržaju željeza remeti se nastanak hemoglobina te dolazi do manjka eritrocita, što uzrokuje anemiju. Jetra je najveće skladište bakra u organizmu. Deficit bakra se rijetko javlja u nepreživača koji se hrane uobičajenim krmivima. Manjak bakra je češći kod preživača koji koriste ispašu. Simptomi deficita bakra u životinja ogledaju se zavisno od vrste, ali anemija je moguća kod svih. Simptomi su smanjen prirast, nakaznost kostiju, depigmentacija dlake, vune i perija, nekordinirani pokreti zadnjih ekstremiteta sa zanošenjem zadnjeg dijela tijela. Ovce uslijed deficita bakra imaju manje keratiniziranu i manje nabranu vunu, slabijeg su porasta, a crna boja se mijenja u bijelu boju vune. Kod goveda dolazi do smanjene plodnosti i odlaganja estrusa, a kod peradi do slabijeg leženja i degeneracija embrija.

Sadržaj bakra u biljkama zavisi od tla na kojemu biljke rastu i uvjeta za rast, vrste i dijela biljke. Sačme uljarica imaju bakra 10 – 30 mg, zrna žita 4 –10 mg, a trave 4 – 10 mg/kg suhe tvari, dok su potrebe za muzne krave 10 mg/kg, a za ovce i junad 5 mg/kg suhe tvari obroka. Deficit bakra u ishrani preživača rješava se ili davanjem injekcija s organskim spojem bakra, miješanjem mineralnog dodatka u hranu, davanjem blokova za lizanje koji osim bakra imaju i druge minerale i gnojdbom tla bakrom ako je tlo deficitarno ovim mineralom. Treba napomenuti da je bakar u suvišku toksičan. Svinje su tolerantnije od goveda, ali ovce su vrlo osjetljive na suvišak bakra u hrani, odnosno organizmu.

Selen

Selena ima u svim tkivima, a najviše u jetri i bubrezima. Ima sinergističko djelovanje s vitaminom E. Selen ulazi u sastav više enzima čija je uloga sprječavanje oksidativnih oštećenja staničnih organela. Selen kao sastojak enzima sudjeluje u razgradnji lipidnih peroksida. Koncentracija selena u biljkama varira zavisno od biljke i usvajanja iz tla. Tla koja su bogatija selenom predstavljaju potencijalnu opasnost trovanja preko paše ili sijena. Obroci siromašni vitaminom E traže povećane potrebe za selenom. Djelovanje selena u količini od 0,1 mg/kg hrane djeluje stimulativno na prirast teladi, janjadi i pilića, a toksične doze su iznad 1 mg/kg hrane i stoga pri doziranju treba biti oprezan. Pojedine vrste životinja reaguju različito na deficit selena, a kod ovaca se javlja neplodnost. Praktično rješenje deficita je omogućiti da stoka liže blokove koje imaju ugrađen selen uz druge minerale, odnosno davanje injekcija ili oralnih preparata.

Cink

Cinka ima u svim tkivima i tjelesnim stanicama, a najviše u koži, pankreasu i prostati. Cink je sastojak nekoliko enzima, a uključen je u metabolizam nukleinskih kiselina, u proizvodnju

i sekreciju hormona i u funkcije imunološke obrane organizma. Životinje trebaju vrlo malo ovog elementa i stoga je deficit rijedak jer ga u biljnoj hrani ima dovoljno. Deficit cinka može biti prisutan kod svih životinja, a pokazuje se kao slabiji prirast, slaba konverzija hrane, pogoršane reproduktivne sposobnosti i deformacije na koži i njenim izraslinama. U svinja se kod praktične ishrane javlja dermatitis poznat kao parakeratoza. Javlja se zadebljanje epitelnih stanica u području usta, očiju i na donjim dijelovima nogu. Ako je obrok od kukuruza i soje, češća je pojava parakeratoze u svinja. Prevenir se dodatkom cinka u smjesu. Parakeratozu pospješuje povećan sadržaj kalcija u obroku i konzumacija većih količina proteina biljnog porijekla. Fitinska kiselina se javlja u krmivima zajedno s proteinom, a kalcij pomaže kompleksiranje cinka u fitat koji je teško topljiv te se ne resorbira. Meki je imaju dosta fitata, o čemu treba voditi brigu jer se to svinja često u nekim domaćinstvima provodi uz dosta pšeničnih mekinja, a manje ostalih krmiva. Potrebe za cinkom u tovu svinja iznose 40 – 50 mg/kg suhe tvari hrane (Kalivoda, 1986.).

Mangan

Spada u mikroelemente. U organizmu je zastupljen u kostima, gušterači, bubrezima i koži. Sadržaj mangana u organizmu životinje je vrlo nizak, odnosno tek 1 % od količine cinka. Mangan je sastojak više enzima i uključen je u metabolizam ugljikohidrata i masti, a nužan je za biosintezu kolesterola u stanicama. Resorpcija mangana iz hrane je niska (5 – 10 %), a višak kalcija i fosfora u obroku još više smanjuje resorpciju iz probavnog trakta.

Deficit mangana u hrani uzrokuje kod krava odlaganje estrusa, a krave teže koncipiraju i povećava se broj pobačaja (abortus). Deficit u pilića izaziva deformaciju kostiju nazvanu peroza. Nedostatak se nadoknađuje dodatkom mangana u hranidbene smjese. Svinjama deficit mangana može uzrokovati deformacije kostiju, šepavost te krive i skraćene ekstremitete.

Izdašni izvori mangana su pšenične i ražene mekinje, jer omotač ovih žitarica sadrži dosta mangana, dok voluminozna krma ima širok raspon sadržaja mangana, ali dovoljan za normalnu proizvodnju preživača.

Kobalt

Kobalt je integralni dio vitamina B₁₂ i nužan je mikroorganizmima u buragu za biosintezu ovog vitamina. Dovoljne količine kobalta u hrani omogućavaju mikroorganizmima dovoljnu sintezu vitamina B₁₂. Veliki dio kobalta iz hrane mikroorganizmi u buragu pretvaraju u fiziološki neaktivna jedinjenja slična vitaminu B₁₂, ali koja se ne resorbiraju, a samo 3 % kobalta se transformira u vitamin B₁₂, koji se resorbira i dalje krvlju prenosi po organizmu. Vitamin B₁₂ je nužan za razgradnju propionske kiseline i metabolizam propionata. Nedostatak kobalta se ne javlja u normalnim uvjetima stočne proizvodnje i deficit nije utvrđen kod nepreživača. Preživači uslijed deficita u kobaltu postupno gube apetit, mršave, imaju usporen spolni razvoj i anemije. Deficit kobalta u hrani preživača je izraženiji u tlima s nedovoljno dostupnog kobalta biljkama iz tla (Australija, Velika Britanija, Nizozemska).

Jod

Jod je element koji je 80 % u organizmu životinje prisutan u štitnoj žlijezdi. Štitna žlijezda sintetizira hormone tiroksin i trijodtironin. Ovi hormoni se dalje prenose krvlju u tkiva gdje reguliraju osnovne procese metabolizma energije u stanicama.

Jod se u organizam unosi hranom i vodom, a u primorju i zrakom. Jod iz probavnog trakta se usvaja u obliku jodida iz crijeva i dalje se krvlju prenosi do stanica štitnjače koje ga velikim dijelom usvajaju za svoje potrebe. Nedostatak joda u organizmu izaziva povećanje štitne žlijezde, čime organizam nastoji nadoknaditi izlučeni jod preko hormona. Potrebe za jodom životinje podmiruju putem hrane i vode, a neka područja u svojim tlima nemaju dovoljno joda te se tada kod ljudi i životinja pojavljuje gušavost. Danas je gušavost rijetka jer se provode preventivne mjere tako da se sol za ljudsku i stočnu hranu jodira kalijjodidom. Gušavost se može javiti u tek rođenih životinja ako im majke tijekom trudnoće nisu imale dovoljno joda u hrani. Sadržaj joda u mlijeku je direktno ovisan o sadržaju joda kojim se hrani životinja koja ga luči. Gušavost može biti izazvana goitrogenim tvarima. Ove tvari utječu na poremećaj sinteze hormona tiroksina. Kupusnjače i uljane repice sadrže ove supstance, ali konzumiranje u normalnim količinama i kuhanje neutraliziraju enzim koji oslobađa aktivni goitrogen iz njegova neaktivnog prekursora.

Molibden

Tkiva organizma sadrže malo molibdena (u prosjeku 1,5 mg/kg tjelesne mase). Više ga ima u kostima, koži, vuni, dlaci, jetri i miškulaturi. Dobro se resorbira iz hrane a pri povećanom sadržaju u hrani resorpcijom iz probavnog trakta taloži se u kostima, jetri i bubrezima a izlučuje se i mlijekom. Molibden ima prisutnost u više enzima što sudjeluju u oksidaciji. Uloga u peradi je vezana za ksantinoksidaze pri tvorbi mokraćne kiseline. U preživača ima pozitivan učinak na iskorištavanje sirovih vlakana. Ima ulogu kod preživača i kod učinka nitratoreduktaze tijekom mijene nitrata u nitrite u predželucima. Molibdena ima obično dovoljno u stočnoj hrani (0,2 – 0,6 mg) i rijetko se javlja deficit jer su potrebe životinja male, preživača 0,2 mg/kg suhe tvari a nepreživača 0,1 mg/kg suhe tvari. Toksično djelovanje Mo ima veće značenje za hranidbu životinja a posebno preživača. Štetno djelovanje ima krma koja sadrži 15 – 20 mg/kg suhe tvari. Osjetljiviji su preživači na toksično djelovanje Mo. Sadržaj molibdena u tlu može biti povećan uslijed industrijskog zagađenja. Višak molibdena remeti opskrbu bakrom i može uzrokovati njegov nedostatak. Višak Mo u preživača uzrokuje kronične proljeve a dolazi i do pada proizvodnje.

Fluor

Većina fluora u organizmu je u kostima i zubima i esencijalan je za njihov normalan rast i razvoj. Ima ga još u koži te štitnoj žlijezdi. Biljke imaju malo F jer ga slabo usvajaju a ima ga više u ribama i ribljem brašnu. Perad je tolerantnija na više F u hrani 300 mg/kg suhe tvari, a ovce do 100 mg/kg suhe tvari krme. Uzrok povećanih količina fluora u vodi i stočnoj hrani može biti industrijska prašina iz industrije stakla, aluminijske, željeza, cigle ili toplana i elektrana na uglj. Toksične doze fluora uzrokuju teške deformacije kostiju i zglobova, teškim kretanjem i ispadanjem zuba.

Olovo

Olovo spada u toksične mikroelemente. Stočna krma obično sadrži 1 – 5 mg/kg suhe tvari a životinje toleriraju 10 – 50 mg/kg. Olova u stočnoj hrani ima više u blizini puteva jer ispušni plinovi automobila imaju manje ili više olova (vrsta pogonskog goriva), zatim zagađenje uslijed industrijske prašine i otpadnih voda. Preživači su više izloženi trovanju olovom od

monogastričnih životinja s obzirom na korištenje voluminozne krme. Trovanje uzrokuje slab apetit, zastoj u rastu, malu mliječnost, anemiju i dr. Olovo koje se resorbira taloži se u kostima

Arsen

Smatra se esencijalnim mikroelementom ali važan je zbog mogućeg trovanja životinja ukoliko ga stočna hrana sadrži 6 – 8 puta iznad normalnih količina. Štetno djelovanje očituje se u remećenju aktivnosti više enzima, antagonističkog djelovanja na jod a time i remećenje funkcije štitnjače. Kontaminacija As nastupa od industrijske prašine, otpadnih voda i sredstava za zaštitu bilja i sjemena. Anorganski spojevi arsena su znatno otrovniji od organskih. Nekoliko organskih spojeva arsena su poznati kao stimulansi rasta svinja i peradi a aktivnost im slična na aktivnost antibiotika.

Kadmijum

Kadmijum (Cd) je vrlo otrovan za životinje. Onečišćenja industrije cinka, elektro industrije, akumulatora ili stabilizatora te pigmenata izazivaju porast koncentracije Cd u voluminoznoj krmi nekoliko desetina puta. Štetno djelovanje izraženo je posebno na bubrezima i testisima životinja. Otrovnost kadmijuma je povećana pri povećanju sadržaja cinka, željeza i kalcija u krmi.

Živa

Živa (Hg) ima raširenu primjenu u poljoprivredi i industriji. Živa inhibira aktivnost nekih enzima a akumulira se u lizozomima unutar stanica organizma i razara ih. Živa u organizam životinje može ući konzumiranjem hrane ili udisanjem. Nagomilavanje žive u organizmu odvija se u bubregu, jetri, koži, dlaci, zubima i plućima. Trovanje živom izaziva nekrozu bubrega i smrt životinje. Trovanje stoke može biti ako se stoka hrani sjemenom žitarica koje je tretirano fungicidima na bazi žive. Biljke i životinje odnosno njihovi proizvodi mogu imati povišenu koncentraciju žive ako su rasle ili su hranjene blizu mjesta kontaminiranih živom.

1.7. Probavljivost krmiva

Organizam životinje nije u stanju iskoristiti sve količine konzumiranih hranjivih sirovih tvari iz hrane već samo jedan dio. Tijekom probave hrane odvijaju se procesi cijepanja sirovih hranjivih tvari (ugljikohidrata, proteina i masti) do oblika u kome mogu biti resorbirani od strane probavnog trakta životinje. Neprobavljeni dio izbacuje se iz tijela u vidu izmeta (fecesa), a s ovim neprobavljenim tvarima izbacuju se i ostaci želučanih i crijevnih sokova, sluzi, epitelne stanice iz crijeva i dijelom mikroorganizmi. Organizam resorbira veće ili manje količine hranjivih tvari, zavisno od osobina probavnog sustava, kvalitete krme, vrste i starosti životinje i dr.

Probavljivost krmiva i njegovih komponenti izražava se koeficijentom probavljivosti, koji se izražava u postocima. Koeficijent probavljivosti hranjivih tvari se računa tako da se utvrdi količina hranjivih tvari u obroku pomoću kemijskih analitičkih metoda, kao i njihov sadržaj u izmetu. Razlika između utvrđene količine hranjivih tvari u obroku i izmetu predstavlja

količinu hranjivih tvari koju je organizam iskoristio. Ako se ova količina izrazi u postocima ukupne količine hranjive tvari u obroku životinje, dobije se koeficijent probavljivosti hranjivih tvari. Razlika između utvrđenog kemijskog sastava unijete hrane-obroka i kemijskog sastava izmeta predstavlja broj koji pokazuje probavljivost hranjivih tvari.

Probavljivost hrane se utvrđuje posebnim pokusima. Pri ovim ogledima potrebno je točno utvrditi količinu hrane koju životinja pojede i količinu izmeta koju životinja izbaci kao ne probavljenu od te pojedene hrane. Primjenom metoda kemijske analize potrebno je utvrditi količinu pojedinih hranjivih tvari u hrani koju životinja jede, a isto tako i u izmetu. Da bi bili sigurni da izmet koji se kontrolira potječe od datog obroka, životinje na kojima se vrši ispitivanje probavljivosti hrane se trebaju pripremiti tako da se izvjesno vrijeme prije daje životinjama hrana koja će se ispitivati, a ujedno i da se ona navikne na konzumiranje te hrane u obroku, a probavni organi oslobode ostataka hrane iz prethodnih obroka. U ovome pripremnom periodu, u kome se životinje navikavaju na obroke koji će biti ispitivani, ne rade se mjerenja i ne uzimaju uzorci za kemijsku analizu. Dužina pripremnog perioda zavisi od vrste životinja na kojima se rade ogledi probavljivosti. Pripremini period u nepreživača traje najmanje 7 dana, a preživača ne manje od 10 dana. Pokusni period nastavlja se na pripremini i traje od 5 – 7 dana. U pokusnom periodu se vrše mjerenja hrane u obrocima i izmetu te uzimaju uzorci za kemijsku analizu.

Tablica 3. Primjer utvrđivanja probavljivosti hranjivih tvari u 0,8 kg livadskog sijena u ishrani ovna (Bahtijarević, 1982.):

	Suha tvar	organska tvar	dušične tvari	mast	NET	vlaknina
U krmivu g	704,6	664,0	70,53	12,33	347,9	233,3
U izmetu g	301,7	280,2	31,80	8,40	157,9	82,1
Probavljeno g	402,9	383,8	38,73	3,93	190,0	151,2
Koef.probav..%	57,2	57,8	54,9	31,9	54,6	64,8

U primjeru za utvrđivanje probavljivosti hranjivih tvari koeficijent probavljivosti za, npr. mast (31,9 %) dobije se:

$$\frac{3,93 \times 100}{12,33}$$

Iz primjera je vidljivo da je u 0,8 kg sijena bilo ukupno probavljeno 38,73 g proteina (dušičnih tvari), 3,93 g masti, 190.0 g nedušičnih ekstraktivnih tvari (NET) i 151,2 g vlaknine (celuloze i dr), odnosno ukupno je probavljivih hranjivih tvari bilo 383,8 g a KP (koeficijent probavljivosti) je 57,8%.

Druga mogućnost utvrđivanja koeficijenta probavljivosti je metoda indikatora. Kao indikator služe tvari koje su neprobavljive i ne mogu se resorbirati (Cr_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_3). Stupanj probavljivosti – koeficijent probavljivosti izračuna se na osnovu koncentracije indikatora u hrani i izmetu. Pri ovoj metodi nije potrebno sakupljati sve količine hrane i izmeta, već se uzima reprezentativni uzorak.

$$K.P=100-\left(\frac{\%indikatora\ u\ hrani}{\%indikatora\ u\ izmetu}\times\frac{\%hranive\ tvari\ u\ izmetu}{\%hranjive\ tvari\ u\ hrani}\times100\right)$$

Utvrđivanje probavljivosti hrane otežava činjenica da se u probavni sustav izlučuju i tvari koje su već bile probavljene i resorbirane (probavni sokovi), što umanjuje stvarni stupanj ili koeficijent probavljivosti. Ove razlike su utvrđene kod minerala (fosfora).

Pokusi na živim životinjama kod određivanja probavljivosti često se zamjenjuju enzimskim laboratorijskim metodama koje simuliraju procese varenja. Enzimatske metode su znatno lakše. Prosječna probavljivost proteina u koncentriranim krmivima za domaće životinje može se dobiti na osnovu prijemčljivosti proteina na inkubaciju sa pepsinom i klorovodičnu kiselinu. U umjetnom buragu korištenjem *in vitro* fermentacije probavljivost krmiva za preživače se može dosta točno odrediti. Postupkom se vrši inkubacija uzorka krmiva sa tečnim sadržajem buraga u anaerobnim uvjetima. Koristi se puferni rastvor kao medij koji simulira pljuvačku u buragu. Vrijeme fermentacije iznosi oko 48 sati, na kraju se mjeri preostala suha tvar, probavljena celuloza, proizvedeni plinovi i hlapljive masne kiseline. Tilley – Terry sustav je više prihvaćen, a on se odvija u dva stadija. Prvi stadij traje 48 sati probave sa mikroorganizmima buraga a zatim slijedi drugi stadij od 48 sati probave sa pepsinom i klorovodičnom kiselinom.

Koristan postupak za mjerenje obima probave je tehnika kesica. Uzorci osušenog krmiva stavljaju se u kese od neprobavljivog materijala (najlon ili prirodna svila), koje se zatim unose u burag životinje kroz napravljenu fistulu. Obim probave mjeri se na osnovu gubitaka suhe tvari iz uzorka krmiva nakon određenog perioda inkubacije od 12, 24, 36, 48 i 72 sata, cit. Jovanović i sur (2000.).

Najvažniji čimbenik koji bitno utječe na probavljivost nekog krmiva je sadržaj sirove vlaknine (celuloze) u suhoj tvari. Što je sadržaj sirovih vlakana u hrani viši to je manja probavljivost te hrane. Na koeficijent probavljivosti ima utjecaj i sastav obroka (manjak proteina ili drugih hranjiva), način pripreme hrane (sjeckanje, mljevenje, peletiranje, termička obrada i dr). Ako životinje imaju probavnih smetnji (proljevi), smanjen je koeficijent probavljivosti te hrane i njenih komponenti.

Koeficijent probavljivosti ima veliko praktično značenje. Kapacitet konzumiranja hrane u životinje je ograničen, a ako su potrebe u hranjivim tvarima visoke uslijed visoke proizvodnje, tada se životinjske potrebe mogu podmiriti davanjem hrane veće probavljivosti, odnosno veće koncentracije hranjivih tvari. Uzdržne potrebe krava u energiji mogu se podmiriti hranom koja ima koeficijent probavljivosti 50 %, a kravama koje daju uz to 10 kg , 20 kg i 30 kg mlijeka koeficijent probavljivosti organske tvari u obroku treba biti najmanje 66 %, 74 % i 80 %.

U hranidbi domaćih životinja bitno je pratiti odnos probavljivih proteina prema ostalim probavljivim hranjivim tvarima.

Ovaj odnos je Kellner nazvao hranidbeni odnos. Odnos između probavljivih proteina i ostalih probavljivih tvari (probavljiva mast x 2,25, probavljivi NET, probavljiva vlakna) u omjeru 1: 6 nazvao je uskim, od 1: 6 – 1: 8 srednjim, a odnos veći od 1: 8 nazvao je širokim odnosom. 2,25 je čimbenik kojim se množi probavljiva mast jer ona ima 2,25 puta više energije od ostalih hranjivih komponenti.

Hranidbeni odnos se računa po obrascu:

$$\frac{\text{probavljiva mast} \times 2,25 + \text{probavljivi NET} + \text{probavljiva vlakna}}{\text{probavljivi protein}}$$

U prethodnom primjeru hranidbeni odnos je $\frac{8}{1}$, odnosno srednji.

$$\frac{3,93 \times 2,25 + 190 + 151,29}{38,7}$$

Postoji još nekoliko metoda u primjeni kojima se utvrđuje probavljivost krmiva: metoda diferencije, in vitro metoda i semi- laboratorijska metoda.

1.7.1. Hranjiva vrijednost krmiva

Hranjiva vrijednost krmiva početkom 19. stoljeća bila je prvenstveno usmjerena na ispitivanja kakvoće sijena i pašnjaka jer su ova krmiva bila osnova u hranidbi preživača. Ocjenjivanje je vršeno na bazi vrijednosti osrednjeg livadnog sijena i njegove produktivne vrijednosti u hranidbi goveda. Vršena je usporedba sijena s drugim krmivima kako bi se dobio isti proizvodni rezultat u ishrani goveda. Ovo je bio prvi konkretni način utvrđivanja vrijednosti stočne hrane. Razvojem analitičke kemije utvrđene su pojedine hranjive tvari, njihova probavljivost i drugi elementi u ishrani životinja.

U praksi se primjenjuje nekoliko sustava za utvrđivanje hranjive vrijednosti stočne hrane. Svaki od sustava ima za polazište životinju i njene potrebe u energiji i različitim hranjivim tvarima, izbor krmiva koji životinja može konzumirati te da se njima mogu zadovoljiti potrebe. Potrebe životinja i hranjiva vrijednost krmiva trebaju biti izraženi u istim jedinicama. Energetska vrijednost krmiva može se izraziti kao ukupna ili bruto energija, probavljiva energija, metabolička energija i neto energija. U hranidbi preživača koriste se sustavi zasnovani na neto energiji, a za hranidbu svinja i peradi sustavi su zasnovani na probavljivoj ili metaboličkoj energiji.

Metabolička energija nastaje kao posljedica daljeg korištenja probavljive energije u organizmu životinje, uslijed čega dolazi do njenog umanjenja za gubitak koji nastaje u mokraći i plinovima.

Neto energija je najjednostavnija za ocjenu energetske vrijednosti krmiva jer su u njoj uračunati svi gubici koji nastaju pri iskorištavanju ukupne energije hrane u organizmu. Neto energija nastaje umanjenjem metaboličke energije za toplinsku energiju oslobođenu prilikom probave hrane (oslobođena toplinska energija tijekom fermentacije u predželucima, žvakanja hrane, peristaltike probavnih organa i dr), te u metaboličkim procesima tijekom sinteze proteina, masti i ugljikohidrata životinjskih proizvoda. Dio ove toplinske energije oslobođene tijekom probave i mijene tvari može se koristiti za održavanje stalne tjelesne temperature. Krmiva sadrže više neto energije za podmirenje uzdržnih potreba nego za produktivne potrebe.

Utvrđivanje energetske vrijednosti probavljivih hranjivih tvari, je energija resorbiranih produkata probave ugljikohidrata, proteina i masti, a naziva se probavljiva energija.

Ukupna probavljiva hranjiva tvar je jedinica za ocjenjivanje energetske vrijednosti stočne hrane na osnovu sadržaja probavljive energije, a jedinica je 1 kg TDN (Total Digestible Nutrients). TDN jedinica se koristi za normiranje energetskih potreba za goveda i svinje u SAD i Kanadi.

$$TDN \% = \% \text{ prob. protein} + \text{prob. vlaknina} + \text{prob. NET} + \text{prob. mast} \times 2,25$$

Količina probavljivih hranjivih tvari u krmivima je međusobno različita. Skupina krmiva koja sadrže malo probavljivih tvari nazivaju se voluminozna krmiva, a preostala tvar je balast. U sočnim i zelenim krmivima najviše balasta čini voda, a mali dio neprobavljive tvari, dok kod suhih voluminoznih krmiva balast čine najviše neprobavljivi dio sirovih vlakana (celuloza, hemiceluloza, lignin) i ostale neprobavljive tvari.

Krepka ili koncentrirana krmiva sadrže velike količine probavljivih hranjivih tvari, a količina balasta je mala.

Energetsku vrijednost stočne hrane se najrealnije izražava u obliku neto energije.

Za izražavanje neto energetske vrijednosti koristimo neto energetske jedinice: škrobna (Kellnerova) jedinica, ječmena jedinica, zobena jedinica, a ima i drugih koje se manje koriste u praksi.

Škrobna vrijednost krmiva – škrobna jedinica

Ocjenjivanje krmiva prema njihovom produktivnom djelovanju u prirastu volova uveo je Kellner (1851 – 1911.). Kellner je na osnovu bilance dušika i ugljika utvrđivao količinu prirasta u obliku masti ostvarenu davanjem pojedinih čistih hranjivih tvari (škroba, proteina i ulja) u pokusima s volovima iznad njihovih uzdržnih potreba. Uzdržne (osnovne) potrebe su ona količina hrane koju životinja pojede, a pri čemu se ne mijenja njena tjelesna težina.

Pokusima je Kellner došao do produktivne neto energetske vrijednosti pojedinih hranjivih tvari. Dodajući čiste hranjive tvari uzdržnom obroku odraslih volova, dobio je slijedeće rezultate u prirastu masti.

Dodavanje 1 kg:	prob. škroba	prob. proteina	prob. masti	prob. šećera
Prirast masti u g:	248	235	274 – 598	188
Škrobni ekvivalent	1	0.94	1,91- 2,41	0,76

Kellner je označio proizvodnju masti iz 1 kg škroba kao škrobnu jedinicu. Znači da je prirast od 248 g masti iz 1 kg škroba ravan jednoj škrobnoj jedinici, a vrijednosti prirasta ishranom ostalim hranjivim tvarima (proteinima, mastima i šećerima) preračunavao na škrobnu jedinicu pomoću škrobnog ekvivalenta.

Izračun škrobnog ekvivalenta je jednostavan, prirast masti od 1 kg proteina je 235 g škrobni ekvivalent je 0,94, odnosno (235 : 248) jer se od 1 kg probavljivog proteina dobije manji prirast nego od 1 kg škroba (248 g). Od 1 kg šećera se dobije manji prirast (188 g), nego od škroba, a škrobni ekvivalent je 0,76. Masti imaju viši prirast od škroba i iznosi 1,91 za probavljivu mast iz voluminozne hrane, 2,12 za mast iz žitarica i 2,41 za mast iz uljarica i životinjske masti.

Škrobnu jedinicu definiramo kao neto energetsku vrijednost 1 kg probavljivog škroba. Kellner je škrobnu vrijednost odredio za manji broj krmiva, dok je za druga krmiva određivao

računski na osnovu probavljivih hranjivih tvari i navedenih škrobnih vrijednosti. Uspoređujući produktivno djelovanje kemijski čistih tvari (proteina, masti i ugljikohidrata) s djelovanjem tvari pojedinih krmiva, utvrdio je da se kod mnogih krmiva rezultati o škrobnoj vrijednosti podudaraju s rezultatima kemijski čistih tvari, ali i da ima znatnih razlika. Proizvodnim rezultatima čistih hranjivih tvari najbliži su proizvodni učinci uljanih pogača stoga je i ova krmiva Kellner nazvao krmivima pune vrijednosti, a ona imaju vrijedonosni broj (koeficijent pune vrijednosti) 100.

Vrijedonosni broj za neka krmiva:

Kukuruz zrno	100
Zob zrno	95
Ječam zrno	99
Krumpir	100
Stočna repa	72
Riblje brašno	100
Mlijeko	100
Pšenične mekinje	78

Tablica 4. Primjer izračunavanja škrobnih jedinica u krmivima (Kalivoda, 1986.): ječam – zrno.

Sir. hranj. tvari. %	KP %	% prob. tvari.	šrobni ekvivalent	šrobna vrijednost.
Protein	9,4	77	7,2 x 0,94	= 6,8
Mast	2,1	44	0,9 x 2,12	= 1,9
NET	67,8	89	60,3 x 1,0	= 60,3
Vlaknina	3,9	12	0,5 x 1,0	= 0,5
Ukupno:				69,5

Koeficijent pune vrijednosti za ječam je 99.

Korigirana škrobna vrijednost za ječam je 68,8 (69,5x 99/100)

Znači 100 kg zrna ječma daje isti proizvodni učinak kao 68,8 kg škroba, odnosno 100 kg ječma sadrži 68,8 ŠJ (škrobnih jedinica).

Voluminozna krmiva imaju veći postotak sirovih vlakana (celuloze). To su zelena krma, sijeno, slame, a pljeve imaju značajnija odstupanja od njihovog teoretskog očekivanog produktivnog učinka.

Za obračun fiziološke škrobne vrijednosti voluminoznih krmiva koristimo teoretsku škrobnu vrijednost umanjenu za odgovarajuću škrobnu vrijednost, zavisno od postotka sirovih vlakana u tom krmivu.

<u>Količina sirove vlaknine u krmivu %</u>	<u>za svaki % sirove vlaknine odbija se</u>
4 - 6	0,29 škrobnih jedinica
6 – 8	0,34 škrobnih jedinica
8 – 10	0,38 škrobnih jedinica
10 – 12	0,43 škrobnih jedinica
12 – 14	0,48 škrobnih jedinica
14 – 16	0,53 škrobnih jedinica
16 i više	0,58 škrobnih jedinica

Škrobna jedinica služi uglavnom u hranidbi preživača i kopitara u Njemačkoj, Velikoj Britaniji i dr.

Ječmena jedinica (JJ) je neto energetska vrijednost 1 kg ječma. Sadrži 70 % škrobne jedinice, a koristi se u skandinavskim zemljama. Osnovna razlika ove JJ u odnosu na škrobnu vrijednost je da se postojeći škrobni ekvivalent za bjelančevine 0,94 zamjeni s ekvivalentom 1,43. Ovo povećanje proizlazi iz toga što se bjelančevine bolje koriste kod mladih goveda i muznih krava nego kod odraslih volova. Ostatak postupka je isti kao kod izračuna škrobne vrijednosti.

Zobena (ZJ) ili hranidbena jedinica (HJ) ili krmna jedinica (KJ) je neto energetska vrijednost 1 kg zobi. Zasniva se na škrobnoj vrijednosti zobi i sadržava 60 % škrobne jedinice. Primjenjuje se u hranidbi preživača i kopitara u istočno-europskim zemljama i na našim prostorima.

Međusobni odnos vrijednosti energetske jedinice:

	<u>ŠJ</u>	<u>TDN</u>	<u>JJ</u>	<u>ZJ(HJ)</u>	<u>Neto energija u KJ- kcal</u>
1 ŠJ	1,00	1,01	1,43	1,66	9.881 (2360)
1 kg TDN	0,99	1,00	1,41	1,63	
1 JJ	0,70	0,71	1,00	1,17	6.908 (1650)
1 ZJ (HJ)	0,60	0,61	0,86	1,00	5.940 (1420)

Novije jedinice energetske vrijednosti krmiva

Točno određivanje energetske vrijednosti hrane važno je za sastavljanje dnevnih obroka za životinje, kako za rast, proizvodnju mlijeka, jaja i drugih proizvodnih svojstava životinja. Većina europskih zemalja ima svoje sustave procjene energetske vrijednosti krmiva i energetske potrebe životinja. U hranidbi preživača, svinja i peradi postoji nekoliko sustava koji se temelje na procjeni neto energije, probavljive energije i metaboličke energije. Za perad se najviše koristi sustav na bazi metaboličke energije.

Iskorištavanje energije u različitim vrsta životinja (% od unesene energije)

<u>Vrsta domaćih životinja</u>	<u>goveda</u>	<u>svinje</u>	<u>perad</u>
<u>Ukupna ili bruto energija (BE) %</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>
Unesena energija organske tvari hrane			
<u>Energija fecesa (izmeta) (Ef)</u>	30	18	20
- neprobavljena hrana			
nerazgrađeni mikrobi			
izlučevine			

- oljuštene stanice epitela			
Probavljiva energija (PE)= BE – Ef	70	82	80
Energija urina (Eu)	4,6	3,0	4,4
Energija plinova (Ep)	6,4	0,3	
Metabolička energija (ME)	59,0	78,7	75,7
ME = PE – (Eu + Ep)			
Toplina oslobođena probavom i metabolizmom (Et)	36	20,5	20
Neto energija (NE)	23	58,2	55,7
NE = ME – Et			

A. Neto energija za održavanje

- bazalni metabolizam
- potrošnja hrane i vode
- izlučivanje otpada
- fizičke aktivnosti

B. Neto energija za proizvodnju

- energija u proizvodima
- toplina oslobođena pri proizvodnji

Starije metode procjene energetske vrijednosti krmiva temelje se na kemijskom sastavu i probavljivosti hranjivih tvari (Kellnerov škrobni ekvivalent). Nove se metode i perspektivne metode temelje na regresijskim odnosima s kemijskim sastavom ili na modelima probave i metabolizma hranjivih tvari.

Ukupna ili bruto energija

Bruto energija nekog krmiva je ukupna energija koju posjeduje, a do njene vrijednosti se dolazi spaljivanjem krmiva u kalorimetru ili računskim putem na osnovi sadržaja hranjivih tvari i pripadajućih toplinskih koeficijenata.

Jedna težinska jedinica (g) bjelancevine i ugljikohidrata daju 4,1 cal bruto energije, a mast 2,25 puta više. Formula za bruto energiju izraženu u kalorijama izgleda:

$$BE = (\text{sir. prot.} + (\text{sir. mast} \times 2,25) + \text{sir. ugljikohidrati}) \times 4,1$$

Nehring je u novijem pristupu sa ciljem točnijeg izračunavanja bruto energije krmiva zavisno od vrste krmiva predložio regresivne jednadžbe koje također polaze od sadržaja sirovih hranjivih tvari u krmivu.

$$\text{Zelena krmiva } Y \text{ (kcal)} = 5,29 z_1 + 9,49 z_2 + 5,05 z_3 + 4,14 z_4 \pm 0,55 \%$$

$$\text{Voluminozna krmiva } Y \text{ (kcal)} = 5,58 z_1 + 9,50 z_2 + 5,05 z_3 + 4,01 z_4 \pm 0,60 \%$$

$$\text{Koncentrirana krmiva } Y \text{ (kcal)} = 5,67 z_1 + 9,50 z_2 + 5,26 z_3 + 4,16 z_4 \pm 0,82 \%$$

z_1 = sirove bjelancevine u g, z_2 = sirova mast u g, z_3 = sirova vlakna u g, z_4 = sirovi NET u g.
Ako se dobivena vrijednost želi pretvoriti u džule, tada se množi sa faktorom 4,184

Formula za izračun bruto energetske vrijednosti sirovih hranjivih tvari prema DLG, 1995, (cit Grbeša, 2004.) glasi:

$$BE \text{ (MJ/kg)} = 0,0239 \times g \text{ SB} + 0,0398 \times g \text{ SM} + 0,0201 \times g \text{ SV} + 0,0175 \times g \text{ NET}$$

Probavljiva energija (PE)

Životinje nisu u stanju iskoristiti svu bruto energiju krmiva, već samo jedan njen dio vezan u organskoj tvari pojedene hrane. Dio bruto energije koju životinja konzumira izluči se putem izmeta. Probavljiva energija predstavlja resorbiranu količinu ukupne energije iz probavnog sustava preko hranjivih tvari. Izmet životinje sadrži probavne sokove, epitelne stanice i mikroorganizme koji vrše fermentaciju hranjivih tvari u debelom crijevu, gdje je resorpcija umanjena, određuje se prividna, a ne stvarna PE. Količina ovih endogenih izlučevina je relativno mala, oni se zanemaruju i ova prividna PE se koristi kao stvarna.

Energiju probavljivih hranjivih tvari moguće je izračunati na osnovu podataka o kemijskom sastavu hrane, koeficijentima probavljivosti i energetske vrijednosti pojedinih hranjivih tvari.

Nehring za izračun probavljive energije predlaže regresivnu jednadžbu, na osnovu sadržaja probavljivih hranjivih tvari izraženog u gramima.

$$\text{Goveda } Y(\text{kcal}) = 5,32x_1 + 8,18x_2 + 3,13x_3 + 4,31x_4 \pm 2,5 \%$$

$$\text{Ovce } Y(\text{kcal}) = 5,39x_1 + 9,36x_2 + 3,36x_3 + 4,24x_4 \pm 1,2 \%$$

$$\text{Svinje } Y(\text{kcal}) = 5,39x_1 + 8,91x_2 + 4,15x_3 + 4,19x_4 \pm 1,5 \%$$

x_1 = prob. bjelančevine, x_2 = prob.masti, x_3 = prob. vlakna, x_4 = prob. NET

Kada se energetska vrijednost želi izraziti u kilodžulima, dobivenu vrijednost u kcal množimo s 4,184

Metabolička energija (ME)

Daljim iskorištavanjem probavljive energije u organizmu životinje dolazi do njenog umanjjenja za gubitak energije u mokraći i plinovima.

Metaboličku energiju je moguće utvrditi kroz provođenje pokusa te računskim putem. Izračun računskim putem se radi tako da se probavljiva energija množi s određenim koeficijentom. Koeficijent je postotak vrijednosti umanjene probavljive energije za gubitke mokraće i plinova. Ovi gubici zavise od vrste životinje i tipa probave te kod preživača iznose prosječno 18 %, a kod svinje oko 5 %. Formula za ovaj izračun glasi:

$$\text{ME (kcal) za preživače} = \text{PE} \times 0,82$$

$$\text{ME (kcal) za svinje} = \text{PE} \times 0,95$$

Drugi način neizravnog računanja sadržaja ME je preko Nehringovih regresivnih jednadžbi, a one su razrađene zavisno od vrste životinje.

$$\text{Goveda } Y(\text{kcal}) = 4,32x_1 + 7,73x_2 + 3,59x_3 + 3,63x_4 \pm 1,3 \%$$

$$\text{Svinje } Y(\text{kcal}) = 5,01x_1 + 8,93x_2 + 3,44x_3 + 4,08x_4 \pm 1,3 \%$$

$$\text{Perad } Y(\text{kcal}) = 4,26x_1 + 9,50x_2 + 4,23x_3 + 4,25x_4 \pm 3,2 \%$$

x1= prob. bjelančevine u g, x2 = prob. masti u g, x3 = prob. vlakna u g, x4 = prob.NET u g.
Vrijednosti izračunate u kcal pretvoriti u kJ množenjem sa 4,184

Neto energija (NE)

Neto energija je ostatak od metaboličke energije umanjen za gubitke energije nastale u probavi hrane i gubitaka toplinske energije. Preostalu neto energiju organizam životinje koristi za obavljanje osnovnih funkcija organizma i za sintezu svojih proizvoda. Količina neto energije u nekom krmivu može se određivati pokusima na životinjama, ali se može odrediti i uz pomoć regresivnih jednadžbi za pojedine vrste životinja. Osnovu ovoj metodi predstavlja stupanj iskorištenja hrane na prirast energije kod odraslih goveda u tovu. Različita energetska vrijednost neto energije krmiva zavisna je od stupnja iskorištenja krmiva kod pojedinih vrsta životinja.

Formule za izračun neto energije u kcal:

$$\text{Govedo Y (kcal)} = 1,71x_1 + 7,52x_2 + 2,01x_3 + 2,01x_4$$

$$\text{Svinje Y (kcal)} = 1,97x_1 + 8,10x_2 + 2,96x_3 + 2,15x_4$$

$$\text{Perad Y (kcal)} = 2,59x_1 + 8,36x_2 + 1,50x_3 + 3,03x_4$$

X1- prob. bjelančevine, x2 – prob.masti, x3 – prob.vlakna, x4 – prob.NET u gramima. Za pretvaranje rezultata sadržaja NE iz kcal u kJ, dobivenu vrijednost množimo s 4,184.

Neto energija mlijeka - NEL i neto energija mesa - NEM

Prisutna je zamjerka postojećim praktičnim jedinicama zbog jednostranog računanja energetske vrijednosti krmiva izražene kroz njihovu produktivnu vrijednost u prirastu masti odnosno tovu životinje, pri čemu su zapostavljene druge proizvodnje životinje. Poznata je stvar da jedno te isto krmivo može imati različitu količinu NE ovisno o njoj namjeni u organizmu i potrebi koje podmiruje. Učinak iskorištenja ME hrane u tijelu se kreće 10 – 80 %, u zavisnosti, ista energija iz krmiva organizmu za uzdržne potrebe, tov, rad ili proizvodnju mlijeka. Na osnovi novijih spoznaja u procjeni hranjive vrijednosti stočne hrane uvedeni su novi sustavi ocjene hranjive vrijednosti stočne hrane koji se temelje na neto energiji krmiva. Kao jedinica je uzet 1 MJ – megadžul. Ovaj sustav ocjene prihvaćen je u većini Zapadno-europskih zemalja i SAD, a i na prostoru Jugoistočne Europe. Energetska vrijednost krmiva u hranidbi preživača izražava se kroz dvije jedinice NEL i NEM.

NEL – neto energija mlijeka, jedinica u proizvodnji mlijeka te za sve ženske rasplodne životinje i one namijenjene remontu stada, odlučeni pomladak.

NEL predstavlja 1 MJ neto energije u laktaciji, tjelesne mase krave od 550 kg, mliječnosti 15 kg/dan i masnoće mlijeka od 4 %.

NEM neto energija mesa je jedinica za tov i muški pomladak. Predstavlja 1 MJ neto energije mesa u slučaju kada je razina dnevnog obroka veća za 1,5 puta, odnosno 50 % veća od uzdržnih potreba životinje.

Definicije pokazuju da ove dvije jedinice obračunate za potrebe u intenzivnoj proizvodnji, ali su normativi i preporuke u proizvodnji prilagođeni i intenzitetu proizvodnje te specifičnim potrebama, kao što su reproduktivni prirast i variranja tjelesne mase rasplodnih životinja.

Procjena vrijednosti stočne hrane izražene u NEL i NEM vrši se na osnovu sadržaja ME u krmivima i koeficijenta njenog iskorištavanja u proizvodnji mlijeka (kl) i proizvodnji mesa (kmf).

$$NEL = kl \times ME$$

$$NEM = kmf \times ME$$

Koeficijenti iskorištenja ME u proizvodnji mlijeka i u tovu se izračunavaju preko formula:

$$kl = 0,6 (1 + 0,004 (q - 57) \times 0,9752$$

$$kmf = \frac{0,006 + 0,0078 q}{\frac{-0,548 + 0,00493 q}{(0,554 + 0,00278 q) \times 1,5} + 1}$$

$$q \text{ (metaboličnost energije) se izračunava} \quad q\% = \frac{ME}{UE} \times 100$$

Sadržaj ukupne energije (UE) i metaboličke energije (ME) može se procijeniti na slijedeći način. Za procjenu hranjive vrijednosti stočne hrane potrebno je raspolagati podacima o probavljivosti hranjivih tvari i podacima o kemijskom sastavu krmiva.

$$\begin{aligned} UE, ME/kg ST &= 0,02414 \times \text{sir. protein u g} \\ &+ 0,03657 \times \text{sir. mast u g} \\ &+ 0,02092 \times \text{sir. vlaknina u g} \\ &+ 0,01699 \times \text{BET u g} \\ &- 0,00063 \times \text{šećeri u g} \end{aligned}$$

1 - Korekcija za šećere radi se u slučajevima kada u suhoj tvari krmiva ima više od 8 % šećera.

$$\begin{aligned} ME, MJ/kg ST &= 0,01715 \text{ (ili } 0,01590) \times \text{prob. protein u g} \\ &+ 0,03766 \times \text{probavljiva mast u g} \\ &+ 0,0138 \times \text{probavljiva vlaknina u g} \\ &+ 0,01464 \times \text{probavljivi NET u g} \\ &- 0,00063 \times \text{šećeri u g} \end{aligned}$$

2 – prva vrijednost je koeficijent probavljivosti kod goveda, a druga je vrijednost koeficijent probavljivosti kod ovaca.

Primjer: Izračunavanje NEL i NEM jedinica u zrnu kukuruza koji u 1kg/ST sadrži g.

$$\begin{array}{llll} \text{Sir.proteina} & 92,045 & \rightarrow & 92,045 \times 0,62 = 57,067 \\ \text{Sir.masti} & 42,045 & & 42,045 \times 0,87 = 36,579 \\ \text{Sir.vlaknine} & 30,681 & & 30,681 \times 0,68 = 20,863 \\ \text{Sir.NET} & 820,454 & & 820,454 \times 0,93 = 763,022 \end{array}$$

$$\begin{aligned} BE, MJ/kg ST &= 0,02424 \times 92,045 = 2,221 \\ &+ 0,03657 \times 42,045 = 1,537 \\ &+ 0,02092 \times 30,681 = 0,641 \\ &+ 0,01699 \times 820,45 = 13,930 \\ &= 18,339 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ME, MJ/kg ST} &= 0,01715 \times 57,069 = 0,978 \\
 &+ 0,03766 \times 36,579 = 1,377 \\
 &+ 0,0138 \times 20,863 = 0,287 \\
 &+ 0,01464 \times 763,02 = 11,170 \\
 &\underline{- 0,00063 \times 17,00 = 0,011} \\
 &= 13,802
 \end{aligned}$$

$$q \% = 13,802/18,339 \times 100 = 75$$

$$kl = 0,6 (1 + 0,004 (75 - 57)) \times 0,9753 = 0,627$$

$$kmf = \frac{0,006 + 0,0078 q}{\frac{-0,548 + 0,00493 q}{(0,554 + 0,00278 q) \times 1,5} + 1}$$

$$kmf = 0,678$$

$$\text{NEL} = 13,802 \times 0,627 = 8,65 \text{ u 1kg ST zrna kukuruza}$$

$$\text{NEM} = 13,802 \times 0,678 = 9,35 \text{ u 1kg ST zrna kukuruza}$$

2. Krmiva

Krmiva su proizvodi biljnog, životinjskog i mineralnog porijekla koja se koriste u hranidbi domaćih životinja, a sadrže hranjive tvari potrebne za život i proizvodnju. Pri tome ne smiju štetno djelovati na zdravlje životinja (Popov.).

Krmiva možemo podijeliti prema porijeklu odakle potiču na biljna, životinjska (animalna) i mineralna.

Podjela krmiva na voluminozna i koncentrirana (krepka) potječe od sadržaja hranjivih tvari u njima.

Prema načinu proizvodnje krmiva dijelimo na prirodna (proizvedena u ratarstvu) i industrijska ili umjetna.

Kakvoću krmiva određuju sadržaj hranjivih tvari i koeficijent probavljivosti.

Kakvoća krmiva zavisi od vrste kulture, kakvoći tla na kome rastu za prirodna i od sirovine i tehnologije za umjetna krmiva.

Voluminozna krmiva imaju mali sadržaj probavljivih hranjivih tvari sa znatnim učešćem neiskoristivih sastojaka – balasta.

Ako je balast pretežito sastavljen od fiziološke vezane vode ili dodane vode u krmivu to su sočna ili vodenasta krmiva, a ako je balast od suhe tvari (uglavnom sirove vlaknine), to su suha voluminozna krmiva.

Koncentrirana ili krepka krmiva uglavnom su sastavljena od probavljivih hranjivih tvari. Prema većinskoj hranjivoj tvari koju sadrže dijelimo ih na ugljikohidratna i proteinska, a ovoj skupini se mogu dodati i sporedni proizvodi prehrambene industrije.

Osim voluminoznih i koncentriranih krmiva u krmiva se ubrajaju i vitaminski dodaci, mineralni dodaci i različiti aditivi (antibiotici, probiotici, aromatici, pigmenti i dr).

2.1. Voluminozna krmiva

Voluminozna krma je osnovna komponenta ishrane preživača i kopitara s obzirom na građu njihovog probavnog trakta, a znatno manje služi u ishrani svinja, kunića i peradi. Voluminozna krmiva pretežito se proizvode na oranicama, sjetvom leguminoza, trava i djetelinsko- travnih smjesa ili se dobivaju korištenjem prirodnih pašnjaka i livada.

Voluminozna krmiva su biljni materijal u svježem, osušenom ili siliranom stanju, namijenjen za ishranu stoke. Voluminozna krmiva u suhoj tvari imaju prosječno više od 18 % sirovih vlakana, koja su u određenoj količini potrebna za motoriku predželudaca. Imaju manje energije od krepkih krmiva i probavljivost im je manja zbog sadržaja lignina koji je vezan s hemicelulozom u staničnim zidovima biljnih tkiva. Voluminozna krma ima veći sadržaj kalcija, kalija i mikroelemenata od većine krepkih krmiva, a sadržaj fosfora je manji. Sadržaj proteina varira u velikoj mjeri zavisno od vrste te leguminoze mogu imati do 20 % sirovih proteina (od kojih 1/3 može biti u obliku NPN spojeva), a slame 3–4 %. Leguminoze su dobar izvor vitamina B skupine, a većina voluminozne krme ima više liposolubilnih vitamina od koncentriranih krmiva.

2.1.1 Zelena krmiva

U ovu skupinu spadaju krmiva koja sadrže 75 – 85 %, vode a stoci se daju u zelenom svježem stanju.

Paša s livada i pašnjaka, krmno bilje s oranica je ukusna i sočna krma kojom preživaci i kopitari mogu podmiriti znatan dio hranidbenih potreba, dok svinje i perad manjim dijelom. Stoka ovu zelenu krmu može koristiti putem paše ili njenom kosidbom od strane čovjeka, koji je dostavlja u jasje stoci. Ova hrana se koristi tijekom vegetacije kada biljke rastu, a ujedno su bogate hranjivim tvarima jer tada imaju nježnu stabljiku, list i cvijet.

Livade su travne površine koje se prvenstveno kose za kosidbu zelene mase u cilju spremanja sijena i sjenaže, a tek se mjestimično koriste za ispašu nakon kosidbe (1 – 2 puta godišnje) ako ima dovoljno biljnog porasta.

Pašnjaci su travne površine koje isključivo služe za ispašu stoke. Oni su najstariji vid poljoprivrednih površina. Tendencija je da se stalno poboljšavaju, odnosno da im se poveća produktivnost i kvaliteta krme.

Pašom se mogu osigurati dovoljne količine proteina ili ih imati u suvišku sve dok traje rast biljaka tijekom godine. Ako je paša prezrela ili suha, ne može zadovoljiti potrebe preživaca u proteinu za veću proizvodnju te za mlada grla. Energetske potrebe iz paše se ne mogu zadovoljiti za visoku mliječnost krava i tovnje junadi, ali za visok dnevni prirast janjadi mogu zadovoljiti.

Paša dobre kakvoće i dovoljne količine u hranidbi preživaca ima prednost jer smanjuje troškove hranidbe. Životinje je uzimaju same, a nema gubitaka iz biljke, osim toga potrebno je manje dodatnih krmiva u ishrani, a posebno proteinskog dodatka i žitarica. Paša omogućava i traži kretanje životinje na otvorenom, što je važno za rasplodna grla, manji su financijski zahtjevi za izgradnju štalskog prostora, a treba manje stručnog znanja nego za uzgoj u zatvorenim objektima. Za dovoljno paše po grlu treba imati i dovoljno pašnjačkih površina i ako su ove površine nisko produktivne, stoka velik dio vremena i energije potroši na pronalaženje dovoljno paše. Hranidbena vrijednost biljaka koje se koriste u paši zavisi i od tla na kome rastu. Ako je tlo siromašno mineralima i biljke imaju manje mineralnih tvari, a time i eventualni deficit u ishrani stoke.

Mlade zelene biljke imaju bolju probavljivost celuloze i veću energetska vrijednost, računajući na suhu tvar, jer im celuloza još nije toliko impregnirana ligninom kao kod starijih i zrelih biljaka.

Paša sadrži 70 – 80 % vode, 1,5 – 3 % probavljivog proteina, 0,7 – 1 % sirove masti, 9 – 10 % NET-a, 3,5 – 7 % sirovih vlakana i 2 – 2,7 % mineralnih tvari, a energetske vrijednosti 0,10 – 0,15 ŠJ. Paša ima malo vitamina D i natrija. Zbog deficita Na životinjama na paši treba davati NaCl. Paša ima više Ca nego P. Uporabom gnojiva koji sadrže fosfor donekle se može povećati i koncentracija P u paši. Karotena u paši ima dovoljno (50 – 100 mg/kg zelene mase), ali što je biljka starija, karoten se smanjuje te ga zrele biljke imaju vrlo malo i nedovoljno za potrebe životinja. Ovo je naročito izraženo u sušnim godinama i sušnim krajevima tijekom ljeta.

Trava livada u vrijeme kosidbe za sijeno sadrži 67 – 70 % vode, 1,8 – 2,5 % probavljivih proteina, 10 – 14 % NET-a, 2 % minerala i 8 – 10 % sirovih vlakana. Usporedbom hranidbenog sastava paše i livadne trave uočljivo je da paša ima više proteina i minerala, a manje NET-a i sirovih vlakana. Probavljivost hranjivih tvari u livadnoj travi za kosidbu je manja. Vrijednost paše i livadnih trava je različita, a zavisi od nekoliko čimbenika: botaničkog sastava, starosti biljaka, tla na kome rastu, klime i gnojidbe.

Botanički sastav pašnjaka i livada je značajan za kakvoću biljnog materijala. Na prirodnim pašnjacima i livadama zastupljeno je na stotine biljnih vrsta koje čine jedan sustav, a možemo ih podijeliti na nekoliko skupina: trave, leguminoze i zeljaste biljke

Trave je lako raspoznati jer imaju okruglu i šuplju vlat s jasno izraženim koljencima. Od trave s pašnjaka i livada su najpoznatije (Bahtijarević, 1982.):

Pašnjaci	livade
<u>dobre trave</u>	<u>dobre trave</u>
<i>poa pratensis</i> – vlasnjača livadna	sve dobre trave s pašnjaka
<i>festuca rubra</i> – vlasulja crvena	krestac, rana pahovka
<i>lolium perenne</i> – engleski ljulj	
<i>festuca pratensis</i> – vlasulja livadna	srednje dobre trave:
<i>phelum pratense</i> – mačji repak	<i>bromus erectis</i> – stoklasa uspravna
<i>alopecurus pratensis</i> – lisičji repak	<i>brizza media</i> – preslica obična
<i>dactylis glomerata</i> – ježevica	<i>cynodon dactylon</i> – zubača
	<i>poa alpina</i> – vlasnjača alpska
srednje dobre trave:	
<i>cynosurus cristati</i> – krestac	slabe trave:
<i>agrostis alba</i> – rosulja bijela	
slabe trave:	<i>festuca pungena</i> – vlasulja oštra
<i>agrostis vulgaris</i> – rosulja obična	<i>nardus stricta</i> - tvrdača
	<i>deschapsia cespitosa</i> - busika

Leguminoze se razlikuju od drugih biljaka po specifičnom izgledu lista i cvijeta, a najčešće su zastupljene:

<u>dobre leguminoze</u>	<u>korisne zeljanice</u>
<i>medicago falcata</i> – lucerna žuta	<i>carum carvi</i> – žabnjaci
<i>lotus corniculatus</i> – smiljkita	<i>plantago lanceolata</i> – trputac ličasti
<i>lathyrus pratensis</i> – graholika livadna	<i>taraxacum officinalis</i> - maslačak
<i>medicago lupulina</i> – lucerna hmeljasta	<i>leontodon automnalis</i> – lavlji zub
<i>trifolium hybridum</i> – hibridna djetelina	
<i>trifolium pratense</i> – djetelina crvena	otrovno zeljasto bilje:
<i>trifolium repens</i> – bijela djetelina	
srednje dobre leguminoze:	<i>colchicum auctumnale</i> - mrazovac
	<i>equisetum palustre</i> – preslica močvarna
<i>onobryhis viciaefolia</i> – esparzeta	vrste <i>ranunculus</i> - žabnjaci
<i>trifolium montanum</i> – djetelina brdska	<i>euphorbia</i> vrste - mlječiike
<i>vicia</i> – grahorice	<i>senetio jacobea</i> - kostriš
<i>trifolium minus</i> – djetelina sitna	<i>gardamine pratensis</i> – režuha
	<i>veratrum album</i> – čemerika bijela

Zeljaste biljke (zeljanice) u sastavu pašnjaka i livada čine većinom korovi. Zeljaste biljke su većinom male hranidbene vrijednosti. Neke su neukusne pa ih stoka slabo jede, što im ujedno omogućava širenje, a neke su i otrovne. Prisustvo zeljastih biljaka nije poželjno i stoga livade i pašnjake treba stalno kultivirati da bude što manje zeljastih biljaka i šaševa (kiselih trava), a što više dobrih trava i leguminoza.

Šaševi se nazivaju i kiselim travama jer najčešće uspijevaju na kiselim i močvarnim tlima. Njihova stabljika nema koljenca, a na presjeku je trokutasta.

Stabljika je ispunjena srčikom i obrasla sitnim bodljama. Od šaševa su najpoznatiji lisičji šaš – *carex vulpina*, dlakavi šaš – *carex hirta* i bijeli šaš – *carex graticilis*.

Hranidbena vrijednost paše i livadnih trava je bolja ako je zastupljenost leguminoza viša. Leguminoze su ukusnije i bogatije sa hranjivim tvarima.

Trave (*graminnee*) spadaju u višegodišnje vlataste trave i čine osnovnu zelenu masu prirodnih i umjetnih pašnjaka i livada. Smjese trava i leguminoza daju izvrsnu hranu za preživače. Trave, kojih na nekom pašnjaku ili livadi može biti zastupljeno od 20 pa i više od 200 vrsta, dijele se na visoke, srednje i niske trave. Sve trave ne podnose jednako gaženje i ispašu, a za ispašu su najbolje niske trave, dok visoke brže propadaju i budu ugušene od drugih biljaka koje imaju veću regenerativnu sposobnost. Tijekom sazrijevanja trave prolaze slijedeće faze: mliječnu, voštanu, punu zrelost i prezrelost. List je najhranjiviji dio trava.

Leguminoze u sklopu pašnjaka i livada vidno povećavaju hranjivu vrijednost. Na njima češće rastu višegodišnje, a rijetko jednogodišnje leguminoze. Leguminoze akumuliraju dušik iz zraka, kojeg kvržične bakterije na korijenu vežu i time obogaćuju biljku dušičnim tvarima, a ujedno i tlo na kome rastu. Važnost leguminoza na pašnjaku je što imaju nešto drugačiji slijed sazrijevanja od trava, tako da njihovi pašnjaci tijekom ljeta ostaju duže zeleni. Također postoji i opasnost pojave nadutosti kod preživača ako naglo pojedu veću količinu svježe zelene krme, a najosjetljiviji su na leguminoze.

Kisele trave pripadaju uglavnom porodici šaševa, sitova i rogoza i nekim drugim vrstama. Kisele trave imaju grubo i oštro lišće te više celuloze nego trave. Često sadrže salicijumoksid i kalijoksalat, uslijed čega su manje probavljive, a utječu nepovoljno i na probavljivost drugih biljaka koje se nalaze u biljnoj masi koju stoka eventualno konzumira. Neke od kiselih trava mogu izazvati i oštećenja organa za probavu i gubice i stoga ih stoka oprezno jede. Neke vrste šaševa utječu nepovoljno na kakvoću mlijeka i mliječnih proizvoda, a neke i na smanjenu sekreciju mlijeka u vimenu. Konji, ovce i koze radije konzumiraju kisele trave od goveda.

Tablica 4. Kemijski sastav izražen u % suhe tvari (Bahtijarević, 1982.):

Skupine biljaka	sirovi protein	sirova vlaknina	NET	pepeo	Ca	P
trave	9,4	35,6	45,0	6,9	0,47	0,20
leguminoze	16,9	21,1	40,9	7,9	1,56	0,27
zeljaste korisne biljke	13,3	22,2	49,6	11,2	1,64	0,30

Svaka od ovih skupina ima znatnu vrijednost koja zavisi od sastava hranjivih tvari, probavljivosti i nekih dijetetskih osobina.

Trave sadrže manje proteina i mineralnih tvari, a dosta sirovih vlakana. S druge strane, nezamjenjive su zbog ukusa, sadržaja NET-a i visoke rodnosti i probavljivosti.

Leguminoze imaju najviše proteina, dosta Ca, a manje sirovih vlakana.

Zeljasto bilje ima dosta proteina, minerala i NET-a, ali nedostatak njihov je što ih stoka nerado jede jer su neukusne.

Paša različite starosti sadržava različitu količinu hranjivih tvari.

Tablica 5 . Kemijski sastav paše prema Klappu (u % suhe tvari):

	u starosti od 10 dana	u starosti od 60 dana
sirovi protein	28,0	11,8
sirove masti	4,0	3,5
sirova vlaknina	17,6	29,5
NET	38,0	45,0
Pepeo (minerali)	11,6	8,7
Ca	0,9	0,65
P	0,5	0,34
K ₂ O	4,36	3,45

Starenjem biljaka povećava se količina sirovih vlakana i mlade biljke u suhoj tvari imaju je oko 15 %, do 27 – 30 % u travi za košnju. Povećanjem sadržaja celuloze u biljci i lignina smanjuje se koeficijent probavljivosti, a smanjuje se i sadržaj minerala i vitamina u biljci.

Suviše mlada paša u hranidbi preživača nije najpovoljnija jer ima puno vode, a premalo sirovih vlakana, što može uzrokovati proljeve. Osim toga manji je ukupan prinos pašnjaka te prinos ukupnih hranjivih tvari jer ima malo suhe tvari i malu energetska vrijednost. Preporučuje se korištenje pašnjaka i livada kada imaju najpovoljniji kemijski sastav, prinos zelene mase i dijetetska svojstva. Za pašnjake je to period kada biljke narastu 12 – 20 cm visine odnosno kad prevlada zastupljenost lišća nad stabljikama, a za livade kada su biljke u fazi butonizacije, odnosno neposredno pred cvjetanje.

Osim prirodnih pašnjaka i livada, pozornost treba obratiti i na što veću zastupljenost umjetnih livada i pašnjaka jer se prinos uvelike povećava. Prinos pašnjaka i livada uvelike varira, što zavisi od botaničkog sastava, tla, klimatskih uvjeta, gnojidbe i iskorištavanja od strane stoke ispašom ili košnjom. Prinos podrazumijeva količinu proizvedene zelene mase u kg/ha. Može se iskazati i u različitim energetske jedinica, količini proteina i kg suhe tvari. Ima više načina za određivanje prinosa zelene mase na pašnjaku, ali nijedan nije u potpunosti točan jer zavisi od više čimbenika (vrste stoke koja ga pase, dinamike prinosa fazi vegetacije i dr). Prinos najčešće utvrđujemo kosidbom probnih parcela veličine 10 – 20 m² i mjerenjem težine zelene mase ili mjerenjem proizvodnje mlijeka i mesa stoke koja se hrani na tome pašnjaku.

Regenerativna sposobnost trave je različita iz mjeseca u mjesec, a uvjetuje je vrsta trave, vlaga, temperatura, tlo i dr. Za optimalnu regeneraciju trave u našim prilikama potrebno je barem 50 l/m² vode mjesečno u fazi vegetacije. Trave izrastu do iste visine u svibnju za 2 – 3 tjedna, lipnju oko 3, srpnju 3 – 4, kolovozu 4 – 5 i rujnu do 6 tjedana. Predugo zadržavanje stoke na pašnjaku otežava njenu regeneraciju.

U zemljama zapadne Europe smatraju povoljnim prinosom pašnjaka ako on daje s 1 ha do 3000 ŠJ, dobrim 4000 ŠJ, vrlo dobrim 5000 ŠJ, izvrsnim 6000 ŠJ i više.

Kod nas su prinosi daleko manji, a tek rijetki kultivirani pašnjaci mogu se svrstati u ovu skalu prinosa ŠJ.

Gnojidba pašnjaka i livada

Gnojidba pašnjaka i livada je nužna kako bi se održala proizvodnja zelene mase koja se koristi pašom, kosidbom ili kombinirano. Plodnost tla zavisi od sadržaja biogenih elemenata i organskih tvari u tlu (humus), te koncentracije tekuće faze i reakcija tla. Biogeni elementi (K, Ca, P, H,O,N,C,Mg) i mrtve organske tvari čine kompleks od kojih zavisi veličina uroda i kemijski sastav biljnog materijala. Ako u tlu ima nedovoljno biogenih elemenata, a posebno

minerala, biljke koje rastu na tome tlu, a služe za hranidbu, imaju i manje minerala (ili pojedinih) što se nepovoljno odražava na produktivnost i zdravlje životinja. Najveći broj dobrih trava raste na tlu slabo kiselog i neutralnog pH. Pašom ili kosidbom sijena iz tla se iznose određene količine hranjivih tvari, koje za održavanje dobrih prinosa i idućih sezona i godina treba vratiti u tlo.

50 mc sijena iz tla izvlači (Bahtijarević, 1982.): N – 80 kg , P₂O₄ – 32 kg , K₂O – 100 kg i Ca – 50 kg.

Za gnojidbu se može koristiti organsko i mineralno gnojivo. Utjecaj gnojidbe na prinos biljaka ogleda se u poboljšanju plodnosti tla, kemijskog sastava biljaka, povećanju prinosa i popravci botaničkog sastava.

Pozitivno djelovanje gnojidbe na povećanje prinosa i botaničkog sastava zavisi i od toga je li tlo manje ili više siromašno i iscrpljeno te kojim gnojivima i njihovim količinama se gnojidba vrši.

U pokusima se uspjelo povećati prinos travnjaka za 81 % gnojidbom NPK mineralnim gnojem, NPK mineralni + stajnjak povećava za 100 %, a sam stajnjak gnojidbom povećava prinos za oko 50 %.

Izmjena botaničkog sastava dijelom se može popraviti pravilnom gnojidbom, a popravak se zasniva na potrebama pojedinih biljnih vrsta za biogenim elementima.

Tablica 6. Promjena udjela biljnih vrsta gnojidbom pašnjaka (Klapp):

	Negnojeno	NPK	stajnjak	stajnjak + NPK
Trave %	48	66	48	70
Leguminoze %	13	8	27	10
Zeljaste biljke %	39	26	25	20

Iz tablice 6. je vidljivo da se pravilnom gnojidbom dijelom izmjenjuje biljni sastav u korist trava i leguminoza, a smanjuje zastupljenost zeljastih biljaka - korova.

U našim brdsko- planinskim područjima se kao način gnojidbe primjenjuje i torenje. Torenje se odvija tako da stoka (ovce) nekoliko noći za redom provede u ograđenom prostoru gdje izbacuje izmet i mokraću, a nakon toga se tor pomjeri do ovog već nagojenog mjesta ili drugdje. Stoka koja inače pase na pašnjaku ili nakon kosidbe pase na livadi (kad biljke ponovno porastu) ostavlja za sobom izmet koji treba rasturiti, a čiji se utjecaj vidi na porastu biljaka sljedećih mjeseci.

Pašnjaci se mogu koristiti napasivanjem koje je trajno ili korištenjem pregona ili kao livade za kosidbu i pašu (zavisno od prinosa, dostupnosti korištenju i dr).

Kontinuirana paša je najstariji način, stoka slobodno hoda po čitavom pašnjaku i pase što hoće ili što ima. Ovaj način nije racionalan iz razloga što stoka prvo popase najukusnije bilje, a ostaje neukusno, nekorisno i štetno ako ga ima. Ovaj način omogućuje širenje nepoželjnog bilja da izraste i eventualno baci sjeme te se time širi.

Pregonska ili rotacijska ispaša je dobar način korištenja pašnjaka jer se pašnjak podijeli na nekoliko proizvodno jednakih dijelova razdvojeni pregradama (žicom, letvama, električnim pastirima), gdje se popasuje dio po dio, odnosno pregon po pregon. U pregonskoj ispaši vodi se briga o regenerativnoj sposobnosti trava, potrebama stoke za hranjivim tvarima, ugaženosti tla i biljka od strane stoke i gnojidbi.

Organiziranje pregonske ili rotacione ispaše zahtijeva i poznavanje prinosa pašnjaka, broja pregona, veličinu pregona, opterećenje pregona, način korištenja pregona i ograđivanje pregona.

Broj pregona treba stoci osigurati dovoljno kvalitetne voluminozne zelene krme za 1 –3 dana. Broj pregona uvjetuje regeneracijska sposobnost trava i broj dana ispaše na pregonu što računamo koristeći formulu:

Broj pregona je: broj dana potrebnih za regeneraciju trave / broj dana zadržavanja na paši + 1

Veličina pregona je: broj grla x broj dana zadržavanja x dnevne potrebe po grlu kg / prinos zelene mase u kg po ha / broj turnusa

Dnevne potrebe zelene mase po grlu iznose 3 – 4 % suhe tvari /100 kg tjelesne mase. Na ovaj način jedno uvjetno grlo (500 kg) dnevno konzumira 15 – 20 kg suhe tvari, a obzirom na sadržaj suhe tvari u zelenoj masi pašnjaka, uvjetno grlo konzumira dnevno 30 – 100 kg zelene mase ili prosječno 70 kg.

Broj turnusa je: broj dana dužine vegetacijskog perioda / broj dana potrebitih za regeneraciju biljaka.

Broj turnusa predstavlja broj koliko puta se ispaša može ponoviti na jednom pregonu tijekom vegetacije.

Opterećenje pregona je: prinos zelene mase u kg po 1 ha u turnusu / broj dana zadržavanja x dnevna količina zelene mase po grlu stoke.

Pašnjak dobre kvalitete i prinosa može osigurati proizvodnju mlijeka po danu 10 – 15 kg /kravi ili dnevni prirast od 0,8 kg za tovnu junad. Za višu proizvodnju treba dodavati koncentrirana krmiva ili smjese.

Pregonski pašnjaci mogu se i kositi ako ima dovoljno pregona, prinosa zelene mase i ako konfiguracija terena to dozvoljava. Treba naglasiti da nakon svake kosidbe ili ispaše pregona iste treba gnojiti i po mogućnosti natapati – navodnjavati jer se samo tako mogu očekivati visoki prinosi zelene mase i sijena. Ove zahvate treba nastojati prakticirati posebice na umjetno zasijanim livadama i pašnjacima.

Osim prirodnih pašnjaka i livada, za intenzivniju proizvodnju preživača koriste se sve više i umjetno zasijani pašnjaci i livade. Oni se zasijavaju sličnim agrotehničkim zahvatima kao i jednogodišnje kulture s oranica, a zasijava se kombinacija trava i leguminoza. Ako zasijavamo pašnjak koji ćemo kositi za spremanje sijena i pašu, zasijavamo veći broj vrsta trava i leguminoza (6 – 8), a ako imamo namjeru korištenja samo za spremanje sijena, sijemo 2 – 5 vrsta.

Prinosi zelene mase sa zasijanih livada i pašnjaka u odnosu na negnojene prirodne daju i do 10 puta više travne mase, a u odnosu na prirodne gnojene livade i pašnjake 2 – 5 puta. Prinosi sijena mogu se kretati s ovih zasijanih površina, uz osigurane druge uvjete, od 70 – 80 mc/ha sijena ili 250 – 300 mc/ha zelene mase pa do 130 – 150 mc/ha sijena, odnosno do 600 mc/ha zelene mase.

Dobro je kombinirati ispašu goveda i ovaca, prvo goveda, a iza njih ovce, iz razloga što goveda otkidaju biljke 1– 2 cm iznad tla pa se one brzo regeneriraju, dok ovce pasu selektivno i odgrizaju samo meke dijelove biljaka, a ostavljaju gole stabljike ako su one više, što otežava regeneraciju.

2.1.1.1 Trave (*Gramineae*)

Trave svojom brojnošću vrsta i prisutnošću u biljnom pokrivaču predstavljaju važan čimbenik biosfere u oživljavanju Zemljinog kopna. Svojim žiličastim korjenskim sustavom i vrlo različitim načinima bokorenja (sposobnost da formiraju nove izdanke stabla i korijena) brojnih vrsta čine tlo vezanim i ujedno zaštićenim od nepovoljnog djelovanja erozije. Trave sudjeluju u stvaranju i popravljaju tla i njegovih fizičkih, kemijskih i bioloških osobina. Trave su kao višegodišnje biljke sposobne uspješno proizvesti organsku tvar u gustim sklopovima više godina uzastopno što isključuje svakogodišnju obradu i veća ulaganja. Primjena poljoprivredne tehnike je lakša i ekonomičnija nego kod uzgajanja njivskih usjeva, a posebice na nekim tipovima tla, a trave su pogodnije za korištenje zemljišnih prostora i pri nepovoljnim vremenski uvjetima, nego kulture s njiva. Mogu se podijeliti na više grupa, a s praktičnog značaja prema vremenu prispjeća za korištenje dijele se na: rane trave, srednje trave (ovdje spada najveći broj najkvalitetnijih i najrodnijih) i kasne trave.

Prema kvaliteti vegetativne mase za stočnu hranu dijelimo ih na: trave odlične kvalitete krmne mase, trave vrlo dobre kvalitete, trave dobre kvalitete, trave slabe kvalitete i trave loše kvalitete za stočnu hranu. Podjela trava prema kvaliteti je izvršena na osnovu kemijskog sastava i hranjive vrijednosti u tehnološki pogodnoj fazi razvoja za korištenje. Postoji veliki broj trava koji se nalaze u sastavu prirodnih livada i pašnjaka, ali manji broj se zasijava kao višegodišnji usjev sam ili češće u kombinaciji sa drugim travama i leguminozama, koje daju odličnu krmu za ispašu, zelenu masu, sijeno ili siliranje i spremanje sjenaže.

Mačji repak (*Phleum pratense*) je odlične kvalitete pogodna za zelenu stočnu krmu, sijeno i siliranje. Više odgovara za livade nego pašnjake jer gaženje teže podnosi, pašu osrednje a košnju dobro. Uzgajana u čistoj kulturi daje visoke prinose 35 – 50 t/ha zelene mase, sijena 8,5 – 13 t/ha s 14 – 15 % sirovih proteina. Ova trava traži dosta vlage, slabije podnosi sušu, a mraz dosta dobro. Pogoduju joj glinovita tla, a pjeskovita ne. Uspješno se uzgaja u smjesi sa crvenom i hibridnom djetelinom. Kasno dospjeva za košnju i najbolje ju je kositi u fazi izrastanja metlice iz vršnog rukavca.

Klupčasta oštrica – ježevica (*Dactylis glomerata*) daje krmu odlične kvalitete s prinosom i preko 100 t/ha zelene mase, a sijena 8 – 15 t/ha s 12 – 14 % sirovih proteina. Dobro podnosi mrazeve, sušu osrednje, zahtjevi za tlom nisu veliki, a odlično podnosi sjenu (voćari je u svijetu zasijavaju međuredno u voćkama). Živi 4 – 6 godina, pun razvoj dostiže u drugoj godini. U uvjetima bez natapanja daje do tri otkosa, a navodnjavanjem i gnojdbom i pet otkosa. Klupčasta oštrica je pogodna komponenta za travnjačke smjese i livade. Pašu i kosidbu dobro podnosi. Kositi je treba u fazi izbijanja metlica.

Francuski ljulj - rana pahovka (*Arrhenatherum elatius L*) pripada skupini dobrih trava. Ima dobru hranjivu vrijednost, ali sadrži amigdalín, gorku tvar pa je stoka katkada slabije jede u zelenom stanju, a sušenjem se ova gorka tvar dosta izgubi. Ne pokriva dobro zemlju, uspjeva na svim tlima, dobro podnosi mraz a plavljenje ne podnosi. Kosidbu dobro podnosi gaženje slabo ako je sam u kulturi, dok je u smjesama manje osjetljiv. Daje dva do tri otkosa i prinose od 45 – 60 t/ha.

Sijeno sadrži 13 – 14 % sirovih proteina. Kosi se u fazi metličanja jer kasnije u cvatnji kvaliteta brzo opada. Francuski ljulj naraste do 1,5 metara visine.

Zlatnožuta zobika (*Trisetum flavescens* L) je niža od francuskog ljulja, a dobro uspijeva na većini tala i otporna je na sušu i mraz. Živi dugo, 8 – 10 godina bogata je lisnom masom, srednje dobra trava. Odlična je u smjesama i dobro podnosi pašu, gaženje, kosidbu. Prinos sijena pod dobrim uvjetima može iznositi 7 – 8 t/ha i sirovih proteina 14 % u sijenu.

Bezosa stoklasa (*Bromus inermis* Leyss) pripada skupini srednje dobrih trava. Gradi dobru ledinu i pogodna je za livade podložne eroziji, otporna je prema suši i mrazu. Dobro podnosi plavljenje i različita tla. Planine i visoki tereni joj ne odgovaraju. Živi dugo, 10 – 12 godina, daje dva do tri otkosa zelene mase (45 – 50 t/ha), a sijena 9 – 10 t/ha, a katkada sa sadržajem sirovih proteina do 16 %. U smjesi sa drugim travama sijeno je odlično, a odlična je u smjesi sa lucernom i crvenom djetelinom, a u sušnijim krajevima sa smiljkitom.

Livadska vlasulja (*Festuca pratensis* Huds) je dugotrajna trava, otporna na mraz, a sušu slabije podnosi. Podnosi dobro plavljenje. Odgovaraju joj teža i plodnija tla, odlična protiv erozije jer dobro pokriva tlo. Odlična za kosidbu, ispašu, a gaženje dobro podnosi. Kosidba je najbolja kada izbaci cvat, a hranjivu vrijednost ne mjenja brzo. Prinos zelene mase je 45 – 50 t/ha, sijena 9 – 12 t/ha odlične kakvoće s 16 – 17 % sirovog proteina.

Vlasulja crvena (*Festuca rubra*) pripada srednje dobrim travama. Podnosi mraz, sušu slabije i naklonjena je vlažnijoj klimi. Prema tlima nije izbirljiva. Dobra je za pašnjake na nagibima i travnjake za rekreaciju. Stvara trajan i stabilan bus, odlična protiv erozije. Dobro podnosi pašu, košnju i gaženje. Može se kositi 2 – 3 puta tijekom vegetacije u povoljnim prilikama. Daje prinos zelene mase oko 30 t/ha srednje kakvoće.

Lisičji repak (*Alopecurus pratensis* L) cvjeta najranije od trava, već krajem travnja i prvih dana svibnja dok sazrijeva krajem svibnja. Otporan na mraz, sušu slabo podnosi. Traži dosta vlage i podnosi plavljenje i preko 60 dana. Dobra trava za travnjake u vlažnim područjima, bolje mu odgovaraju teža glinovita i plodnija tla. Uz dobru njegu i gnojidbu može dati 3 – 4 otkosa. Prinos zelene mase može se kretati 45 – 50 t/ha, a sijena 11 – 12 t/ha sa sadržajem sirovih proteina oko 16 %. Dobro podnosi ispašu, gaženje i kosidbu.

Vlasnjača livadna (*Poa pratensis*) najbolje pokriva zemlju zbog specifičnog načina bokorenja. Dugotrajna je, dobro podnosi mraz, a sušu slabije. Pri dugoj suši ljeti ona miruje u jesenjem kišnom periodu ponovno ozeleni. Uspijeva na većini naših tala, ali ako ima dovoljno vlage. Ova trava je osjetljiva na ispašu jer je njezin korijenski sustav plitak i može doći do prorjeđivanja i čupanja, a u smjesi s drugim travama znatno manje. Prinos zelene mase kreće se oko 30 t/ha, sijena 6 – 7 t, koje je odlične kvalitete.

Bijela rosulja (*Agrostis alba*) je visoka trava srednje kvalitete. Sušu slabo podnosi, traži više vlage, a mraz odlično podnosi. Dobra za tla izložena eroziji, stvara trajnu i stabilnu ledinu. Manje se preporuča za pašnjake, a više za livade. U smjesama se dodaje 8 – 10 %. Sijeno je srednje kakvoće prinosa 6 – 7 t/ha.

Talijanski ljulj (*Lolium italicum*) je vrlo dinamičan u razvoju. Živi kratko, svega 2 – 3 godine. Raspolaze najjačom sposobnošću kompeticije prema drugim vrstama, posebice u prvoj godini života kad jako potiskuje druge vrste.

Sušu ne podnosi i traži stalno vlagu, ali ne plavljenje. Osjetljiv je na mraz i golomrazice. Najbolje uspijeva na dubokim rastresitim plodnim i vlažnim tlima. U proljeće rano kreće i može se ranije koristiti za krmu. U dobrim uvjetima daje 4 – 5 otkosa. U smjesama se koristi s lucernom i crvenom djetelinom. U kratkoročnim smjesama se dodaje 18 – 20 %, u ostalim do

8 %. Kositi ga ne treba nisko, gaženje dobro podnosi, kosi se u fazi pred cvatnje. Prinos zelene mase do 60 t/ha, a sijena do 15 t/ha, međutim češće 8 – 10 t/ha, a sirovih proteina 17 – 18 % u sijenu. Odličan je za sijeno, zelenu masu i siliranje.

Engleski ili obični ljulj (*Lolium perenne*) je kvalitetna niska trava i najbolji je za pašnjake te za rekreativne terene i zaštitu tla od erozije. Golomrazice i sušu slabije podnosi. Ne podnosi plavljenje, ali navodnjavanje da. Slabo uspijeva na pjeskovitim i šljunkovitim tlima. U uvjetima blage i vlažne klime, gdje nema snijega i jakih mrazeva koristi se cijele godine jer zapravo stalno raste (Engleska). Ako se sije u smjesama, tada je njegov udio do 20 %. Ne ogrubi brzo i kosi se kada klasa. Prinosi su kod nas oko 30 t/ha zelene mase, a u Engleskoj uz optimalne uvijete i do 60 t/ha zelene mase. U suhoj tvari ima do 19 % sirovih proteina povoljnog aminokiselinskog sastava, što se posebno dobro pokazalo kod kvalitete vune ovaca. U našim prilikama u proljeće rano kreće, a završava vegetaciju u kasnu jesen. Odlično se regenerira i podnosi gaženje stoke i mehanizacije. Godišnje se može koristiti pašom ili košnjom 6 – 8 puta.

Djetelinsko – travne smjese

Na oranicama, djeteliništima ili travnjacima koji se mogu preorati i ponovno pripremiti za sjetvu sve više se zasijavaju djetelinsko- travne smjese (DTS). U smjesi trava i djetelina (leguminoza) koja je namijenjena za proizvodnju sijena, udio trava iznosi 10 – 30 %, a ako je namjena zelene mase DTS-a za ishranu stoke u zelenom stanju ili siliranje udio trava se poveća na 20 – 50 % kako bi se povećao sadržaj ugljikohidrata u krmi i postotak suhe tvari. Smjesa trava i djetelina namijenjena korištenju pašom ili kosidbom i pašom sadrže najmanje 40 % trava onih koji dobro podnose ispašu što vrijedi i za leguminoze. Bijela djetelina je prikladna za ovu smjesu, na suhim i siromašnim tlima smiljkita, dok lucerna ide manje u smjesu jer prevladava ispaša nad košnjom. Pri kombiniranju sastava DTS treba voditi brigu i o vremenu dospijeca pojedinih vrsta i sorti trava i leguminoza za kosidbu, odnosno ujednačenosti prispijeca, zatim prodornosti pojedinih vrsta jer prodornije vrste mogu potisnuti manje prodorne vrste biljaka. Bitan čimbenik je vlažnost tla i padaline na površinama pod DTS, jer neke vrste trebaju više vlage za dobre prinose. Sljedeći čimbenik je tip i kvaliteta tla koje se zasijava sjemenom trava i leguminoza. Nekim vrstama odgovara više teško glinovito tlo dok nekim lakša tla. Posebnu pažnju treba posvetiti i kiselosti i alkalnosti pojedinih tala. Djetelinsko-travne smjese s obzirom na dužinu iskorištavanja dijelimo na kratkotrajne i dugotrajne smjese. Kratkotrajne smjese čine trave i leguminoze prodornijih vrsta i velikog proizvodnog potencijala koriste se 1- 2 godine. Dugotrajne DTS se koriste nekoliko godina, a udio kratkotrajnih vrsta je do 20 % ako je važan prinos već u prvoj godini. Višegodišnje smjese sastoje se od 3 – 5 komponenti, a za staništa pogodna za lucernu osim lucerne koristimo još 1 – 2 vrste trava.

2.1.1.2 Krmno bilje s oranica

Svrha proizvodnje krmnog bilja s oranica je intenzivnom obradom tla proizvesti što više kvalitetne zelene mase koja se kao takva daje stoci ili se suši ili silira. Krmne biljke se siju

kao glavni usjev ili kao među usjev. Ako se krmno bilje sije kao glavni usjev onda su to najčešće višegodišnje leguminoze, djetelinsko-travne smjese ili samo trave. Među usjev se zasijava kad skinemo glavni usjev i da tlo ne bi bilo neiskorišteno do drugog glavnog usjeva, ako nam klimatski i drugi čimbenici odgovaraju, zasijemo krmnu kulturu. Zasijavamo ih nakon žetve strnih žita, a koristimo iste jeseni (postrni) ili idućeg proljeća (ozimi među usjevi).

Krmno bilje s oranica koje se najviše koristi u ishrani stoke su leguminoze (lucerna, crvena djetelina, smiljkita, hibridna djetelina i grahorica), trave (mačji rep, klupčasta oštrica, talijanski ljulj i dr), zeleni kukuruz, zelene žitarice (prije zrenja), sirak, sudanska trava i dr. Sve ove kulture siju se same ili u kombinaciji s drugim kulturama.

Lucerna – *Medicago sativa*

Lucerna je višegodišnja krmna kultura (u narodu poznata kao sedmnjakinja) koja daje 3 – 5 otkosa s prinosom i preko 500 mc/ha zelene mase. Najbolje uspjeva na toplijim, ocjeditim tlima koja imaju dovoljno Ca, K i P. Jedna je od najboljih kultura za hranidbu biljojeda. Odlikuju je visoki i stabilni prinosi organske tvari. Zauzima najviše mjesto među krmnim biljem po sadržaju fosfora i kalcija. Sadrži u zelenoj masi i dobro spravljenom sijenu znatno i karotena kao izvora vitamina A, (67 – 95 mg/kg karotena u zelenoj masi). Osim toga, ima zastupljene značajno i ostale vitamine (B, C, D, E i K). Hranjiva vrijednost zelene lucerne iznosi 0,18 – 0,20 HJ /kg zelene mase, sijeno 0,48 – 0,62 HJ/kg, zavisno od faze starosti biljke. Sadržaj sirovih proteina i sirovih vlakana je u obrnutom odnosu. Sadržaj sirovih proteina je od 18 – 22 %, odnosno 12 – 14 % probavljivih proteina u suhoj tvari, zavisno od starosti biljke. Sadržaj aminokiselina i njihova zastupljenost, kako slobodnih tako i onih ugrađenih u proteine vrlo je povoljan u odnosu na druge krmne kulture. Lucerna ima vrlo dobro razvijen korijenski sustav na kome se nalaze kvržice u kojima bakterije vežu dušik, a time obogaćuju i biljku i tlo u kome rastu.

Lucernu koristimo u hranidbi stoke kao košenu zelenu masu, ispašom i konzerviranjem (sušenjem i siliranjem). Lucerna se koristi za ispašu ili kao košena zelena masa za biljojede i svinje, a koristi je i perad. Za pašu kao mlada zelena masa nije najpogodnija u čistoj kulturi zbog pojave nadutosti preživača jer se oslobađa više plinova u buragu koji izazivaju zastoj rada buraga te posljedice mogu biti brzo smrtonosne. Najbolja za pašu je kombinacija lucerne s višegodišnjim travama. Ovo također vrijedi i kod hranjenja iz jasala sa zelenom masom. Važan segment je i naviknutost mikroflore predželuca na konzumaciju zelene lucerne i drugih svježih zelenih krmiva. Kravama se daje dnevno 20 – 25 kg zelene lucerne, podmlatku goveda 5 – 20 kg, svinjama u tovu i rasplodu do 10 kg, a ovčama do 4 kg, a peradi po volji. Dobro je prije ispaše zelenom lucernom da stoka pojede sijeno jer konzumirana sirova vlakna iritiraju rad buraga i lakše izbacivanje stvorenih plinova iz buraga životinje. Smjese lucerne i trava za ispašu povoljno djeluju (DTS) na brzu regeneraciju biljaka, bolje izbalansiran obrok i manja opasnost od nadma. Lucerkina travna smjesa tijekom vegetacije se može pasti 3 - 5 puta, zavisno od prinosa i intenziteta obnove. Početak ispaše u proljeće početi ranije nego za košnju sijena (visina biljaka 20 – 25 cm).

Najpovoljniji razmak između dva turnusa ispaše od oko 35 dana. Zadnji turnus ispaše lucerne ili smjese lucerne i drugih trava i leguminoza treba završiti nekoliko dana iza pojave prvog mraza. Ispašu treba izbjegavati po rosi i vlažnom tlu zbog gaženja kultura.

Prinosi sijena lucerne zavise od više čimbenika, a prinosi se kod nas prosječno kreću oko 6400 kg/ha. U prvoj godini zasnivanja lucerišta prinos je manji jer se tek razvija korijenski sustav, a najbolji prinosi su druge i treće godine korištenja, a zatim idućih godina opadaju. Najveći prinosi su u prvom otkosu (izuzev godine zasnivanja) i iznose 40 – 55 %, zatim slijede drugi pa treći otkos. Lucerna u smjesi trava najbolje odgovara ježevici, bezosi vlasenu i talijanskom ljulju. Najbolje vrijeme kosidbe lucerne za sijeno je kada ima visok prinos,

dovoljno suhe tvari i visoku hranjivu vrijednost. Sadržaj proteina, kalcija i karotena je veći prije cvatnje lucerne pa je preporuka kositi je pred i početkom cvatnje. Prvi otkos lucerne, koji je ujedno i najizdašniji, katkada se teško konzervira – osuši za sijeno na tlu jer je nepovoljno doba godine kada ima češće kiše koja usporava i ometa sušenje zelene mase za razliku od drugog i trećeg otkosa.

Tablica 7. Sadržaj hranjivih tvari višegodišnjih leguminoza u početku cvjetanja biljaka u % suhe tvari (Ocokoljić, 1974.).

Vrsta	organska tvar	mineralna tvar	sirovi protein	sirova celuloza	nedušične ekstraktivne tvari
lucerna	87,96	12,04	20,54	31,22	32,63
crvena djetelina	91,28	8,72	16,60	27,00	45,60
smiljkita	92,60	7,40	17,00	24,40	49,60

Tablica 8. Sadržaj mineralnih tvari kod različitih vrsta leguminoza (Ocokoljić, 1974.).

vrsta	u % suhe tvari							mg/kg suhe tvari			
	P	Ca	Mg	Fe	K	S		Co	Cu	Mn	Zn
lucerna	0,26	1,73	0,32	0,02	1,77	0,36		0,13	13,7	51,8	17,0
crvena djetelina	0,24	1,41	0,40	0,03	1,97	0,64		0,15	9,5	83,8	17,4
smiljkita	0,38	1,94	0,26	0,02	1,69	0,34		0,19	14,8	53,2	17,6

Iz podataka o sadržaju mineralnih tvari vidi se da su leguminoze bogate kalcijem, magnezijem i kalijem, dok fosfora imaju u malim količinama.

Crvena djetelina – *Trifolium pratense*

Crvena djetelina je dosta raširena, kao i lucerna, a narod je zove i trećakinja po godinama trajanja. Višegodišnja je krmna kultura koja traži vlažnija i svježija tla, a osjetljivija je na sušu od lucerne. Udio lista u odnosu na stabljiku je 45 – 50 % i po hranjivoj vrijednosti dolazi iza lucerne.

Crvena djetelina ima manje proteina od lucerne i manje je biološke vrijednosti od lucerne, ima manje vitamina i kalcija, ali više bakra i kobalta od lucerne. Kao stočna hrana koristi se za ispašu, koju kao čista slabije podnosi i stoga je bolja u smjesi s travama, zatim kao košena zelena masa, sijeno, silirana i u obliku dehidriranog brašna crvene djeteline. Daje visoke prinose sijena 10 000 kg/ha, a energetske vrijednosti 0,47 HJ. Kosidba zelene mase za sijeno treba biti u vrijeme punog cvjetanja primarnih cvasti. Dobro se kombinira u djetelinsko-travnim smjesama s ježevicom, mačjim repom i bezosi vlasenom. Manje je opasna za pojavu nadutosti od lucerne.

Smiljkita - žuti zvjezdan – *Lotus corniculatus*

Svrstava se u grupu srednje dobrih leguminoza. Živi 6 - 7 godina. Uspjeva i na dobrim i slabijim tlima i visokim nadmorskim visinama. Odnosno, gdje lucerna i crvena djetelina ne

uspijevaju, preporuka je da se sije smiljkita. Odlično podnosi košnju i ispašu. Po hranjivoj vrijednosti slična je djetelinama, u doba cvatnje sadrži gorke tvari uslijed čega je stoka slabije jede, dok se sušenjem gorke tvari razlažu. Ne izaziva nadutost kod preživača. Sijeno je visoko kvalitetno s malo celuloze. Mlijeko krava ima dosta karotena te mliječni proizvodi maslac i vrhnje poprime krem boju.

Hibridna djetelina – *Trifolium hybridum*

Visokog je prinosa i dobre kakvoće, a skromnih zahtjeva za uvjetima uspijevanja. Pogodna za brdsko-planinska područja sa slabijim tlama i veće vlažnosti, veće nadmorske visine te otporna na niske temperature. Pogodna za pašnjake i livade. Prinosi su dobri, kao i kvaliteta zelene mase i sijena. Dobra je za zaštitu od erozije tla, a manje izaziva nadutost od lucerne. U početku vegetacije sadrži neke gorke tvari na koje se stoka brzo navikne i kasnije je rado konzumira.

Inkarnatska djetelina – *Trifolium incarnatum*

Jednogodišnja je krmna kultura brzog i dinamičnog rasta i rano dopijeva u proljeće na korištenje. Inkarnatka se često sije u jesen zajedno sa talijanskim ljuljem i ozimom grahoricom. Ova smjesa u proljeće brzo naraste i može se koristiti kao zelena masa ili za sijeno i sjenažu. Prinosi ove smjese (nazvana Landsberška smjesa) su veći nego uzgoj čiste inkarnatke. Zelena masa ove smjese lakše se osuši za sijeno zbog trava, a još je bolja za spremanje sjenaže koja treba provenuti. Smjesa se sije u sastavu 12 – 15 kg talijanskog ljulja, 30 – 40 kg ozime grahorice i 20 kg inkarnatke.

Kosi se za zelenu masu ili konzerviranje u početku cvatnje inkarnatske djeteline.

Grahorica je jednogodišnja leguminoza i hranidbeno vrijedna krma. Sije se kao ozima ili jara kultura (među usjev), ali rano poliježe i stoga se sije u smjesi sa žitima ili Landsberškoj smjesi. Raž je najbolja potpora od polijeganja, ali u proljeće brzo odrveni te smjesa više nije prikladna kao zelena krma. Stoga ju je bolje zasijati s pšenicom, ječmom ili zobi.

Smjese žitarica i grahorice koriste se za zelenu stočnu krmu, a manje za sijeno. Smjesa sa zobi je vrlo povoljna za sjeniranje i siliranje. Grahorica u početku cvatnje u smjesi sa zobi omjera 60 : 40, u 1 kg suhe tvari ima 130 g PP, i 5,83 MJ NEL/kg.

Soja

Soja je kao njivska kultura široko rasprostranjena po svijetu. Ima višestruki značaj, a njen uzgoj se zasniva na proizvodnji zrna. Zrno soje ima visok sadržaj ukupnih i probavljivih hranjivih tvari, visoko kvalitetan sastav aminokiselina i vitamina. Po sadržaju proteina, aminokiselina i vitamina nema konkurenta među biljkama. Od industrijske prerade soje ostaje sojina sačma koja je visokokvalitetno proteinsko krmivo. Soja, osim što se uzgaja za zrno, uzgaja se i za proizvodnju kvalitetne zelene stočne krme i silaže, sama ili u smjesi s kukuruzom, sirkom ili sudanskom travom. Zelena soja se može sušiti za sijeno, ali nedostatak je što nastaju veliki gubici u listu sa stabljika, međutim zelena masa soje može se dehidrirati u sojino brašno. Soja je jednogodišnja kultura koja za dobre prinose traži i optimalne uvjete uzgoja.

Zelena biljka soje i njene smjese s kukuruzom ili sirkom za zelenu krmu koriste se kada daju najpogodniju masu koju stoka rado jede. Kosidbu je najbolje obaviti u fazi intenzivnog cvjetanja i većeg dijela formiranih mahuna kod soje, a kukuruza i sirka u fazi izbijanja metlica. Ako biljke prestare, soja brzo ogrubi, naročito stabljika.

Za siliranje zelena soja ili njene smjese sa drugim kulturama koriste se kasnije za 15 – 20 dana od kosidbe za zelenu krmu, odnosno kada je ona precvjetala i formirala mahune na 2/3,

donje su počele žutjeti, a kukuruz je u fazi mliječno- voštanog zrenja. Ova smjesa ima više suhe tvari, a manje vode od kosidbe u zeleno. Silaža koja se pravilno pripremi ima viši sadržaj proteina od silaže drugih žitarica i trava. Prinosi soje za zelenu krmu su 25 – 35 t/ha, za silažu 40 t/ha. Kod smjese kukuruza i soje prinos zelene mase je 40 – 50 t/ha i silaže 65 – 70 t/ha.

Zeleni kukuruz

Zeleni kukuruz je dobra krma za preživače, posebno u kombinaciji sa zelenom lucernom. Siromašan je proteinima i zato je dobra kombinacija s leguminozama. Mladi zeleni kukuruz i nešto stariji imaju dosta vode do 80 %. Suha tvar ima dosta šećera, a sadrži oko 1 % probavljivih proteina, 5 – 6 % celuloze i dosta karotena, a male je hranidbene vrijednosti, oko 0,1 ŠJ. Zeleni kukuruz u gustom sklopu daje velike prinose 300 – 600 mc/ha. Nakon sjetve (najčešće kao postrni usjev) za 2,5 – 3 mjeseca se kosi i daje u zeleno preživačima. Zeleni kukuruz može se koristiti i kao pašna, sijeno ili za siliranje. Za siliranje je potrebno da dođe u fazu mliječno-voštane zriobe i visoka prinosa ili, ako nema dovoljno suhe tvari (28 – 35 %), sam se teško silira i treba ga miješati s drugim krmivima koja imaju više suhe tvari.

Govedima se daje u tovu 20 – 40 kg zelenog kukuruza, a muznim kravama 40 – 50 kg. Dobro ga jedu ovce, koze i konji.

Krmni sirak – *Sorghum sorghum*

Sirak osim za hranidbu stoke služi i za ishranu ljudi. Za hranidbu stoke koristi se kao zelena masa kosidbom ili pašom, za spremanje sijena, silaže i dehidriranog brašna. Od sirka se mogu dobiti 2 – 3 otkosa zelene mase (40 – 60 t/ha), a ako se sije s leguminozama u smjesi, prinos je nešto manji, ali zato bogatiji proteinima.

Sirak se u našim uvjetima malo sije, većinom nakon skidanja krušnih žita ili u kraškim predjelima nakon povlačenja voda iz polja gdje je kasno za neke druge kulture, a nastupa suši period godine – ljeto. Jednogodišnja je krmna kultura. Kosi se prije početka izbijanja metlica jer ako se izbace sve metlice i počne cvjetanje i tada se pokosi, regeneracija za drugi otkos je slaba, a time i prinos, a trećeg neće ni biti. Zelenu masu prije davanja preživačima treba provenuti da se cijanovodonični glikozid amigdalina (durin) razloži na suncu. Ovo treba raditi kod starijih sorti, a sve moderne sorte sadrže malo durina i nema otrovnog djelovanja na stoku. Ovce i goveda su osjetljivi na durin ako ga ima više u zelenom sirku (listu), a konji i svinje nisu osjetljivi. Siliranjem se gubi durin, ako ga eventualno ima u zelenoj masi. Zelena masa sirka sadrži 20,5 % suhe tvari, 1,7 % sirovih proteina i 4,6 % sirove celuloze. Pretežno je ugljikohidratno krmivo i sadrži oko 12 % NET-a u suhoj tvari.

Sudanska trava – *Sorghum vulgare*

Jednogodišnja je krmna kultura otporna na sušu, a skromnih zahtjeva za tlom. Otporna je na bolesti i štetočine. Dobra je za postrnu sjetvu uzgajana sama ili u smjesi s leguminozama. U našim uvjetima daje i tri otkosa kvalitetnog sijena s prinosom od 12 – 13 t/ha sijena. Odlična je za silažu, a za pašu i sijeno bolja je od sirka i zelenog kukuruza. Stabla joj narastu oko 2 metra. Prvi otkos kosimo kada je visina biljaka 0,6 – 0,7 m. Sudanska trava ima glikozida durina kao i sirak, ali njegova letalna doza iznosi 0,4 – 0,5 g u dnevnom obroku krava. U kg zelene mase ima 0,0014 g durina i pri konzumiranju sudanske trave od 50 kg /dan, konzumirat će durina oko 0,07 g, što je daleko ispod letalne doze. Sušenjem zelene mase durin se dekomponira na suncu. Za siliranje se kosi kada su metlice formirane, a prinosi se kreću 40 – 50 t/ha zelene mase ili 9 – 12 t/ha sijena. Karakteristika sudanske trave je da se sadržaj sirovih vlakana sporo mijenja, odnosno povećava, a što je značajno za kosidbu, sušenje i siliranje.

Zelene žitarice rijetko se siju same za proizvodnju zelene krme, češće se siju u smjesi s leguminozama (grahoricama). Služe za proizvodnju rane zelene krme koja se kosi i daje stoci ili silira, a vrlo rijetko suši za sijeno. U ovu skupinu spadaju zeleni ječam, zelena zob i zelena raž. Hranidbena vrijednost ovih žitarica u zelenom stanju je manja od leguminoza. Stoka ih rado jede ako se koriste do faze klasanja, a nakon toga brzo ogrube, gube na hranjivosti i životinje ih slabo jedu. Zbog većih količina NET-a pogodne su za spremanje silaže, bilo same ili u smjesi.

Tablica 9. Kemijski sastav zelenih žitarica (Bahtijarević, 1982.) u %:

Krmivo	voda	sirovi protein	sirova vlakna	NET	pepeo
Zelena raž	80,0	2,5	6,4	9,1	1,3
Zelena zob	80,0	2,3	6,6	8,7	1,8
Zeleni ječam	84,2	3,0	4,4	6,0	1,0

Gomoljače

U gomoljače spadaju krumpir i čičoka. Gomoljače su sočna krmiva te se kao i korjenjače i tikvenjače većinom daju stoci tijekom zimskog perioda hranidbe. Imaju dosta vode u svom sastavu i stoga ih svrstavamo u skupinu sočnih krmiva. Ugljikohidrati su im lako probavljivi (šećer, škrob, pektin, inulin), a sva ova krmiva su ukusna i stoka ih rado jede, a povoljno utječu na rad probavnih organa, posebice preživača koji se hrane voluminoznom krmom slabije kvalitete.

Krumpir ima do 25 % suhe tvari, koja je izgrađena najviše od škroba, visoke probavljivosti. U 1 kg krumpira ima oko 10 grama probavljivih proteina, a energetske vrijednosti je oko 0,3 HJ. U praksi se smatra da oko 4,5 kg krumpira ima vrijednost kao 1 kg kukuruza. Krumpir je siromašan proteinima, kalcijem i fosforom.

Krumpir pored ljudske ishrane dajemo stoci, a svinjama se prvenstveno daje prokuhan. Krumpir treba biti zrel, čist i bez klica jer u sebi sadrži dosta solanina koji je toksičan. U svježem stanju ga možemo davati i preživačima, ali manje količine (odrasla goveda do 3 kg/dan), s tim da krumpir treba izrezati na duguljaste komadiće da ne bi došlo do začepjenja jednjaka. Ovako izrezani krumpir pomiješa se s mekinjama ili ječmenim brašnom. Ovaj način korištenja krumpira za hranidbu preživača koristi se prvenstveno na malim seoskim gospodarstvima kada imaju višak krumpira. Prokuhan i zgnječen krumpir daje se osim svinjama još peradi i preživačima. Svinjama se daje u količini do 10 kg/danu, ovisno od kategorije svinje. Vodu u kojoj se kuhao krumpir treba proliti jer sadrži dosta kalija i solanina koji mogu biti uzrok zdravstvenih problema. Solanin je opasan ako ga u krumpiru ima više od 20 mg/ 100 g. Zreli krumpir ima solanina oko 10 mg/100 g, zeleni nezreli krumpir oko 50 mg/100 g, a klice krumpira 300 – 400 mg/100 g. Cima krumpira u zelenom stanju ima dosta solanina i ne treba je davati stoci, a suha se smije davati jer se sušenjem solanin gubi.

Čičoka ili topinambur

Rjeđe se uzgaja kod nas, a porijeklom je iz Južne Amerike. Gomolji čičoke sadrže ugljikohidrat inulin kojeg životinje rado jedu. Čičoku najčešće sade lovačka društva za

ishranu divljih svinja. Kad se jednom zasadi, teško se iskorijeni i stoga se za njeno zasijavanje koriste slabija tla i manje korištene površine da ga divlje svinje mogu rovati i jesti. Stabljike visoko narastu i mogu se koristiti kao zelena masa ili siliranjem, a gomolji u tlu slični su krumpirovim gomoljima, ali nešto su manje hranidbene vrijednosti. Gomolji se ne mogu dugo čuvati, najviše 3 tjedna, a nakon toga uvenu i gube vrijednost te se stoga vade iz tla neposredno prije konzumiranja ili se svinje puste da traže-ruju gomolje. Korištenje gomoljača i korjenjača u hranidbi stoke traži dosta radne snage i vremena te mehanizacije za vađenje, skladištenje i pripremu obroka (sjeckanje, kuhanje, gnječenje).

Korjenjače (stočna repa, šećerna repa, postrna repa, stočna mrkva)

Stočna repa se dosta koristi za hranidbu životinja na malim seoskim gospodarstvima. Koristi se zeleno lišće tijekom vegetacije, koje se jednim dijelom bere i daje preživačima i svinjama, a korijen se daje tijekom zime. Hranjiva vrijednost stočne repe je po 1 kg 0,12 HJ i oko 9 g probavljivog proteina. Suhu tvar čine uglavnom šećeri i pektin i zato je ukusna.

Stočna repa se daje svoj stoci nasjeckana – narezana. Kravama i do 20 – 30 kg/dan, konjima 10 – 15 kg/dan, ovcama i svinjama 2 – 5 kg/dan, a za svinje je dobro prokuhati repu. Računa se da oko 5 kg stočne repe može zamijeniti energetski i proteinski 1 kg dobrog livadnog sijena. Mlijeko krava u laktaciji može poprimiti neugodan miris i okus zbog trimetilamina koji nastaje iz betaina, a ima ga u stočnoj repi i zato repu treba davati u manjim količinama kravama poslije muže. Stočna repa i druge korjenjače, gomoljače i tikvenjače se skladište na hrpama – kamarama koje trebaju biti zaštićene od padalina i izmrzavanja. Smrznuta i trula hrana može biti uzrok probavnim smetnjama stoke.

Šećerna i postrna repa te stočna mrkva manje se koriste za ishranu životinja, ali ova krmiva imaju povoljan učinak na proizvodnju produktivnih i mladih grla. Šećerna repa ima energetsku vrijednost od 0,26 HJ i oko 14 g probavljivih proteina. Dajemo je uglavnom svinjama upola manje nego stočne repe. Postrna repa ima malu energetsku i proteinsku vrijednost 0,09 HJ i 7 g PP/kg. Stočna mrkva je slična šećernoj ili polušećernoj repi, ali ima dosta karotena (20 – 60 mg/kg). Naročito je dobra za rasplodne životinje.

Lišće i glave šećerne repe koje ostaju nakon vađenja kombajnima, koriste se za hranidbu goveda, ovaca, a rjeđe svinja. Na lišće i glave šećerne repe otpada 45 % težine cijele biljke. Sadrže oko 85 % vode, 2 – 3 % sirovih proteina, 2,3 – 2,5 % sirovih vlakana i oko 0,13 – 0,15 HJ. Stoka rado jede lišće i glave šećerne repe jer je ukusno, a sadrži oko 3 % saharoze. Kravama se može dati najviše 50 kg svježeg lišća i glava šećerne repe. Lišće i glave treba svakako oprati od zemlje i pijeska jer može doći do poremećaja u probavi životinja. U obrok kravama treba dodati još i suhog voluminoznog krmiva, a od minerala Ca i P u smjesi po 1 g na kg lišća i glava šećerne repe.

Krmni kelj- krmno zelje

Krmni kelj je dvogodišnja krmna kultura iz porodice kupusnjača (*Brassica*) a uzgaja se za stočnu hranu svih vrsta biljojeda. Može se koristiti kao zelena krma u jesen i djelomično zimi jer podnosi niske temperature (-12 do -15 °C). Koristi se kao silaža sam ili u smjesi s drugim kulturama. Daje velike prinose zelene mase, prosječno 70 – 80 t/ha, izdašan proteinima 2,24 % sirovih proteina i 5,96 % NET-a u sirovoj masi, a sadržaj vode je oko 88 %. Sije se rijetko, ali i kao glavni i postrni usjev. Lišće je veliko i krupno, dugo do 30 cm, dok je stablo debelo, sočno i visoko i do 120 cm. Krmni kelj treba dosta vode i plodno tlo. Krmnog kelja po

jednom uvjetnom grlu dajemo 20 – 30 kg/dan, a može i znatno više kada se grlo navikne. Mliječne krave dobro reagiraju na hranidbu keljom i povećavaju mliječnost i masnoću mlijeka mliječna mast poprima krem - žutu boju. Odraslim krmačama daje se 5 – 8 kg/dan. Korisna je hrana za biljojednu divljač jer im preko zime daje hranu koja je deficitarna.

Stočni kupus ima dosta zajedničkih osobina s keljom i koristi se kao svježa zelena masa ujesen i tijekom zime gdje životinje jedu lišće. Kravama ne treba davati više od 40 kg/danu jer sadrži goitrogene tvari koje uzrokuju gušavost i anemiju.

Kupusna uljana repica (*brassica napus* var. *oleifera*)

Daje prinose zelene mase do 500 mc/ha, a naraste u visinu do 1 m. Isključivo se uzgaja ozima uljana repica koja pristiže prva u proljeće (oko sredine travnja) kao stočna hrana s oranica. U zelenom stanju ne daje se stoci od početka do punog cvjetanja, odnosno stvaranja sjemena jer u njemu ima štetnih glikozida. Hranjiva vrijednost je dobra i dostiže neke leguminoze, a stoka rado jede zelenu uljanu repicu. Ako je mokra, lako izaziva proljev i nadutost preživača i stoga je ne treba davati rosnu i mokru. Koristi se za ispašu u tim prvim proljetnim danima, tada treba obratiti pozornost na poremećaje u probavi i kao pokošena zelena masa koja ide u jaslje. Nakon skidanja zelene mase tlo se priprema za sljedeću kulturu koja se sije odmah iza pripreme tla.

2.1.2 Suha voluminozna krmiva

U suha voluminozna krmiva svrstavamo sijeno livada, sijeno krmnih kultura s oranica, kukuruzovinu, slamu, pljevu i suhi lisnik. Sušenjem zelene biljke krmnih kultura dobivamo sijeno koje je ujedno i najstariji i najrašireniji način konzerviranja zelene krme. Spremanje, konzerviranje i čuvanje voluminozne krme za ishranu stoke je nužan posao na farmi tijekom godine. Voluminoznu (kabastu) krmu treba dovesti u određeno fizičko-kemijsko stanje tako da može očuvati svoju hranjivu vrijednost uz što manje gubitaka za van vegetacijski period kada se ne može proizvoditi svježa zelena krma.

Sijeno

Sijeno se proizvodi sušenjem zelene krme zbog snižavanja sadržaja vlage na nivo koji onemogućuje razvoj štetne mikroflore koja izaziva truljenje i kvarenje krme. Biljna masa koja se suši, dovodi se do stanja suhoće koja pruža sigurnost skladištenja i čuvanja krme u velikim količinama. Sušenje sijena se zasniva na principu odstranjivanja suvišne vode iz pokošene svježe zelene mase do snižavanja sadržaja vode u sijenu do 14–18–20 %, koja ne dozvoljava razvoj saprofitne mikroflore koja uzrokuje trulež nedovoljno osušenog sijena. Sušenjem se umanjuje sadržaj vode u biljci s 70 - 80 % na oko 20 % i niže i ovakav biljni materijal može se čuvati relativno dugo (mjesecima i nekoliko godina). Sijeno proizvedeno od trava, leguminoza, DTS i drugog krmnog bilja koje potječe s livada, pašnjaka i oranica važan je izvor proteina, ugljikohidrata, minerala i vitamina nužnih za normalno obavljanje funkcija u životinjskom organizmu i proizvodnje animalnih proizvoda. Sušenje pokošene zelene mase za sijeno, a i drugim načinima konzerviranja (siliranje i sjenažiranje), nužno dovodi do određenih gubitaka u količini i kakvoći krme. Gubici se kreću u suhoj tvari 10 – 25 % i 15 – 30 % gubitaka u hranjivoj vrijednosti. Ove gubitke svakako treba svesti na najmanju moguću mjeru u uvjetima u kojima se sijeno može osušiti, uskladištiti i čuvati do uporabe. Spremanje sijena je odgovoran i složen posao, iako izgleda jednostavan. Sijeno treba da ima visoku energetska vrijednost, zatim treba proizvesti što više hranjivih tvari po jedinici površine i svesti gubitke pri sušenju i čuvanju na što manju mjeru. Kosidba zelene mase za sušenje u

sijeno traži dobro poznavanje biljnog sastava i kemijskog sastava mase u zavisnosti od faze razvoja biljaka. Na prirodnim livadama i pašnjacima koji se kose za sijeno te krmi s oranica u koju ulazi više biljnih vrsta, koju namjeravamo sušiti za sijeno, trebamo se osvrnuti prema dominantnim vrstama pri izboru trenutka kosidbe. Kod vrsta koje se uzgajaju kao čiste kulture u gustom sklopu, kao kod višegodišnjih leguminoza, najčešće pristupamo kosidbi u fazi cvjetanja cvjetova u prvim konusima cvasti, a kod trava u početku cvjetanja ili početkom izbijanja klasova ili metlica, ali kod nekih i prije početka cvjetanja. Treba naglasiti da naši poljoprivrednici zelenu masu za sušenje u sijeno kose često kasnije nego bi trebalo, kada dobar dio biljaka već pređe optimalnu fazu. Uzrok ovome je neznanje, čekanje veće količine-viši prinos, a katkada i vremenske prilike ne dozvoljavaju optimalno vrijeme kosidbe. Ovo je naročito izraženo kod onih farmara koji još nemaju dovoljno mehanizacije za bržu kosidbu, prevrtanje, dosušivanje i dr.

Tijekom sušenja sijena nastaju gubici lista i mladih izdanaka, koji se lome i otpadaju ako se presuše. Prilikom prevrtanja, sakupljanja i baliranja ovo otpalo lišće ostaje na zemlji, a sijeno koje smo sakupili manje je hranjive vrijednosti i stoka ga tada često slabije jede jer prevladavaju grublje stabljike. List biljke i cvijet su mekši dijelovi i brže se osuše, a zatim se prevrtanjem prosušenog i osušenog sijena mrve i otpadaju. Otpadanje je jače izraženo kod leguminoza jer imaju jaču stabljiku koja se treba duže sušiti. List biljaka ima više proteina, a celuloze 2 – 2,5 puta manje nego u stablu, zatim, list ima 10 – 15 puta više karotena nego stablo, a probavljivost organske tvari iz lista je veća 30 – 40 % nego iz stabla.

Tablica 10: Gubici nastali otpadanjem lista i cvijeta na primjeru lucerne u % suhe tvari:

	sirovi protein	sirova mast	NET	sirova vlakna	sirovi pepeo
list	30,0	6,4	36,3	13,5	11,8
stabljika	13,2	2,4	32,4	45,6	6,1

Gubici hranjivih tvari na ovaj način mogu iznositi i do 20 %, a ako su uvjeti za sušenje nepovoljni kreću se obično oko 15 %.

Osim gubitaka hranjivih tvari nastalih gubitkom kvalitetnih dijelova biljke lista, cvijeta i mladih izdanaka javljaju se gubici hranjivih tvari nastalih uslijed ispiranja hranjivih tvari, disanjem stanica u pokošenoj biljci i truleži uslijed nepravilnog spremanja i čuvanja sijena.

Zelena biljka nakon što se pokosi živi izvjesno vrijeme i nakon toga, odnosno dok njene biljne stanice ne prestanu biti životno aktivne. Ovaj period života biljnih stanica u biljci nakon kosidbe traje kratko, a životne funkcije se odvijaju na račun stvorene energije organskih tvari u njima, prvenstveno šećera. Asimilacija CO₂ kisika te drugih tvari teče normalno, međutim dolazi do prestanka proticanja vode i mineralnih tvari koje biljka vuče iz tla, priticanje CO₂ i kisika iz zraka se prekida te nastupa razdoblje gladovanja stanica, sve dok sadržaj vode ne padne ispod 47 % kada životna cirkulacija staje. Nakon ovog razdoblja gladovanja stanica u biljci stanice umiru i nastupa faza samorazaranja hranjivih tvari djelovanjem vlastitih enzima (oksidacija). Razdoblje gladovanja i umiranja stanica traje nekoliko sati. Druga faza sušenja je oduzimanje vlage od 47 % na 18 – 20 %. U prirodnim uvjetima traje 2 – 3 dana pri toplom i sunčanom vremenu. Znači da proces sušenja sijena treba provesti što prije i brže iz razloga da se ovi gubici uslijed umiranja stanica i oksidacije završe što prije. Gubici iznose najčešće 10 – 12 % hranjivih tvari. U našim prilikama pokošena zelena masa se katkada uslijed nepravilnog prevrtanja, rose ili kiša suši na tlu i više od 7 dana, što uzrokuje velike gubitke

proteina, lako topljivih šećera, karotena i minerala, uslijed čega to sijeno nema ni približnu hranjivu vrijednost kakvu očekujemo, a stoka ga slabo jede.

Slijedeći oblik gubitaka hranjivih tvari iz biljne mase tijekom sušenja sijena nastaje uslijed ispiranja rosom i kišom. Kiša i rosa padanjem po neosušenom sijenu aktiviraju rad enzima u fazi samo razgradnje mrtvih stanica, a vlaga omogućava rast i razvoj mikroorganizama koji se nalaze na površini biljke, koji uzrokuju trulež biljnog materijala. Ispiranje hranjivih tvari uslijed kiše u fazi sušenja sijena uzrokuje gubitke hranjivih tvari do 5 %, ali oni mogu biti i znatno veći ako se proces sušenja produži. Više kišom nego rosom ispiru se hranjive tvari u drugoj fazi sušenja. Kiša koja padne na svježe pokošenu biljnu masu ne nanosi veće štete, ali ona produžava život biljnih stanica i pojačava aktivnost mikroorganizama. Prema nekim ispitivanjima u Švicarskoj, sušenjem sijena na zemlji 5 – 8 dana uz česte kiše gubici u HJ iznosili su prosječno 55,6 %, probavljivih bjelancevina 45,2 %, kalcija 33,0 % i fosfora 25,0 % (Mišković, 1986.). Uslijed svih navedenih razloga, sijeno treba nastojati osušiti čim prije kako bi gubici hranjivih tvari bili što manji.

Tablica 11 . Gubici mogu biti sagledani u slijedećem pregledu (Bahtijarević, 1982.)

Trajanje sušenja Dana	količina oborina mm	gubici probavljivih proteina %	gubici u energetske vrijednosti %
1,5	-	14	23
2,5	5,25	30	40
8,0	25,20	46	50

Sijeno se često u sjenicima zbog raznih razloga uskladišti s nešto višom vlagom od uobičajene. Osušeno sijeno u sjenicima, stogovima, plastovima i kamarama fermentira još 6 – 8 tjedana, a uslijed čega se javljaju i gubici hranjivih tvari. Sijeno se sprema s vlažnošću od 15 – 20 % vode te dolazi do gubitaka od 5 – 15 %. U suhom sijenu vrenje (fermentacija) nastupa uslijed neujednačenosti sadržaja vlage u njegovim slojevima. Ako je vlažnost sijena veća, gubici vrenjem su veći, a dolazi do povišenja temperature uslijed aktivnosti bakterija i gljivica koje se razmnožavaju, a podnose temperaturu do 75 °C. Dolazi do zagrijavanja sabijene mase sijena slijedećih nekoliko dana. Sijeno spremljeno pri vlažnosti do 25 % ne mijenja miris ni boju, ali pri vlažnosti od 30 % javljaju se promjene boje, mirisa, zagrijavanje je veće i ide do 70 °C, a može trajati i više od 30 dana. Ovo sijeno je tamnije, manje ukusno i manje hranjive vrijednosti od normalnog sijena. Ako temperatura tijekom zagrijavanja u sijenu pređe 70 °C dolazi do karbonizacije tkz. crno sijeno. Ovakvo sjeno ne treba davati stoci za jelo jer je opasno po njeno zdravlje. Zagrijavanje sijena ne zavisi samo od vlažnosti složene mase nego utjecaj na proces vrenja ima i sadržaj hranjivih tvari u istom. Sijeno bogato dušičnim tvarima zagrijava se brže nego sijeno koje je siromašnije dušičnim tvarima. Znači, sijeno leguminoza prije će biti izložen vrenju i zagrijavanju od sijena DTS i trava. Faza razvoja i gnojidba zelene pokošene mase imaju dijelom utjecaj na vrenje i brzinu sušenja sijena. Dušična gnojiva dijelom povećavaju sadržaj proteina u travnoj masi utječu i na povećani sadržaj vode u biljkama, uslijed čega se one sporije suše. Faza razvoja biljke ima utjecaj na način da mlađe pokošene biljke duže zadržavaju vodu u stanicama od starije košenih biljaka. Proces vrenja uslijed povišenog sadržaja vlage u sijenu i aktivnosti mikroorganizama ne sprječava bolja zbijenost sijena jer se ne može uobičajenim načinima spremanja sijena istisnuti sav zrak (kisik) iz sijena da mikroorganizmi ne budu životno aktivni. Pri velikoj zbijenosti vlažnog sijena toplina koja se stvara tijekom vrenja teže se udaljava, nego se proizvodi, uslijed čega se ono pregrijava pa je učinak suprotan.

Stoga se nešto vlažnije sijeno pri skladištenju manje sabija, a skladištiti ga treba u manjim količinama u sjenicima ili plastovima, izuzev ako se nema mogućnost dosušivanja u sjeniku putem struje toplog ili hladnog zraka.

Gubici nastali tijekom sušenja sijena su neizbježni, ali ipak se mogu svesti na minimum pravilnim postupkom. Disanje stanica što prije treba prekinuti, smanjiti lomljenje i otpadanje mekih dijelova s biljaka, usporiti oksidaciju i spriječiti prejako vrenje spremljenog sijena. Svi ovi gubici i njihova veličina zavise od načina sušenja i skladištenja sijena.

Načini sušenja sijena su tradicionalni (prirodni) i moderni. Prirodno sušenje sijena obavlja se na tlu ili na napravama. Sušenje na tlu je najstariji i najjednostavniji način sušenja pokošene zelene biljne mase. Pokošena zelena biljna masa se na mjestu gdje se i pokosila u otkosima prosuši, a zatim se mehanički prevrće i rastresa 1 – 2 puta dok ne bude suha za sakupljanje u plastove ili baliranje. Ovo sušenje sijena traje 2 – 3 – 5 dana, zavisno od vremenskih prilika, temperature i relativne vlage zraka. Ovaj način sušenja je praćen najvećim gubicima lista, zatim ispiranjem hranjivih tvari, gubljenjem karotena zbog direktnog sunčevog zračenja te drugih hranjivih tvari naročito kod leguminoza.

Sušenje sijena na napravama je bolji način jer se dobije kvalitetnije sijeno s većim sadržajem hranjivih tvari od sijena sušenog na tlu. Pokošena zelena masa na tlu provene, a zatim se podiže sa zemlje na različite naprave. Ove naprave mogu biti takozvane piramide, kozolci, krovišta i švedski jahač. Piramide su drvene naprave sastavljene od tri kolca spojenih na vrhu dok poprečno imaju pričvršćene letve. Krovišta se sastoje od dva krila letava koje se sastave u vidu krova na kući. Švedski jahač je sustav napetih žica između kolaca na koje se naslaže zelena masa za sušenje. Prednosti sušenja zelene mase na napravama su manji mehanički gubici lista, a i gubici ispiranjem su manji, manji je gubitak karotena jer je biljna masa manje izložena direktnom sunčevom svjetlu, a zemljišna površina je odmah (za nekoliko sati po košnji) oslobođena za novi porast biljaka, i sljedeći otkos se može jednolično razvijati.

Sijeno sušeno na tlu većina farmera sakuplja onda kad je dovoljno suho za sakupljanje u plastove. Sijeno bi trebalo sakupljati u plastove kad sadrži oko 35 % vlage jer se time sprječava lom i opadanje lišća. Poslije dva do tri dana sušenja u otkosima sijeno treba složiti u stogove ili kamare vani ili u sjenike u štalama ili nadstrešnicama gdje se čuva do uporabe. Plastovi su male količine sijena 1,5 – 5 mc sijena i kada se za nekoliko dana sijeno u njima prosuši na 20 – 25 % vlage, treba ga složiti u stogove ili na drugi način uskladištiti. Ručnim prebacivanjem sijena s povišenom vlagom iz plastova u stog pri toplom i suhom vremenu ono se u doticaju sa toplim zrakom dodatno prosuši i za dan-dva ono može se trajnije uskladištiti. Ovaj način sakupljanja ima za posljedicu manji gubitak kvalitetnih dijelova biljke i kraće vrijeme sušenja. Suho sijeno leguminoza farmeri često sakupljaju ili baliraju u rano prijepodne, neposredno po skidanju rose jer je list na leguminozama mekan od rose i tijekom sakupljanja manje se lomi i otpada. Sijeno se sprema u kamare ili stogove za čuvanje na duže vrijeme (mjesecima) pri vlazi obično 16 – 18 %, ali se može uskladištiti i pri vlazi do 25 %, uz dodatak sredstava za zaštitu od kvarenja.

Češće se koristi kuhinjska sol u količini 0,5 – 1,5 % tako da se na sloj sijena debljine 40 – 50 cm razbaca sol i tako sve dok se ne završi slaganje u kamare. Sol u interstabiljnom prostoru kondenzira vlagu, dijelom se rastvori i ponovno upije u biljne organe. Ova sol ne dozvoljava razvoj mikroorganizama, sijeno ostaje mekano i budući da je slano, stoka ga rado jede. Baktericidno djeluju propionska i mravlja kiselina. Ove se kiseline u našim prilikama vrlo rijetko koriste kao sredstvo za očuvanje sijena s nešto većom vlagom.

Zadnjih godina se u našim krajevima sve više primjenjuje baliranje sijena uz pomoć pik – ap uređaja koji su priključeni na traktor. Balirano sijeno je u pravokutnim balama teškim 15 – 30

kg, koje su povezane špagom (manilom). Baliranjem se smanjuje udio ljudskog rada jer se ove male bale lakše sakupljaju i slaže (sadjeva) u kamare ili u sjenike. Treba 2,5 – 3 puta manje prostora za slaže nego za rasuto nebalirano sijeno. Prilikom davanja stoci ovoga baliranog sijena, balu treba razvezati i rastresti tako da stoka može normalno uzimati sijeno. Sijeno se može balirati s vlagom do 27 % i zbijenosti 140 kg/m³. Tijekom zbijanja u bale ako je sijeno presuho, dolazi do loma stabljika i lista. Stoga je bolje balirati sijeno s malo većom vlagom, kako bi se smanjili gubici lista, ali se onda bale trebaju dosušivati nekoliko dana uz prevrtanje da se vlaga u sijenu smanji na prihvatljivu mjeru, a zatim ga uskladištiti u kamare ili u sjenik.

Moderne metode sušenja sijena vrše se uz dosušivanje hladnim ili toplim zrakom u sušarama. Prosušena biljna masa za sijeno s 35 – 40 % vlage u rasutom stanju se balira pomoću pik-ap prese ili se bale slažu u kamare ili objekte s rešetkastim podom tako da struja hladnog ili toplog zraka može proći kroz sijeno. Motor -ventilator se postavlja na čelo sjenika ili kamare na ulazni otvor kroz koji struji zrak. Propuhivanje i sušenje traje 32 – 72 sata, zavisno od sadržaja vlage u sijenu tako da se vlaga spusti ispod 20 %. Pri dosušivanju hladnim zrakom, treba se voditi briga da je relativna vlaga zraka vani manja od 70 % jer u protivnom ubacujemo propuhivanjem još vlage u sijeno. Dosušivanje sijena ventilatorima je bolji način spremanja sijena jer su manji gubici lista i hranjivih tvari od sušenja na zemlji i napravama, a i u manjoj mjeri sušenje zavisi od vanjskih uvijeta- kiše i rose.

Umjetno sušenje sijena koristi se u sušarama s toplim zrakom – dehidratorima. Sušenjem u dehidratorima postižu se najmanji gubici hranjivih tvari. Ima više sustava dehidratora, a najviše se koriste za proizvodnju biljnog brašna, odnosno zelena pokošena masa se sušenjem brzo prevodi u sijeno, koje se melje u vidu brašna, koje zatim dajemo kao dodatak koncentriranim smjesama nepreživača i preživača. Najviše se proizvodi lucerkino brašno koje se može peletirati ili briketirati. Pokošena masa se ubacuje u dehidrator, gdje u struji vrućeg zraka brzo gubi vlagu iz biljaka. Temperatura toplog zraka može biti od nekoliko desetaka stupnjeva celzijusa i ovo sušenje traje do nekoliko sati. Sušenje na temperaturi od oko 140 °C traje 15 – 20 minuta, a na nekoliko stotina stupnjeva celzijusa (oko 650 °C) traje 5 – 6 sekundi.

Sijeno ima veliki značaj u hranidbi preživača. Hranjiva vrijednost i kemijski sastav sijena zavise o energetske vrijednosti, sadržaju proteina, sirovih vlakana, lako probavljivih šećera, sadržaja minerala, vitamina i probavljivosti organskih tvari. Kvalitetna sijena imaju stupanj probavljivosti organske tvari i više od 70 %, a manje kvalitetna i slaba sijena ispod 50 %. Sadržaj proteina u slabijem sijenu je znatno manji, kao i sadržaj masti i minerala, a sadržaj sirovih vlakana koji su teže probavljivi je veći.

Tablica 12. Hranjiva vrijednost i kemijski sadržaj livadskih sijena raznih kvaliteta (u %)

Sijeno	HJ(KJ)	voda	sir.protein	sir. mast	NET	sir. vlakna	mineral.tvari
Izvršno	0,62	16,6	15,8	3,1	36,7	21,0	9,0
Vrlo dobro	0,58	15,1	12,0	2,6	37,7	24,6	7,6
Srednje	0,50	14,5	9,4	2,4	39,6	26,7	7,3
Slabije	0,40	14,2	7,3	1,9	39,3	28,7	5,7
Loše	0,35	13,9	5,8	1,6	43,1	30,6	5,4

Sadržaj proteina u livadnom sijenu zavisi o botaničkom sastavu trava i vremenu kosidbe. Ako je sadržaj leguminoza viši i što je trava ranije pokošena sijeno ima više proteina. Dobro proizvedeno i sačuvano sijeno ima prirodnu zelenu boju, ugodan aromatičan miris, dobar

okus, bez prašine je i bez plijesni, sa sačuvanom strukturom. Odstupanje od boje i mirisa ukazuje na slabiju kvalitetu sijena. Sijeno s planinskih livada smatra se najboljim, a sijena kiselih tala su slabija jer su u pravilu siromašna s Ca. Sjeno je osnovna zimska hrana biljojeda u našim prilikama, a katkada i jedina. Količina sijena koja se daje pojedinim vrstama i kategorijama stoke zavisi od raspoložive količine, dostupne količine druge voluminozne krme i koncentrata, visine proizvodnje i cijene sijena. Dobro livadsko sijeno je potpuna hrana za odrasle biljojede i može se davati stoci koliko ga može pojesti. Mliječnim kravama se daje za pokriće uzdržnih potreba i za proizvodnju relativno dobre mliječnosti, a s lošim sijenom jedva se mogu podmiriti uzdržne potrebe jer ima loš kemijski sastav i manje ga krava konzumira. Ovce u našim prilikama obično prezime samo na sijenu, kao i jalova stoka te kopitari koje ne koristimo za rad. Visok sadržaj sirovih vlakana je karakteristika lošijih sjena. Količina sirovih masti je viša kod boljeg sijena, posebno sjena planinskih livada sadrže eterična ulja i aromatske tvari.

Sijeno treba imati i zadovoljavajuću količinu Ca, P, K, Na, Fe, Co, Cu i Mn. Kvalitetnija sijena imaju i veći sadržaj minerala, a smatra se da sijeno treba imati najmanje 0,75 % Ca i 0,20 % P.

Tablica 13. Sadržaj kalcija i fosfora u sjenu različite kakvoće (u %), (Bahtijarević, 1982.)

Kakvoća sjena	CaO	Ca	P ₂ O ₅	P
Izvršno	1,25	0,90	0,77	0,30
Vrlo dobro	1,10	0,79	0,61	0,26
Srednje	0,90	0,65	0,48	0,21
Slabo	0,75	0,54	0,37	0,16
Loše	0,66	0,47	0,30	0,13

Vitamini su važan sastojak sijena, a naročito provitamina A (karoten). Mlada zelena krmiva imaju dosta karotena koji se smanjuje tijekom rasta i starenja biljaka. Karoten se brzo gubi tijekom sušenja sijena i skladištenja u sjeniku ili stogu. Sijeno sušeno na tlu ima manje karotena od sijena sušenog na napravama, a ovo manje od umjetno sušenog sjena. Sijeno sušeno umjetnim putem sačuva do 90 % karotena. Uskladišteno sijeno mjesečno gubi oko 10 % karotena i stoga stara sijena imaju vrlo malo ili nimalo karotena.

Sušenjem zelene mase u biljkama provitamin D (ergosterol) se djelovanjem ultraljubičastih sunčevih zraka pretvara u vitamin D. Sijena sušena na suncu imaju više vitamina D, ali su siromašna vitaminom A. Umjetno sušena sijena nemaju vitamina D.

Sijeno leguminoza je najkvalitetnije suho voluminozno krmivo. U ovu skupinu svrstavamo sijeno lucerne i sijena djetelina. U usporedbi sa sijenom livada, ono ima više proteina, kalcija i karotena. Sijeno lucerne i djetelina je vrlo ukusno i stoka ga rado jede. Hranjiva vrijednost i kemijski sastav zavise od vremena kosidbe i načina sušenja. Ono ima dobru energetske vrijednost kao i dobro livadsko sijeno, ali dva puta više probavljivih proteina i Ca. Sijeno lucerne je vrlo dobro krmivo za visokoproduktivna i rasplodna grla. Daje se stoci u kombinaciji s krmivima veće energetske vrijednosti i bogatija fosforom jer ga sjeno lucerne nema dovoljno.

Kosidbu lucerne za sijeno krava u laktaciji treba vršiti u vrijeme početka cvatnje jer kasno košena lucerna (u punom cvatu) i od nje osušeno sijeno ima gorak ukus pa ga životinje nerado jedu. Za konje sijeno leguminoza koje su rano pokošene ima laksativno djelovanje. Kunićima

i peradi daje se sijeno rano pokošene lucerne. Lucerna se stavlja u krmne smjese za perad i svinje u obliku brašna. Brašno dehidrirane lucerne u koka nesilica boji žuto žumanjak jajeta, a u brojlera u tovu boji žuto potkožno tkivo.

Sijeno djetelinsko travnih smjesa je sjeno miješano od trava i leguminoza. Proizvodi se na prirodnim i sijanim livadama i oranicama. Ima veću hranjivu vrijednost nego sijeno trava u čistoj kulturi, a manju od čistih leguminoza. U praksi se koristi veći broj kombinacija jednogodišnjih i višegodišnjih vrsta. Ova sijena su dobra za preživače i konje. Sijeno sirka, mladog kukuruza, sudanske trave i žita se manje upotrebljavaju, ali ako ima oranica koje nisu bolje iskorištene, tada se na njima mogu proizvoditi sijena ovih kultura.

Kukuruzovina, slama, pljeva, lisnik, mahune i ljuske se koriste kao suha voluminozna krma u manjoj mjeri i samo u slučajevima kad nema dovoljno druge kvalitetnije voluminozne krme. Ova krma je aktualna u godinama velike suše kada slabo rodi sijeno i prinosi krmnog bilja s oranica značajno podbace. Ova hranjiva potječu od raznih žita, leguminoza, uljarica i drveća. Osušene stabljike žita i leguminoza nakon vršidbe sjemena nazivaju se slama. Kukuruzovina je slama od kukuruza. Žitna slama može biti od jarih i ozimih žita. Jare slame su hranjivije od ozimih jer im je stabljika manje drvenasta, a imaju i sačuvano lišće. Sve slame imaju veliku količinu teško probavljivih sastojaka. Slame imaju malu hranjivu vrijednost, malo minerala i vitamina. Zbog male energetske i druge vrijednosti slame, služe kao dopunski dio voluminoznog dijela obroka preživača. U hranidbi preživača nešto više se koristi slama pšenice, ječma i zobi. Slama žita se najviše koristi za prostirku stoci, zatim za siliranje s krmivima koja su bogata vodom, a u tovu goveda koja se hrane koncentratnim smjesama, slama služi za balansiranje obroka u pogledu sadržaja sirovih vlakana. Tovnim govedima se daje dnevno 1-2 kg slame, posebno ili isjeckana i miješana s gomoljačama ili korjenjačama koje se također nasjeckaju. Krupni preživači mogu dnevno konzumirati do 10 kg slame, ali je treba isjeći, nakvasiti, posoliti i pomiješati s drugim kvalitetnijim krmivima.

Kukuruzovina je kukuruzna stabljika nakon berbe klipa. Kukuruzovina ima nešto povoljniji sadržaj proteina i NET-a nego slame. Hranjiva vrijednost i kvaliteta zavise o tome je li stabljika pokošena odmah nakon berbe ili kasnije, količini lista na stabljici te načinu skladištenja.

Pljeva je ostatak nakon vršidbe žita, a sadrži pljevice, listiće, dijelove klasja, korova i šturih zrna žitarica. Za hranidbu stoke povoljnija je pljeva bez osja. Pljeva se kao i slama može davati stoci (preživačima i konjima) kao dopuna osnovnom obroku u slučaju ishrane stoke vodenastom krmom da se podmire potrebne količine suhog balasta i spriječe proljevi. Pljeva se stoci daje i nakvašena te pomiješana s jakim krmivima. Hranjiva vrijednost pljeve je slična slami.

Lisnik je suho voluminozno krmivo spravljeno od zelenog lišća hrasta, jasena, lipe, topole, vrbe i drugog drveća. Zeleno lišće se trga zajedno s malim grančicama ili se veće grane s lišćem sijeku sa stabla, a zatim se lišće ili grane s lišćem suše na suncu 2 – 3 dana. Nakon sušenja suhi lisnik se uskladišti u kamare ili sjenike odakle se po potrebi daje preživačima i kopitarima. Ovaj vid spremanja voluminozne suhe krme se u današnje vrijeme vrlo malo koristi, a nekada je bio uobičajen način spremanja lisnika za zimu u kraškim područjima, koja oskudijevaju obradivim površinama. Suhi lisnik sadrži dosta tanina koji davan u većim količinama može izazvati opstipaciju. Suhi lisnik može poslužiti kao dopunski dio obroka za odrasle preživače, u balansiranju sirovih vlakana. Ima 11 – 18 % proteina, 14 – 22 % celuloze, ako je pravilno osušen i u optimalno vrijeme napravljen (srpanj, kolovoz mjesec). Lisnik pravilno osušen i uskladišten dobar je izvor Ca, P i karotena.

Odrasli preživači koriste (jedu – brste) i mlade izdanke drveća u proljeće i tijekom zime. Ovo hranjivo je na razini vrijednosti ozimih slama, a uobičajena je hrana krupne divljači tijekom zime.

2.1.2.1 Silaža

Silaža je postupak spremanja i čuvanja krmne mase pod određenim uvjetima. Silaža se dobiva zakiseljavanjem svježe krme putem prirodnih procesa vrenja ili tretiranjem odgovarajućim kemijskim preparatima. Zelena krma s livada, djetelinsko -travne smjese, jednogodišnje i višegodišnje leguminoze te drugo krmno bilje s oranica može se kvalitetno silirati kao dobra hrana za preživače, a naročito za goveda. Silaža donekle predstavlja zamjenu svježe zelene krme kada stoci dajemo suhu i krepku (koncentriranu) krmu tijekom vanvegetacijskog perioda. Proizvodnja sijena je skuplja od proizvodnje silaže. Postupak siliranja može se u potpunosti mehanizirati, a prednost siliranja je što se mogu silirati i vrlo različite biljke, a gubici hranjivih tvari u silaži su manji od gubitaka u sijenu. Trajnost čuvanja silaže je duga i preko godinu dana, a osim toga, uskladištena silaža se može uvijek koristiti, bez obzira na vremenske prilike koje mogu ometati opskrbu s zelenom krmom s livada, oranica ili samom pašom.

Ovo je naročito važno za postizanje visoke proizvodnje mlijeka u mliječnim krava kada ne smije biti stresova u hranidbi. Sjeckana zelena masa i ostala sočna krmiva polažu se i nabijaju u posebno izgrađena spremišta – silose. Ova položena i zbijena krmna masa konzervira se pomoću mliječno kiselinskog vrenja. Pri tome se odvija vrenje lako topljivih ugljikohidrata u organske kiseline kratkog lanca, a najvažnija je mliječna kiselina koja nastaje djelovanjem mliječnokiselih bakterija u siliranoj masi bez prisustva kisika. Organske kiseline u silaži se nalaze u određenoj koncentraciji i upravo one kao produkt vrenja vrše kiseljenje (siliranje) krme. Tijekom siliranja gubici u suhoj tvari i hranjivoj vrijednosti su neizbježni, a proizlaze iz biokemijskih reakcija, oslobađanjem plinova koji izlaze van, zatim gubitkom tekućine iz biljaka koja otječe ili daljim kemijskim reakcijama. Gubici u silaži nastaju uglavnom u šećerima, jednim se djelom proteini razlažu do aminokiselina, ali se ovim ne umanjuje njihova hranjiva vrijednost. Organske kiseline nastale kao produkt vrenja su mliječna kiselina, koja je poželjna i octena i maslačna kiselina, koje u većim koncentracijama u silaži nisu poželjne.

Gubici nastali pravilnim postupkom siliranja su manji od 10 %, a gubici hranjivih tvari u sijenu sušenom na tradicionalan način iznose 20 – 25 %, a mogu biti i veći.

Kvalitetna silaža može se dobiti samo od dobre sirovine i pravilnim postupkom siliranja, u dobrim silosima.

Sa stanovišta pogodnosti krme za siliranje, zelena krmiva se dijele na ona koja se lako siliraju, ona koja se teško siliraju i ona koja se ne mogu normalno silirati.

Krmne biljke koje se mogu same uspješno silirati putem prirodnog vrenja bez dodavanja drugih lakosilirajućih krmiva ili kemijskih preparata, su: kukuruz, sirak, lišće i korijenje šećerne repe, sudanska trava i zelena raž

Krmno bilje koje se može samo djelomično silirati, bez dodavanja dodataka, a koje uslijed svog kemijskog sastava (proteina, aminokiselina i amina) djeluje kao pufer na kiselu pH silažne mase. Smanjenje kiselosti silaže stvara nepovoljne uvjete za rad mliječnokiselih bakterija, a stvaraju se povoljni uvjeti za rad i razvoj štetne mikroflore i proizvodnju njihovih produkata, koji silaži kvare ukus, miris i kakvoću. U ovu skupinu svrstavaju se sve vrste leguminoza.

Krmne biljke koje se ne mogu same silirati su uljana repica, krmni kelj, trave, korovi. Treba im dodavati kemijske konzervanse (dodatke) ili biljni materijal drugih vrsta koji sadrže više šećera koji mliječnokisele bakterije mogu lako iskoristiti (kukuruz, repini rezanci, melasa, glave i korijen šećerne repe).

U praksi postoji više postupaka za dobivanje silaže. To su **topli, hladni, uz upotrebu dodataka i kemijsko konzerviranje**.

Topli postupak spremanja silaže se prije više koristio nego sada. Sastoji se u postupnom slaganju i sabijanju silažne mase tijekom nekoliko dana. Prvi sloj isjeckane biljne mase debljine oko 1 m ostavlja se u rastresitom stanju 24 sata, za koje vrijeme se biljna masa ugrije oko 50 °C. Zatim se ovaj sloj sabije, a na njega poslože novi sloj istim postupkom sve dok se ne napuni silo prostor. Pri toplom načinu siliranja, jače se razvijaju oksidacijski procesi i gubici hranjivih tvari su veći.

Hladni postupak se sastoji u istovremenom slaganju i maksimalnom sabijanju zelene isjeckane mase da bi se istisnuo zrak u što kraćem roku. U ovako sabijenoj masi se temperatura ne povećava iznad 30 °C.

Siliranje uz upotrebu dodataka koristi se za takve zelene krmne kulture koje se teško siliraju. Ova krmiva nemaju dovoljno šećera koji vrenjem od strane mliječnokiselih bakterija ne mogu proizvesti dovoljno mliječne kiseline da bi se krma dobro konzervirala. U ova krmiva najčešće spadaju leguminoze i stoga im se pri siliranju dodaju odgovarajuća ugljikohidratna krmiva.

Siliranje uz uporabu kemijskih sredstava i njihovih preparata je kombinacija hladnog postupka s kemijskom sterilizacijom mase za siliranje. Koriste se za krmiva koja se teško siliraju.

Siliranje zelene krme odvija se određenom tehnikom siliranja. Za siliranje treba pokositi zelene biljke, isjeckati ih na dužinu 1–3cm (silo – kombajn), utovariti na prijevozno sredstvo (traktor s prikolicom) i slijedi transport do silo prostora, istovar silažne mase u silo prostor, sabijanje i izolacija silažne mase od atmosferskog zraka.

Sve ove operacije treba uraditi što je prije moguće (nekoliko sati do nekoliko dana ako su velike količine u silo prostoru). Sjeckanje je potrebno zbog boljeg sabijanja i slijeganja mase u silo prostoru. Sjeckanjem se omogućava i izlaženje biljnog soka koji služi bakterijama kao hranjiva podloga za razmnožavanje i vrenje. Ako je silo prostor silo-trešč ili silo-jama, silažna masa se sabija gaženjem, vibratorima i traktorima. Ako je silo-toranj veće visine nego širine, silažna masa se sabija sama od sebe svojom težinom, a samo se na kraju punjenja silo-tornja izvrši sabijanje gornjeg dijela.

Dobrim sabijanjem isjeckane silažne mase istiskuje se zrak iz silo-prostora i stvaraju anaerobni uvjeti, za razvoj mliječnokiselih bakterija. Ako se ne istisne zrak tada se stvaraju uvjeti za razvoj nepoželjnih bakterija i gljivica koji uzrokuju trulež biljne mase i silaža je opasna po zdravlje stoke. Nakon završetka punjenja silosa i sabijanja silaža se treba dobro prekriti da se izolira od zraka i padalina. Pokrivanje se najčešće vrši plastičnim folijama-najlonom, koji se prostre po silaži. Preko najlona se stavlja zemlja, slama, zelena masa ili stare automobilske gume, a sve sa ciljem da se istisne zrak koji je zaostao ispod pokrivača i ujedno spriječi dotok zraka izvana.

Siliranje se može pravilno obaviti ako imamo određene preduvjete koji omogućavaju odvijanje normalnog procesa u silažnoj masi, a to su: stvaranje anaerobne sredine u biljnoj masi, dovoljna količina lako topljivih ugljikohidrata u vidu šećernog minimuma i optimalna vlažnost biljnog materijala koji se silira.

Optimalna vlažnost biljnog materijala ima veliki značaj za proces siliranja. Optimalna vlažnost krme kod siliranja je 65 – 75 %. Velika vlažnost dovodi do velikog razrjeđivanja šećera pa proces ide u nepoželjnom pravcu. Preniska vlažnost nije poželjna jer u materijalu ostaje dosta zraka, što daje pljesnivu i trulu silažu jer uvjeti nisu dovoljno anaerobni. Ako je materijal previše vlažan, tada se vrši prosušivanje ili se dodaju suhi materijali koji su bogati lakotopljivom ugljikohidratima (kukuruzna prekrupa). Ako je pak materijal za siliranje suh tada mu se prije siliranja dodaju vlažna i sočna krmiva (sjeckane korjenjake, svježi repini rezanci).

Za normalno vrenje od strane mliječnokiselih bakterija koje previru mono i disaharide i stvaraju mliječnu kiselinu, treba biti zadovoljen i šećerni minimum. Šećerni minimum predstavlja najmanju količinu lako topljivih ugljikohidrata u silažnom materijalu da bi se tijekom procesa osigurala takva količina mliječne kiseline koja pH vrijednost silažne mase dovodi do 4,– 4,2. Sposobnost neke mase da se silira zavisi od odnosa šećernog minimuma prema stvarnoj količini šećera u biljnoj masi. Krmiva s malim šećernim minimumom se lakše siliraju (kukuruz, suncokret, sirak, ječam).

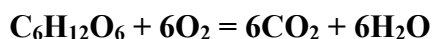
Krmiva kod kojih je šećerni minimum blizu stvarne količine šećera, teško se siliraju sama, a lakše uz dodatak drugih krmiva. Tu spadaju leguminoze kod kojih je šećerni minimum veći od stvarne količine šećera. Leguminoze se dobro siliraju sa silažnim kukuruzom u omjeru 1: 1, te s lišćem i glavama šećerne repe u omjeru 1: 2. Za postizanje šećernog minimuma leguminozama se mogu dodavati i krumpir i svježi repini rezanci u količini od 10 %.

Na proces siliranja utječe sadržaj proteina i aminokiselina. Proteini i aminokiseline se ponašaju kao amfoterne tvari, odnosno u kiseloj sredini kao lužina i obrnuto. U normalno kiseloj sredini ponašaju se kao lužine neutralizirajući jednim dijelom mliječnu i octenu kiselinu. Ako ovih kiselina ima manje u silaži zbog nedostatka šećera (šećerni minimum), visok sadržaj proteina i aminokiselina neutralizira kiseline, ali ne odmah, već nakon dužeg vremena. Uslijed toga u ovim silažama pH u početku pada, a kasnije raste. Niski šećerni minimum većine leguminoza, a viši sadržaj proteina su razlozi težeg siliranja ovih krmiva.

2.1.2.1.1 Biokemijski procesi u silaži

Ako je silaža pravilno silirana, u optimalnim uvjetima procesi koji se događaju u silažnoj masi mogu pratiti stadijima.

Prvi stadij (faza) je stadij aerobnog disanja, a nakon nje slijedi stadij endogenog anaerobnog disanja. Stanice biljaka nakon kosidbe i sjeckanja ne odumiru odmah, već jedno vrijeme žive, dišu i u tom procesu troše preostali kisik koji je ostao u silo materijalu i silo prostoru. Biljne stanice disanjem razlažu i troše šećere stvarajući CO₂, vodu i toplinu po jednadžbi:



Monosaharidi heksoze u procesu glikolize razlažu se do stadija pirogroždane kiseline, a dalje u Krebsovu ciklusu daju vodu i CO₂. Aminokiseline u biljnim stanicama sudjeluju dijelom u disanju i podliježu oksidacijskoj dezaminaciji te oslobađaju amonijak. Nakon potrošnje kisika

kratko vrijeme nastavlja se endogeno anaerobno disanje zbog prisutnih enzima, pri čemu može doći do stvaranja pirogroždane kiseline, alkohola, mliječne kiseline i CO₂.

Toplina koja se pri ovom procesu oslobađa zagrijava silažnu masu. Kod hladnog postupka niža je temperatura zagrijavanja jer se zaostali kisik u silažnoj masi potroši za 5 – 6 sati. Ovime je završen prvi stadij siliranja i nakon nje silaža je anaerobna.

Drugi stadij je kratkotrajan i odvija se paralelno s prvim. Ovaj stadij je završetak intramolekularnog disanja biljnih stanica i njihovog potpunog izumiranja. Ukoliko je silažni materijal bogatiji šećerom i vodom ovaj drugi stadij duže traje jer se disanje stanica odvija pod utjecajem biljnih enzima. Najprije se razmnožavaju koliformne bakterije (enterobakterije), koje od šećera proizvode octenu kiselinu, alkohol i CO₂. Ove bakterije dovode do početnog zakiseljavanja sredine, a razvijaju se pri temperaturama 20 – 37 °C. Enterobakterije su fakultativni anaerobi. Povišenjem temperature i povišenjem kiselosti, pH ispod 5, sprječava se njihov razvoj.

Aerobne bakterije i gljivice se nalaze na biljkama već prije siliranja u većem broju, a anaerobne mliječnokisele bakterije u malom broju na biljnom materijalu. Utroškom kisika u silažnoj masi aerobne bakterije ugibaju, a s njima i gljivice te plijesni jer su i one strogi aerobi.

Treći stadij je stadij razvoja mliječnokiselih bakterija i mliječnokiselog vrenja. Ovo vrenje se odvija i kod hladnog i toplog načina siliranja. Kod hladnog siliranja se razvijaju i razmnožavaju mliječnokisele bakterije. Mogu se podijeliti na homofermentativne bakterije (*Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus* i *Enterococcus faecalis*) i heterofermentativne bakterije (*Lactobacillus brevis* i *Leuconostoc mesenteroides*). Bakterije se razmnožavaju vrlo brzo i za dva dana u 1 g biljnog soka može ih biti više milijardi. Homofermentativne bakterije učinkovitije proizvode mliječnu kiselinu iz heksoza od heterofermentativnih bakterija.

Mliječnokisele bakterije počinju razlagati heksoze i pentoze.

Heksoze: $C_6H_{12}O_6$ ----- $2C_3H_6O_3$ (mliječna kiselina)

Pentoze: $6C_5H_{10}O_5$ ----- $8C_3H_6O_6 + 3C_3H_4O_2$ (mliječna i octena kiselina)

Pored mliječne i octene kiseline i maslačna kiselina (C₂H₅CH₂COOH) se stvara jednim djelom tijekom vrenja šećera i škroba.

Klostridije su anaerobne bakterije i nalaze se na biljkama u obliku spora, a kad se nađu u povoljnim uvjetima rastu i razmnožavaju se u silaži. Razlikuju se saharolitičke i proteolitičke klostridije. Saharolitičke klostridije fermentiraju mliječnu kiselinu u maslačnu kiselinu što dovodi do porasta pH vrijednosti silaže. Proteolitičke klostridije stvaraju proteolizom aminokiseline, amine, amonijak, octenu i maslačnu kiselinu. Klostridije su osjetljive na nedostatak vode i trebaju vrlo vlažne uvjete za svoju aktivnost. Potrebno je da sadržaj vlage bude 85 % i više u siliranom materijalu.

Enterobakterije su fakultativni anaerobi, a na biljkama se nalaze u malom broju. Natječu se s bakterijama mliječne kiseline u potrebama za šećerima. Ove bakterije fermentiraju šećere u smjesu više produkata: octene kiseline, vodika i etanola. Slično klostridiji vrše razlaganje aminokiselina i proizvodnju kao produkta amonijaka. Enterobakterije su aktivne na početku siliranja, pri ranoj fazi fermentacije pri povoljnom pH, a optimalan pH za rast i razmnožavanje je oko 7.

Četvrti stadij je stadij maksimalnog mliječnokiselog vrenja uz stvaranje mliječne kiseline i izumiranje mikroorganizama. Stvorena mliječna kiselina se pojavljuje u svojstvu konzervansa

mase koja se silira. Ova faza traje 2 – 3 tjedna i samo je nastavak prethodnih stadija. Fermentacijom šećera pri normalnim uvjetima najviše se stvara mliječne kiseline 1,5 – 2 %, octene kiseline 0,3 – 0,5 %, tako da je ukupno svih kiselina u silaži 2 – 2,5 % od težine silaže. Sve veća koncentracija mliječne kiseline, snižava pH ispod 3,5 u kojoj ugibaju i mliječnokisele bakterije, a silaža je skoro potpuno sterilna.

Peti stadij nije poseban stadij siliranja, nego je to nepoželjno ili naknadno vrenje, koje se može provlačiti kroz prethodne stadije uslijed pogrešnog siliranja. Ako u silaži ostane više kisika još u početku siliranja odvijaju se burniji oksidacijski procesi, a silaža se više zagrijava. U ovom slučaju se razvijaju štetne bakterije (enterobakterije) koje stvaraju octenu i mravlju kiselinu, a razvijaju se i drugi mikroorganizmi koji kvare silažu, dok je pH veći od 4,2. Traje li duže vremena proces od početka siliranja do spuštanja pH na 4,2 i niže, stvori se više nepoželjnih kiselina naročito maslačne uslijed maslačnog vrenja. U ovim prilikama nepoželjnu aktivnost ispoljavaju proteolitičke i bakterije truleži, koje između ostalog stvaraju i octenu kiselinu. Ove nepoželjne bakterije mogu stvoriti octene kiseline u silaži više od 0.5 %, a maslačne više od 0,2 %. Ako silaža ima ove koncentracije octene i maslačne kiseline, pokazuje nepovoljne procese u siliranoj masi. Ako je koncentracija octene kiseline u silaži viša od 1- 1,5 %, a maslačne u koncentraciji većoj od 0,8 %, štetna je za zdravlje životinje. U silažu koja je dobro silirana može iz nekog razloga naknadno dospjeti zrak, a s njime dospijevaju i plijesni koje mliječnu kiselinu troše i pomjeraju pH prema neutralnom i baznom pravcu. Uslijed ove promjene stvaraju se uvjeti za razvoj i razmnožavanje truležnih i proteolitičkih bakterija odnosno, odvija se proces truljenja u tome dijelu silaže. Prodor zraka u gornje slojeve silaže često je uzrok neupotrebljive silaže jer se silaža pokvari (pokvarena plijesnima). Većina plijesni su aerobi i aktivni su na površini silaže. Njihov porast uzrokuje kvarenje silaže jer neke od njih proizvode mikotoksine koji su štetni po zdravlje životinja.

Siliranje uz dodatke ugljikohidratnih krmiva i kemijskih jedinjenja ili preparata

Pri spremanju silaža od krmiva koja se sama teško siliraju (leguminoze) dodaju se ugljikohidratna krmiva koja imaju više lakotopljivih šećera, a koje mliječnokisele bakterije lako fermentiraju u mliječnu kiselinu.

Povećani sadržaj proteina u biljkama otežava siliranje. Proteini pojačavaju pufersku moć biljaka. Puferska moć je sposobnost biljke da se protivi variranju pH sredine, naročito zakiseljavanju. Puferska moć, osim sadržaja proteina u biljkama, zavisi i od sadržaja slabih organskih kiselina i njihovih soli (citrata, malata i sukcinata), soli kalcija i fosfora i prirode produkata nastalih fermentacijskim vrenjem u silaži. Leguminoze imaju dva puta veću pufersku moć od trave, a još višu od kukuruza. Za postizanje pH 4,0 u silaži kukuruza potrebno je 2 % mliječne kiseline, u silaži trava 3 % i silaži lucerne 6 % mliječne kiseline od suhe tvari. Znači, kukuruzu treba manje mliječne kiseline za siliranje da bi se pri vrenju pH smanjio na oko 4, pri čemu se smanjuje bakterijska aktivnost, nego travama i leguminozama. Ako je odnos šećera i proteina u biljnom materijalu koji se silira širi, biljke se lakše siliraju i obratno.

Po lakoći siliranja biljke se mogu podijeliti u tri grupe, a lakoću, odnosno težinu siliranja uvjetuje odnos šećera i proteina u biljkama.

Tablica 14. Raspored biljaka u grupe prema sposobnosti za mliječnokiselu fermentaciju - vrenje.(Čobić i sur)

I	II	III
Biljke koje lako fermentiraju	biljke koje teže fermentiraju	biljke koje teško fermentiraju
kukuruz	trave	lucerna

sirak	smjese trava i leguminoza	soja
glave i lišće šećerne repe	inkarnatka	grašak
kupus	crvena djetelina	grahorica
krmni kelj	lupina	uljana repica
čičoka	smjese biljaka I i II grupe	zelena raž
suncokret		slačica

Krmne kulture iz I grupe lako se siliraju bez dodataka, dok se krmi iz II. i III. grupe obično dodaju tvari koje omogućavaju lakše siliranje.

Kukuruzna silaža je po značaju u našim uvjetima na prvom mjestu jer se lako silira, silaža je ukusna, sve radne operacije mogu se lako mehanizirati, a prinos s jedinice površine je visok. Od kukuruza se može silirati cijela stabljika, samo klip kukuruza, kukuruzovina i silaža zrna kukuruza.

Cijela stabljika kukuruza se silira u fazi mliječno-voštanog zrenja kada je sadržaj suhe tvari u cijeloj biljci prosječno do 30 %. Biljka kukuruza u vrijeme maksimalne hranjive vrijednosti sadrži 1,5 puta više hranjivih tvari po jedinici površine nego što daje zrelo zrno kukuruza s iste površine. Nije preporučljivo silirati mlad kukuruz jer se razvijaju intenzivnije bakterije octeno kiselog vrenja, a ta silaža je manje ukusna i prekisela.

Silaža od klipa kukuruza dobiva se siliranjem samo klipova kukuruza, pri čemu se isjeckaju, a sami sadrže do 68 % hranjivih tvari u odnosu na cijelu biljku kukuruza.

Silaža od zrna kukuruza (zrno bez klipa) sadrži 30 % vlage, a 61 – 66 % hranjivih tvari od cjelokupne biljke kukuruza.

Silaža kukuruza i leguminoza se kombiniraju zbog povećanja sadržaja proteina jer silažni kukuruz sadrži malo proteina. U smjesi se koristi 60 % kukuruza i 40 % lucerne ili 50 % kukuruza i 50 % crvene djeteline.

Silaža od kukuruzovine se pravi odmah nakon berbe klipa. Kukuruzovina sadrži oko 1/3 ukupne hranjive vrijednosti čitave biljke. Ako je kukuruzovina koja se silira suviše suha, silira se uz dodatak nekog sočnog krmiva (lišće i glave šećerne repe, svježi repini rezanci) jer se siliranjem kukuruzovine koja ima nedovoljno vlage dobiva slaba i neupotrebljiva silaža zbog nedovoljnog sabijanja sjeckane mase.

Silaža od smjese trava i leguminoza se može dobiti kosidbom zelene smjese trava i leguminoza ili smjese zelenih žitarica i leguminoza, odnosno od svih vrsta od kojih se može dobiti sijeno. Silaže travno-leguminoznih smjesa se mogu proizvoditi u područjima gdje je proizvodnja kukuruza za silažu nezadovoljavajuća, a to su kod nas brdski i planinski krajevi. Ova silaža ima male gubitke jer se siliranjem sačuva 85 % i više hranjivih tvari a sušenjem iste mase za sijeno tek 80 % i manje hranjive tvari, zavisno od uvjeta sušenja i skladištenja. Ishrana stoke travno-djetelinskom silažom traži manje dopunskih krmiva od kukuruzne silaže jer je bogatija proteinima. Nedostataka ima nekoliko, jedan od njih je da može doći do neadekvatnog vrenja i dobivanje slabe nekvalitetne silaže.

Travno-leguminozne silaže se mogu proizvesti direktnom kosidbom zelene mase s livade ili oranica, a sadrže obično 70 % i više vlage. Međutim, ovaj visok sadržaj vlage u silaži uzrokuje teško konzerviranje jer se teško postiže nužan pH, a povećava se gubitak hranjivih tvari otjecanjem tečnosti (efluenta).

Direktna košena silaža od smjese trava i leguminoza zahtijeva kosidbu u odgovarajućem stadiju vegetacije. Osim toga, treba izbjegavati kosidbu vlažnih i rosnih biljaka te dodati silaži odgovarajuće ugljikohidratno krmivo ili neki od konzervansa.

Silaža od smjese trava i leguminoza kod nas se tek počinje značajnije proizvoditi, ali u nekim zemljama Europe proizvodi se stoljećima.

Silaža od provenule pokošene mase smjese trava i leguminoza sprema se na način da prije stavljanja u silos provene na livadi i time oslobodi višak vode. Ova silaža ima manje gubitke hranjive tvari jer je manje otjecanje silažnog soka, a nije potrebna uporaba konzervanasa ili ugljikohidratnih krmiva. Provenula silaža trava i leguminoza ima 60 – 70 % vlage, a provenjavanje u otkosu traje nekoliko sati (1- 4 i više) što zavisi od temperature zraka. Pri ovome je poželjno koristiti gnječalice zelene mase jer se venjenje biljaka ubrzava. Kosidbu zelene mase treba napraviti u određenom stadiju vegetacije. Dužina sjeckanja treba biti do 10 mm, a silo-objekt treba brzo napuniti, sabiti i kvalitetno prekriti.

Noviji način spremanja silaže od trava, leguminoza ili njihovih smjesa na našim prostorima zove se sjenaža. Sjenaža je silaža s malim sadržajem vlage koja se postiže prosušivanjem pokošene zelene mase do vlage u biljkama 40 – 60 %.

Trave s livada i pašnjaka se teže siliraju same jer nemaju dovoljno šećera koji omogućavaju normalnu fermentaciju i kiselost. Zelene trave se obično siliraju sa zelenim kukuruzom, suncokretom i drugim krmivima iz prve skupine, a dobivena silaža je dobrog kvaliteta.

Hranjiva koja koristimo za osiguranje lako dostupnih šećera koji omogućavaju fermentaciju i povoljnu kiselost za konzerviranje trava, smjesa trava i leguminoza te leguminoza su: biljke kukuruza, suhi i svježi rezanci šećerne repe, brašna od žitarica, melasa i sirutka.

Silaža trava i leguminoza može se poboljšati dodatkom krmiva koja imaju više šećera i škroba jer je fermentacija poželjnija i sigurnija, poboljšava se okus silaže i dijelom hranjiva vrijednost. Dobra silaža leguminoza može se spremati ako se kombinira s 20 % kukuruzne prekrupе ili 5 - 10 % suhih ili svježih repinih rezanaca ili s 9 % mljevenog klipa kukuruza ili se dodaje 4 % melase za siliranje leguminoza, a 2 % za siliranje trava.

Materijalu za siliranje koji ima visok sadržaj vode može se smanjiti sadržaj vlage dodatkom samljevenih ili sitno sjeckanih suhih jeftinih krmiva (sijenom, slamom, kočanke kukuruza). Ova suha krmiva dijelom upijaju vlagu iz silažnog materijala.

Sirutka u suhom stanju može se dodavati pri siliranju lucerne u količini od 1,5 %, sirovog ili skuhanog krumpira 5 – 20 %, a pivskog tropa 4 – 5 % u odnosu na količinu mase koja se teže silira.

Kemijska sredstva ili razni aditivi koji se dodaju pri siliranju imaju zadatak da omoguće rad poželjne mikroflore, a spriječe razvoj nepoželjne mikroflore ili da onemoguće rad svih vrsta mikroorganizama u silaži (organske i neorganske kiseline, antibiotici, sterilanti i NaCl). Zatim sredstva koja se dodaju silažama da osiguraju prirodno siliranje stimulansima vrenja u koje spadaju kulture bakterija, kulture kvasaca i razni enzimatski dodaci.

Organske kiseline imaju ograničen utjecaj na smanjivanje pH u siliranoj masi i smanjuju porast mikroorganizama. Od organskih kiselina koriste se octena, mliječna, propionska, mravlja i limunska. Organizam životinja može ih koristiti u svome metabolizmu, a ne uzrokuju smanjenje ukusnosti silaže. Organske kiseline dodaju se u količini 1% prilikom kosidbe u polju, prilikom sjeckanja ili sabijanja sjeckane mase u silosu.

Anorganske (mineralne) kiseline se manje koriste od organskih kiselina, a koriste se pri siliranju mase s visokim sadržajem vlage. Ove kiseline su korozivne i mogu uzrokovati probleme na opremi i zidovima objekata za siliranje. Od neorganskih kiselina koriste se klorovodonična, sumporna i fosforna. Fosforna kiselina se manje koristi jer je manje

korozivna, djelomično povećava sadržaj fosfora u silaži. Anorganske kiseline nisu poželjne za siliranje, kao što su ugljikohidratna krmiva, i silaža je kiselijsa manje ukusna.

Primjena antibiotika kao sredstva za siliranje bazira se na njihovoj selektivnoj aktivnosti inhibiranjem nepoželjnih mikrobioloških aktivnosti dopuštenim razvojem poželjnih mikroorganizama. U praksi nema primjene, već su više kao alternativa pri siliranju.

Sterilanti imaju izraženu inhibitornu aktivnost spram plijesni. U ovu skupinu spadaju sumpor dioksid, natrij sulfit, natrij nitrat, natrij benzoat. Ovi preparati nemaju širu primjenu u praksi.

Natrij klorid (NaCl) ima inhibirajuću ulogu na pojedine štetne mikroorganizme koji se mogu eventualno razviti u siliranoj masi. Sol se dodaje u količini od 0,45 % od zelene mase.

Stimulansi fermentacije koji se mogu koristiti pri siliranju su kulture acidofilnih bakterija (*Lactobacillus*). Preparati ovih bakterija omogućavaju brzo povećanje broja poželjnih bakterija i omogućavanje brze fermentacije. Dodaju se u količinama od 0,2 – 0,8 %. Može se još koristiti i kiselo mlijeko i kisela sirutka jer su bogati mliječno- kiselim bakterijama, ali u praksi nemaju širu primjenu.

Kulture kvasaca mogu se dodavati kao aditivi, a nekada se razvijaju i u samoj silaži kod nedovoljno dobrog siliranja. Ako se dozvoli razvoj kvasaca u silaži, ona poprima njima sličan miris i okus koji je nepoželjan. Primjena u praksi je zanemariva.

Enzimi se dodaju preko preparata kultura gljivica silaži jer kulture gljivica sadrže enzime koji djelomično povećavaju njenu probavljivost. Šira primjena u praksi nije postignuta jer su enzimi biljnih stanica i mikroorganizama već prisutni u silažnoj masi.

Dodavanje neproteinskih dušičnih spojeva u silažu

Ovi spojevi se dodaju kao izvori neproteinskog dušika za silaže koje su siromašne proteinima, a u cilju obogaćivanja sa sadržajem sirovog proteina. Spojevi se dodaju prvenstveno kukuruznoj silaži jer neproteinski dušik mikroorganizmi u buragu predželudaca su u stanju iz neproteinskog dušika oblikovati svoje vlastite tjelesne bjelancevine koje organizam preživača tijekom probave koristi za svoje vlastite potrebe.

Urea ($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$) dodavana silaži kukuruza u količini 5 kg/t silirane mase povećava sadržaj sirovih proteina sa 8,3 na 12,3 % u suhoj tvari, mliječne kiseline s 4,2 na 5,4 % i octene s 0,9 na 1,2 %. Urea se može rasprskavanjem dodavati po svakom sloju silaže. Dodavanje većih količina uree nije preporučljivo jer je ograničen kapacitet mikrobiološke sinteze u predželucima odraslih goveda. Dobrim rasprskavanjem po silažnoj masi smanjena je mogućnost trovanja amonijakom, pojava neugodnog mirisa i okusa silaže i pufersko djelovanje na pH vrijednost silaže.

Od drugih spojeva NPN-a koriste se još u manjoj mjeri i amonijak, amonijacetat, amonijlaktat, amonijkarbonat i dr.

Kakvoća silaže se može utvrditi pomoću više sustava i metoda: subjektivnom, objektivnom, kombiniranom metodom i prema metodi kisele vrijednosti.

Subjektivna metoda se zasniva na procjeni boje, mirisa i konzistencije. Objektivne metode zasnivaju se na određivanju pH vrijednosti, vrijednosti hlapljivih kiselina, vrijednosti amonijaka i vrijednosti maslačne kiseline.

Kombinirana metoda je uvažavanje objektivnih i subjektivnih metoda, dok je metoda prema kiselinskoj vrijednosti bazirana na osnovu vrijednosti mliječne, octene i maslačne kiseline.

Subjektivna metoda je ocjena kakvoće silaže pomoću osjetila. Ovu metodu mogu primjenjivati osobe koje imaju iskustvo sa spremanjem i primjenom silaže, a služe se osjetilom mirisa, okusa i vida u kombinaciji s opipom silaže. Miris dobre silaže je ugodno kiselkast i blago aromatičan. Slabija silaža ima neugodan miris i okus uzrokovan radom maslačnih bakterija. Boja kvalitetne silaže od kukuruzne biljke je žuto-zelena, a od siliranog

klipa i zrna je žuta. Silaža lucerne i trava je maslinasto zelena, a od siliranih glava i lišća šećerne repe je mrka. Silaža spremljena od smjese navedenih krmiva je kombinacija navedenih boja. Odstupanje od karakterističnih boja pri siliranju navedenih biljaka ukazuje na slabije ili jače izražene nepoželjne procese tijekom siliranja. Dobro pripremljena silaža ima jasno izraženu strukturu siliranog materijala, gdje se jasno uočavaju lišće, zrna i stabljike, a kod lošije silaže ovo nije slučaj. Silaža koja je pod rukom sluzava i razmaziva znak je slabe silaže jer se nije odvijala fermentacija (vrenje) u poželjnom smjeru.

Objektivna metoda je kemijska metoda koja se vrši u kemijskim laboratorijama od strane stručnih osoba. Kemijskim metodama se određuje stupanj kiselosti (pH) siliranog materijala. Dobro spremljena silaža ima pH vrijednost 3,5 – 4,2, iznad 5 silaža nije dovoljno kisela, a ona s pH oko 2 je previše kisela.

Hlapljive masne kiseline su indikator kakvoće silaže, tako da koncentracija mliječne kiseline u silaži kukuruza iznosi 1,5 – 6,5 % u odnosu na suhu tvar, a u silaži trava u rasponu 3 – 7 %.

Sadržaj octene kiseline u normalnoj silaži kreće se do 5,5 % u odnosu na suhu tvar.

Propionska kiselina u silaži je znak razlaganja dušičnih tvari. Dobra silaža ima ove kiseline samo u tragovima. Ako je sadržaj propionske kiseline u silaži 0,1 – 2 g/kg suhe tvari, znak je da je počela razgradnja proteina.

Maslačna kiselina nije poželjna u silaži i u dobroj silaži je nema. Maslačna kiselina u silaži nastaje uglavnom u naknadnom vrenju uslijed nepravilnog siliranja, a naročito uslijed prisustva zemlje u siliranoj masi. Zemlja se može u silažu unijeti na više načina uslijed nepažnje i nemarnosti ljudi koji spremaju silažu.

Ima nekoliko sustava ocjene silaže koji uzimaju u obzir navedene kriterije, a ocjena se daje na osnovu bodova o svojstvima silaže koja se procjenjuje.

Tablica 15. Sastav dobro konzerviranih silaža (Jovanović i sur: cit. McDonald i sur, 1997.)

Pokazatelj	silaža trava		kukuruzna silaža
	neprovenula	provenula	
Suha tvar, g/kg	186	316	285
pH	3,9	4,2	3,9
ukupan N, g/kg ST	23,0	22,8	15,0
ugljikohidrati			
topljivi u vodi g/kg ST	10	47	16
škrob, g/kg ST	-	-	206,0
octena kiselina, g/kg ST	36	24	26
maslačna kiselina, g/kg ST	1,4	0,6	0
mliječna kiselina, g/kg ST	102	59	53
etanol, g/kg ST	12	6,4	do 10

Tablica 16. Sastav dvije nekvalitetne silaže (McDonald i sur., 1997.)

pokazatelj	silaža ježevice	silaža lucerne
pH	5,4	7,0
Suha tvar, g/kg	162,0	131,0
Ukupni N, g/kg ST	37,0	46
Ugljikohidrati topljivi u vodi, g/kg ST	4	0
Octena kiselina, g/kg ST	37	114
Maslačna kiselina, g/kg ST	36	8
Mliječna kiselina, g/kg ST	1	13

2.1.2.1.2 Hranjiva vrijednost silaža

Hranjiva vrijednost silaže uvijek je slabija od početne hranjive vrijednosti materijala koji se silira. Njena hranjiva vrijednost zavisi od vrste silaže (biljnog materijala), koncentracije hranjivih tvari u siliranom materijalu, a zavisi i od količine koju životinja hoće i može konzumirati. Probavljivost hranjivih tvari u silaži zavisi, osim kvalitete spremljene silaže i od fenofaze razvoja, a s tim u vezi i sa smanjenom konzumacijom silaže. Strukturu obroka životinjama određuje sam proizvođač, na način koje krmivo i koju količinu daje stoci u obroku. Količina silaže koju stoka može pojesti zavisi od proizvodnje, kapaciteta buraga i kakvoće siliranog krmiva.

Krava može maksimalno pojesti 2,4 % suhe tvari silaže u odnosu na svoju masu. Međutim, maksimalno konzumiranje voluminozne krme ograničava proizvodni potencijal krava. Ishrana silažom krave mogu postići proizvodnju do 14 kg/dan mlijeka u našim prilikama, a za veću proizvodnju treba davati kravama koncentrirana krmiva.

Tablica 17. Journet i sur, (1973.) prikazali su sljedeće norme konzumiranja obroka na bazi silaže kukuruza sa različitim sadržajem suhe tvari za kravu tešku 600 kg (cit. Čobić i sur, 1983.)

Sadržaj ST kukuruzne silaže, %	konzumiranje ST silaže dnevno po kravi, kg	konzumiranje ST silaže kg/100 kg žive mase	količina 4 % korig. mlijeka po kravi bez davanja koncentrata
20	10,5	1,75	9
25	11,7	1,95	11
30	12,9	2,15	14
35	14,7	2,45	18

Za normalan rad buraga i održavanje postotka masti u mlijeku krave ne trebaju dobiti manje od 1,5 % suhe tvari iz voluminozne krme, a ostatak, do maksimalne konzumacije, dati kravama koncentrirana krmiva, što će im omogućiti ispoljavanje proizvodnog mliječnog potencijala. Goveda pojedu više silaže ako je sitnije sjeckana jer nemaju mogućnost birati dijelove biljke kao kod krupnije sjeckane silaže. Pravilno spremljenu silažu odrasli preživači rado jedu jer to krmivo svojim sastavom odgovara probavnom sustavu.

Kemijski sastav i hranjiva vrijednost silaže znatno variraju, a sadržaj suhe tvari kreće se od 20 – 34 %, pepela 0,8 – 7 %, proteina u silaži od trava 1,5 – 3 %, u silaži leguminoza sadržaj

proteina kreće se 3,3 – 4,8 % i silaža od smjese trava i leguminoza 1,9 – 3,8 %. Sadržaj masti u silažama iznosi 0,3 – 2,1 %, celuloze zavisno od vrste i sadržaja u polaznoj sirovini za siliranje a kreće se od 3 – 10,4 %.

Silaža leguminoza ima viši sadržaj Ca i P od silaža kukuruza, trava i smjese trava i leguminoza. Sadržaj kalcija vrlo varira i kreće se od 0,08 – 0,57 %, a fosfora 0,04 – 0,12 %. (Ševković, 1983.).

Stekerova (1980.) je ustanovila da kukuruzna silaža u Sloveniji ima: suhe tvari 29,77 %, sirovih vlakana 6,92 %, fosfora g/kg 0,58, kalcija g/kg 1,21, probavljivih proteina 1,20 %, škrobnu vrijednost od 17,04, MJ neto energije 1,69. Silaže trava proizvedenih u Sloveniji imale su prema istome autoru: suhe tvari 41,78 %, sirovih vlakana 13,38 %, fosfora g/kg 1,32, kalcija g/kg 1,81, škrobnu vrijednost 19,70, a MJ neto energije 1,95.

Nuskern (1970.) je prikazao rezultate analize kukuruzne silaže na području istočnoslavonskih kombinata, gdje je utvrdio prosječne sadržaje: suhe tvari 31,25 %, sirovih proteina 2,41 %, sirove masti 1,35 %, sirovih vlakana 8,56 %, sirovog pepela 2,33 %, NET-a 16,6 %, probavljivih proteina 1,33 % i 0,30 HJ/kg kukuruzne silaže.

U istim silažama ustanovio je pH 4,06, koncentraciju mliječne kiseline 1,84 %, octene 0,89 %, i maslačne kiseline 0,06 %.

Silaža je dobra sočna voluminozna krma za odrasle preživace, a prvenstveno za goveda. Koristi se i u hranidbi ovaca, svinja i konja. Može se koristiti tijekom cijele godine ili samo tijekom van vegetacijskog razdoblja. Najšira primjena je u hranidbi krava muzara i tovnih goveda. Ishrana krava muzara silažom povoljno djeluje na mliječnost i zdravlje te poboljšava i mlijeko vitaminima A i C. Kravama muzarama dnevno dajemo 20 – 30 kg dobre silaže (6 – 7 kg ST. obroka), a odlično spremljene silaže i do 40 kg.

Silaža lošije kvalitete može se negativno odraziti na zdravlje, mlijeko je slabije masnoće i ima neugodan kiselkast okus. Miris silaže može se prenijeti u mlijeko, osobito ako se daje kravama u vrijeme muže. Mlijeko krava nije pogodno za proizvodnju tvrdih sireva o čemu kod nas u nekim krajevima treba obratiti pažnju iz razloga proizvodnje autohtonih tvrdih i polu tvrdih sireva. Unošenje silaže u obrok svim vrstama stoke treba biti postupno i pažljivo zbog prilagodbe probavnih organa i njihove mikroflore.

Teladi se silaža počinje davati sa starošću iznad dva mjeseca te se može dnevno davati do 5 kg u starosti od 2 – 5 mjeseci. Junadi od 6 – 12 mjeseci daje se do 13 kg, a starijoj junadi do 20 kg/dan silaže.

Tovna junad se mogu toviti isključivo na silaži, zatim u tovu s manje koncentriranih krmiva, a odlične silaže u obroku može biti i do 30 kg/dan.

Tablica 18. Rezultati tova junadi kukuruznom silažom s različitim učešćem klipa. (Fekete,1974.).

	Silaža s 20 % ST	silaža s 32,3 % ST	silaža s 31,5 % ST
ST klipa od cjele biljke	10	63	66
ST zrna od ST cjele biljke	0	46	49
Početna masa, kg	163	164	164
Završna masa, kg	417	417	415
Trajanje tova, dana	259	212	203
Prosječan dnevni prirast, g	980	1193	1236
Konzumiranje ST/100 kg žive mase, kg	1,92	2,11	2,19
Utrošak ST za 1 kg prirasta	5,68	5,14	5,11

Podaci ukazuju na poželjnost tova junadi s silažom koja ima više suhe tvari i energije (više klipa i zrna u odnosu na cijelu biljku). Junad radije jedu ovu silažu i postižu bolje priraste. Bolje dnevne priraste tijekom tova kukuruznom silažom s više ST (suhe tvari) prikazuje i slijedeća tablica.

Tablica 19. Vremensko razdoblje trajanja tova junadi između 140 i 450 kg žive mase s obrocima kukuruzne silaže različite vlažnosti. (Owers, 1977.)

	Silaža s 23 % ST			Silaža s 33 % ST		
	Ukupan utrošak			ukupan utrošak		
	Dana	koncentrata kg	silaže (t)	Dana	koncentrata kg	silaže (t)
Bez konc.	439	0	2,4	389	0	2,4
1 kg konc/danu	383	383	2,1	346	346	2,1
2 kg konc/danu	341	682	2,0	313	626	2,0

Ovcama silažu dajemo tijekom sezone ispaše u količini 1- 1,5 kg/dan, izvan pašne sezone 2 – 3 kg/dan. Silaža se u hranidbi ovaca kod nas vrlo malo koristi. Svakako da je treba uvrstiti u obroke gdje se može kvalitetno proizvesti. Treba obratiti pažnju kod ishrane ovaca silažom zbog mlijeka od kojega se proizvode autohtoni ovčiji sirevi jer može doći do pada kvaliteta sira (organoleptička svojstva), ali za hranidbu ovaca koje se ne mužu te tovu janjadi, silaža ima svoje mjesto i prednost nad jednoličnom ishranom sijenom, koje često bude slabe kvalitete.

Konjima se silaža, uz postupno privikavanje, daje dnevno 7–10 kg, ali silaža za konje, a to vrijedi i za ostale životinje, treba biti dobre kakvoće, higijenski ispravna i ne smije biti smrznuta i pljesniva.

Svinjama se daje silaža koja ima manje sirovih vlakana, 4–5 kg na 100 kg tjelesne težine. Bolja silaža za tovine i priplodne svinje je silirana smjesa lucerne i krumpira.

2.1.2.3 Objekti za spremanje silaže

Za normalnu fermentaciju silirane mase pored kvalitetne krme treba imati i dobre objekte za siliranje. Pri spremanju silaže dolazi do neizbježnih gubitaka iz silirane mase putem plinova i tekućina koja se cijedi iz silosa. Gubici su još veći ako se silaža nepravilno pripremi pa se u njoj razmnože drugi mikroorganizmi, a uslijed toga može sva silirana masa iz objekta biti neuporabljiva za hranidbu stoke. Osnovni uvjeti koje treba zadovoljiti svaki silos za pravilnu fermentaciju su mogućnost lakog punjenja, sabijanja mase i prekrivanja kako bi se istisnuo zrak iz mase te spriječio prodor zraka izvana u silažu. Siliranje je moguće u bilo kojem silosu koji ispunjava ove osnovne uvijete, bio najprimitivniji ili najmoderniji. Silosi mogu biti horizontalni i vertikalni u odnosu na površinu tla na kome su izgrađeni. Materijali od kojih se grade mogu biti obična zemlja, beton, cigla, kamen, drvo, plastika, metal ili plastične folije.

Najrašireniji silosi u praksi su od betona. Pri gradnji silosa treba obratiti pažnju na to da je omogućena primjena mehanizacije pri punjenju i pražnjenju silosa. Kod izgradnje silosa, vodi se briga o veličini silo-prostora koji se može napuniti te o broju stoke i kategoriji, zatim potrošnji silaže tijekom godine ili zimskog razdoblja. Za izračunavanje količine silaže i veličine silosa služi podatak da 1 m³ kukuruzne, sirkove i suncokretove silaže ima oko 600 kg, a silaže leguminoza 700 – 800 kg.

Silos treba biti izoliran od površinskih i podzemnih voda, a oseka koja se cijedi iz silirane mase treba odvesti dalje kanalima od silosa.

Tipovi silosa mogu biti različiti pa se razlikuje silo-hrpa. Ova silo-hrpa je jeftina jer se samo izgradi betonska ravna podloga na ocjeditom terenu. Oko nabacane i sabijene silo mase nema zidova i velika je površina silaže koja je izložena vanjskim utjecajima. Ako je sabijanje dobro te prekrivanje plastičnom folijom, silaža može biti dobre kakvoće.

Silo-rov je horizontalni silos iskopan u zemlji u vidu rova. Ovaj vid silosa sve manje se koristi, a širu primjenu ima horizontalni silos ili kod nas nazvan trenč silos. Pravi se od čvrstog materijala (betona, betonskih elemenata). Silos je obično s pravokutnom osnovom s neznatno nakošenim ili okomitim bočnim zidovima, odnosno da se masa što bolje sabije. Pod je od betona s nagibom od 1%, od sredine silosa prema stranicama ili obrnuto, a završava se žljebom kojim će otjecati silažni sok. Iznad silosa može biti izgrađen krov koji je dovoljno visok da se po silosu, kada je pun, može manipulirati traktorom. Izgradnja postranih zidova od metala nije pogodna ukoliko nije zaštićen od korozije koja nastupa djelovanjem kiselina iz silaže.

Silo-tornjevi prave se od čelika, betona ili plastičnih masa. Betonski silo-toranj treba graditi tako da njegova visina ne prelazi 3,5 dužine njegovog promjera. Unutrašnja površina silo tornja treba biti dobro glatka i izrađena zbog djelovanja kiselina iz silaže. Punjenje sjeckanom masom obavlja se pomoću elevatora, gdje se masa sabija sama od sebe, a pražnjenje pomoću uređaja za izuzimanje silaže.

Postoji još izvedbi silosa koji se koriste u praksi, a jedan od onih koji može primijeniti svako manje seosko domaćinstvo koje proizvodi kukuruz i ima stoku, siliranje u polivinilske vreće. Ovaj vid konzerviranja – siliranja može se primijeniti za kukuruzni klip ili zrno kukuruza s visokom vlažnošću (25 – 35 - 40 % vlage). Mljeveni cijeli klip ili samo zrno kukuruza s višom vlagom sipa se u najlon vreće, sabije dobro rukom, a zatim se ručno istisne zrak iz vreće, što se bolje može, čvrsto zaveže vreća i kao takva odnosi do skladišta ili bilo koju drugu prostoriju. S vrećama treba biti pažljiv da ne puknu ili se ne odvežu. Ova metoda siliranja je jednostavna, malih troškova, a silirani klip ili zrno kukuruza su odlično krmivo za većinu vrsta stoke.

Gubici pri siliranju u različitim silosima su neizbježni od trenutka stavljanja u silos pa do uzimanja silaže iz silosa. Veće ulaganje u kvalitetne silose smanjuje gubitke hranjivih tvari iz silaže. Gubici se kreću kod silo– hrpa (kamare) od 12 – 25 %, horizontalnih betonskih silosa 10 – 20 %, betonskih silo-tornjeva 5 – 15 %, a u zračno zatvorenim silosima gubici iznose 2 – 10 %. Ovi gubici iz silaže su znatno manji nego kod proizvodnje sijena prirodnim sušenjem na mjestu kosidbe.

2.1.3 Sjenaža

Sjenaža je specifična vrsta silaže koja se dobiva siliranjem svježe zelenih provenutih trava, travno-djetelinskih smjesa ili samih leguminoza. Vlažnost provenute biljne mase pri sjeniranju kreće se od 40 – 50 %. U nekim zemljama umjesto naziva sjenaža koristi se i naziva travna silaža (grass silage), ali kod nas se udomaćio naziv sjenaža. Travnom silažom se kod nas naziva silaža od zelene neprovenute trave. Sjenaža tijekom fermentacije u anaerobnim uvjetima prolazi stadije (faze) kao i silaža uz aktivnost mikroorganizama, ali uz manju kiselost i manju koncentraciju mliječne kiseline.

Krma od koje se pravi sjenaža treba imati određena svojstva da bi se uz pravilno spremanje sjenaže postigla zadovoljavajuća kvaliteta: šećerni minimum, puferni kapacitet krmiva i sadržaj vlage u biljnom materijalu od kojega se pravi sjenaža.

Šećerni minimum je potreban jer je vodotopivi šećer u biljci sirovina iz koje bakterije mliječne kiseline proizvode mliječnu kiselinu. Mliječna kiselina za 1 – 3 dana snižava kiselost mase te je konzervira. Deficit šećera u biljnom materijalu uzrokuje stvaranje slabe silaže. Sadržaj šećera u biljci je veći u stabljici nego u listu. Oblačno i hladno vrijeme, visoka gnojdba dušikom ili gnojovkom zelene biljke, smanjuju razinu šećera i povećavaju puferni kapacitet. Tijekom dana najviša koncentracija šećera u biljci je tijekom poslijepodneva i stoga pokošenu provenutu zelenu masu tada treba sakupljati za sjenažu. Šećera treba više ako silažna masa nije dobro sabijena, jer je u njoj zaostalo više kisika. Količina šećera zavisi još i od sadržaja vlage u sjenaži, ako je silaža (sjenaža) vlažnija, treba više šećera. Više šećera treba ako je puferni kapacitet materijala za sjenažu viši.

Potrebna koncentracija vodotopivih šećera (glukoze, fruktoze, saharoze i dr.) u biljkama prije siliranja je: 1 – 4 % - visoko vlažna silaža zrna i klipa kukuruza, 4 – 6 % silaža trava i leguminoza, 6 – 8 % silaža kukuruza.

Tablica 20. Sadržaj šećera u nekim krmnim travama i leguminozama (% ST). (Katalinić i sur, 2000.)

	Vrsta	šećera	vrsta	šećera
Ljulj	Godina sijanja	5 – 10	lucerna i crvena djetelina	
	Prvi vegetativni porast	10 – 15	prvi rast, lisnat	6 – 10
	Porast stabljike	10 – 20	kasna cvatnja	3 – 5
	Klasanje	10 – 20	2. i 3. otkos	3 – 6
	Cvatnja			10 – 15
	Ponovni porast	5 – 10	bijela djetelina	3 – 4
Ostale trave			silaža biljke kukuruza	
	Godina sjetve	3 – 8	mliječna zrioba (25 % ST)	18
	Prvi rast	5 – 10	voštana zrioba (28 % ST)	14
	Ponovni rast	4 – 8	puna zrioba	10
Čičoka		63	šećerna repa	62

Puferni kapacitet biljke je njezina sposobnost odupiranja snižavanja kiselosti (pH) silaže. Mliječna kiselina koju stvore mliječno kisele bakterije neutralizira se, a kiselost nije dovoljno jaka da ubije štetne mikroorganizme.

Visina pufernog kapaciteta najviše zavisi od sadržaja organskih kiselina, ortofosfata, nitrata, sulfata, klorida, a samo 10 – 20 % o sadržaju bjelančevina. Mliječnokisele bakterije trebaju

proizvesti znatno više mliječne kiseline u travi ili leguminozi s višim pufernim kapacitetom da bi se kiselost spustila sa 6 na 4. Gnojdba visokim količinama dušika povisuje puferni kapacitet. Visok puferni kapacitet imaju leguminoze i kupusnjače te se teško siliraju, a kukuruz ima niži i zato se lako silira. Visok puferni kapacitet imaju mlade biljke, a starenjem opada. Obzirom na sadržaj šećera i puferni kapacitet, poželjno je za siliranje koristiti mješavinu trave i leguminoza (TDS), a čiste leguminoze i trave jesenskog porasta je teško silirati zbog već navedenih razloga.

Kvalitetna sjenaža mora sadržavati 30 – 40 % suhe tvari ili 60 – 70 % vode. Zelena masa trave ili travno-djetelinskih smjesa se pokosi, provene i nakon toga sprema u silos ili plastične bale. Ako se silira zelena masa s manje od 30 % suhe tvari, pri sabijanju se gubi dio biljnih sokova, a takva sjenaža je često lošijeg okusa i manje hranidbene vrijednosti i stoka je slabije jede. Sjenaža koja ima više od 45 % suhe tvari (55 % vode u biljkama) ima problem tijekom sabijanja (gaženja) biljne mase u silosima jer se teško sabija i zrak zaostaje u biljnoj masi, što kvari sjenažu. Optimalan sadržaj suhe tvari se određuje u laboratoriju, međutim budući da je to katkada teže izvodljivo zbog nedostatka laboratorija i opreme za određivanje, služimo se procjenom sadržaja vlage u provenutoj pokošenoj biljnoj masi na licu mjesta. Od isjeckane mase za siliranje napravimo grudicu poput grude snijega u ruci. Ako grudicu od sjeckanog materijala nije moguće oblikovati jer se odmah raspada, masa je previše suha. Silirana masa povoljne je vlažnosti za siliranje ako se napravljena grudica nakon 1 – 2 minute polagano sama raspadne, u tom trenutku silažna masa ima oko 35 % suhe tvari (Katalinić i sur, 2000.).

Tablica 21. Potrebna pH vrijednost za stabilnost travnih silaža (sjenaža) različitog sadržaja suhe tvari.

Maksimalna pH vrijednost za stabilnost silaže (sjenaže)	SADRŽAJ SUHE TVARI %						
	neprovenuta silaža		provenuta silaža		sjenaža		
	20	25	30	35	40	45	50
pH	4,2	4,4	4,6	4,7	4,9	5,1	5,3

Iz tablice je vidljivo da su za sjenaže koje imaju viši sadržaj suhe tvari (35 % i više) dovoljne više vrijednosti (manja kiselost) pH sredine, odnosno što je viši sadržaj suhe tvari sjenaže, viša je minimalna pH vrijednost potrebna kako bi sjenaža bila stabilna i da ne dolazi do kvarenja mase.

Međutim, za sigurno konzerviranje travne silaže s nižim sadržajem suhe tvari od 35 %, potrebno je koristiti dodatke (melasu, kiseline, mikroorganizme mliječno-kiselog vrenja) i usitnjavanje (sjeckanje biljnog materijala). Pri siliranju travne mase koja ima više šećera od leguminoza aditive treba dodavati ako je sadržaj suhe tvari manji od 30 %.

Trave za sjeniranje se trebaju kositi u vlatanju, lucerna u pupanju a djetelinsko-travne smjese prije pupanja.

Tablica 22 . Hranidbena vrijednost sjenaže od različitih krmiva (Katalinić, 2000.).

KRMIVA	suha tvar (g/kg)	sir bjel. (g/kg)	Prob.sir.bjel. (g/kg)	sir. vlakna. (g/kg)	Ca (g/kg)	P (g/kg)	na 1 kg ST (g/kg)Mj
Sjenaža livadne trave, I otkos							
U vlatanju	350	56	38	90	2,3	1,2	5,72
Početak cvatnje	350	49	31	101	2,2	1,1	5,08
Kraj cvatnje	350	41	23	117	2,0	1,0	5,23
Sjenaža lucerne, I otkos							
U pupanju	350	71	52	91	5,4	1,1	5,34
Početak cvatnje	350	61	44	104	5,1	1,1	5,08
Kraj cvatnje	350	60	40	128	4,9	1,0	4,45
Sjenaža djetelinsko travnih smjesa, I. otkos							
Prije pupanja	350	69	52	69	4,2	1,2	6,11
U pupanju	350	60	43	85	3,8	1,2	5,65
Početak cvatnje	350	51	33	99	5,0	1,1	5,53

Iz tablice je vidljivo da kasnijom košnjom dobivamo sjenažu s manjim sadržajem bjelancevina i manjom energetsom vrijednošću. Osim toga kasnijom košnjom u sjenaži ima manje vitamina i mineralnih tvari, nego sjenažom pripremljenom od biljaka koje su ranije košene. Sjenaža je naročito prihvatljiva za spremanje prvog otkosa u proljeće kada je vrijeme dosta nestabilno za spremanje sijena.

Sjenažu spremamo u silo-objekte ili u rolo-bale.

Otkos trava, djetelinsko-travnih smjesa ili leguminoza kosimo u najpovoljnijem vremenu razvoja biljaka, ali pri suhom i sunčanom vremenu. Izbjegavati košenje pri oblačnom i vlažnom vremenu. U trenutku kosidbe svježa trava i leguminoze imaju oko 20 % suhe tvari, visina košnje treba biti 8 cm iznad tla da se izbjegne onečišćenje tlom i unos stare izumrle biljne mase ili nekih drugih tvari u silos ili bale.

Budući da se sadržaj vode u biljkama treba sniziti s 80 – 85 % na 65 – 55 %, pokošenu biljnu masu treba što prije prosušiti na suncu i zraku. Brže prosušivanje biljne mase je pri nižoj relativnoj vlazi i većoj vanjskoj površini travne mase, preko i kroz koju prolazi-struji zrak koji odnosi vlagu, a ujedno je bolja izloženost suncu. Iz ovih razloga se primjenjuje gnječenje biljne mase odmah nakon košnje biljaka jer se mehaničkim gnječenjem istisne kapilarna voda iz unutrašnjosti biljke na površinu biljke. Pokošenu masu okretačima sjena sakupljati u uže zbojeve koji se mogu po potrebi još prevrtati i rastresati dok se materijal dovoljno ne prosuši (nekoliko sati).

Prosušena biljna masa s dovoljno suhe tvari se uz pomoć samoutovarne prikolice na kojoj je uređaj za rezanje, reže na duljinu od 5 ili 10 – 20 cm dužine. Provenuta biljna masa se transportira do silosa (silo- tornjevi, silo-jame, silo-hrpe), gdje materijal treba što prije sabiti u silosu, istisnuti sav zrak, dobro prekriti (hermetički zatvoriti) plastičnom folijom koja ne smije propuštati zrak. Težina 1m³ sjenaže s 35 % suhe tvari je oko 600 kg ili oko 200 kg suhe tvari. Folije koje se koriste za prekrivanje silaže ili sjenaže trebaju biti 0,20 mm debljine jer su otpornije na vjetar i tuču.

Folije zelene i bijele boje su prihvatljivije od crnih folija jer crne folije (crna boja) privlače sunčeve zrake te se folija zagrijava, a s njome i površinski sloj sjenaže ili silaže. Folija ne smije biti poderana jer će na tome mjestu ulaziti zrak i voda te će silaža ili sjenaža oko tog

dijela propasti. Sjenaža je nakon procesa fermentacije, koji traju oko 4 tjedna, pogodna za davanje životinjama za ishranu ako je cijeli proces proizvodnje silaže i sjenaže dobro završen.

Sjenaža iz silosa treba biti dobre kakvoće koja se određuje sadržajem probavljivih hranjivih tvari, pH vrijednošću, omjerom kiselina, koncentracijom amonijaka, brojnošću nepoželjnih mikroorganizama i organoleptičkim karakteristikama.

Poželjna kiselost sjenaže iz silosa je od 4 – 4,5 pH, a za sjenažu od provenute lucerne i djetelina pH je 4,5 – 4,8, odnosno nešto viši.

Poželjan sadržaj mliječne kiseline je 6 – 8 % od suhe tvari za sjenažu s više od 56 % vlage, a 3 – 4 % od suhe tvari za sjenažu s manje od 55 % vlage.

Sadržaj octene kiseline 2 % od suhe tvari za sjenažu od 65 % vlage, a 0,1 % od suhe tvari za silažu od žitarica.

Maslačne kiseline manje od 0,1 % za sve sjenaže i silaže, a propionske kiseline od 0 – 1 % suhe tvari za sve sjenaže i silaže.

U sjenaži ili silaži treba biti manje od 100 000/g anaerobnih mikroorganizama, a plijesni manje od 100 000/g silaže ili sjenaže.

Dobro fermentirana sjenaža treba imati boju biljnog materijala žućkastu ili smeđe-zelenu, miris ugodno kiselkast, po izgledu biti tvrde teksture i u ovoj sjenaži prevladavaju mliječnokisele bakterije.

Sjenaže koje imaju gorak i neugodan miris, zatim miris po octu, miris izgorjelog kruha i miris pljesnivosti znak je slabije sjenaže. Dobru sjenažu stoka rado jede, ima visoku hranjivu vrijednost, a mlijeko je visoke kakvoće.

Spremanje sjenaže u plastične bale je novija tehnologija koja zauzima sve više mjesta jer ima određene prednosti nad sjeniranjem u silosima.

Sjenaža u balama lako se skladišti bilo gdje oko farme, svaka bala je silos sam za sebe u kome se odvijaju fermentacijski procesi, vrlo mala mogućnost je istjecanja silažnog soka jer ima više suhe tvari od silaže, za sjeniranje biljne mase nije potrebno duže razdoblje lijepog vremena, bale sjenaže se mogu lako transportirati do farme ili prodavati na tržištu.

Sjenaža u plastičnim balama spada u najvrjednija konzervirana voluminozna krmiva pri intenzivnoj proizvodnji mlijeka. U plastične bale se uglavnom sjeniraju pokošena i provenuta biljna masa trava i djetelinsko-travne smjese. Žitarice i biljke kukuruza se zbog grubosti krme teško kvalitetno baliraju, bale su manje kompaktne, masa često nije dovoljno sabijena, zaostane zrak, a uslijed toga razvijaju se plijesni i kvasci što kvari sjenažu u bali.

Vrijeme kosidbe je važno zbog očuvanja hranjive vrijednosti krme, kao i mogućnosti adekvatnog prešanja u kompaktne, dobro oblikovane bale. Trave se kose prije početka klasanja, legumonoze treba kositi kad je 20 – 25 % biljaka u cvatu. Na vrijeme kosidbe utječu i vremenske prilike te dostupna mehanizacija. Visina kosidbe biljaka treba biti 8–10 cm iznad tla. Ovom visinom košnje izbjegava se onečišćenje česticama tla, starom biljnom masom, a omogućava se lakša obnova tratine. Pokošena zelena masa se gnječi, što omogućava lakše provenjavanje, a oslobođeni sok iz biljke nosi u sebi i šećere koji postaju lako dostupni mliječnokiselim bakterijama tijekom fermentacije u anaerobnim uvjetima u bali. Pokošenu i zgnječenju masu ne treba previše okretati (dovoljno jedanput), ali ako su vremenske prilike nepovoljne i provenjavanje mase u zboju traje 2 – 3 dana, potrebno je upotrijebiti prikladne dodatke za siliranje jer se u vlažnim i toplim uvjetima u (otkosu) brzo razvijaju plijesni. Pri ovim neprilikama gubici hranjivih tvari mogu iznositi i preko 10 %, dok pri lijepom vremenu i usklađenim radnim operacijama gubici hranjive tvari iznose nekoliko postotaka.

Provenjavanje je važan stadij spremanja sjenaže u plastične bale jer se u biljnoj masi smanjuje razvoj nepoželjnih bakterija. Već pri 35 % suhe tvari u sjenaži bakterije truljenja

(*Clostridiae*) teško preživljavaju. Provenjavanje biljne mase je važno i zbog poželjnog procesa fermentacije i za postizanje poželjne kompaktnosti bala. Najbolji rezultati se postižu kada je sadržaj suhe tvari u biljnoj masi preko 45 %. Pri spremanju sjenaže u plastične bale nije potrebno dodavati aditive u sjenažu ako je sadržaj suhe tvari travne mase veći od 40 %. Pri povoljnim uvjetima provenjavanje na suncu i zraku traje 24 – 36 sati.

Tablica 23. Utjecaj sadržaja suhe tvari na kakvoću travne silaže, odnosno sjenaže (cit: Katalinić i sur, izvor Lingvall i Markstrom, 1986.)

Suha tvar %	Manje od 25	25 - 35	35 – 45	Više od 45
Ph	4,5	4,8	4,9	5,4
(NH ₃) % od ukupnog N	11,4	9,1	6,8	4,3
Mliječna kiselina (% u ST)	5,6	4,6	3,5	1,7
Maslačna kiselina (% u ST)	0,32	0,03	0,01	-
Spore Clostridia (priblišan broj/g sjenaže)	Više od 1000	500	80	5

Iz tablice je vidljivo da je u sjenaži s više od 45 % suhe tvari pH vrijednost visoka iz razloga jer je smanjen udio mliječne kiseline.

Da bi sjenaža bila prihvatljiva u ishrani stoke amonijska frakcija dušika ne smije preći 8 %.

Udio maslačne kiseline ne smije preći 0,1 %.

Broj spora Clostridia ne smije preći 1000 po gramu sjenaže.

Dodaci za siliranje se koriste ako su vremenske prilike nepovoljne te se oni raspršuju ili razbacuju po otkosu provenute biljne mase prije baliranja. Kao dodatke koristimo: organske i anorganske kiseline i njihove soli, a najviše se koristi mravlja kiselina, zatim inokulanti mliječnokiselih bakterija i enzimatski preparati i dodaci koji biljni materijal obogaćuju hranjivim tvarima i šećerima (melasa i suhi rezanci šećerne repe).

Provenutu biljnu masu uz pomoć preša oblikujemo u okrugle (mogu i kvadratne) bale. Zbijenost-kompaktnost bale je važna, a na nju utječe sadržaj suhe tvari u biljnoj masi, sastav i starost tratine u vrijeme kosidbe, tip preše, brzina i način kretanja preše, dužina usitnjavanja biljnog materijala, podešenost preše, snaga motora traktora i vezivanja bale špagom ili mrežom.

Ako je bala dobro zbijena, sav zrak je iz nje istisnut, bala se poveže špagom ili mrežom i nakon toga obavija plastičnom folijom. Ova folija je rastezljiva i stoga lakše prijanja uz bale, a slojevi folije bolje prijanjaju jedan na drugi te time smanjuju eventualne zračne džepove na površini bale. Obavija se 6 slojeva folije oko bale, a folija je bijele ili svjetlozelene boje jer odbijaju toplinske zrake sunca, dok ih crna folija privlači i sjenaža se ispod folije grije što je nepoželjno. Cilj uvijanja bale u foliju je onemogućiti kontakt sjenaže s kisikom.

Bale treba uviti u folije nakon prešanja što prije, a najkasnije dva sata po prešanju da se stvore povoljni uvjeti za konzerviranje provenule, sabijene i oblikovane biljne mase u bale. Bale su dimenzija oko 1,2 m x 1,2 m, a težina bala ovih dimenzija se kreće od 400 – 700 kg (poželjno 550 – 650 kg) ovisno o sadržaju suhe tvari u sjenaži.

Bale u foliji treba pažljivo transportirati i uskladištiti jer ne smije doći do pucanja ili kidanja folije. Na tim mjestima ulazi zrak, voda i razvijaju se neželjeni fermentacijski procesi, što uzrokuje kvarenje sjenaže ili čak potpunu neupotrebljivost kao stočne krme.

Sjenaža je odlično krmivo za preživače uz uvjet da je pravilno spremljena i higijenski ispravna. Sjenaža ima veću hranjivu vrijednost od klasične silaže. Sadrži do 50 % suhe tvari, oko 5 % probavljivih proteina i 0,45 HJ u 1 kg, što čini vrijednost 1 kg dobrog livadnog sjena. Pri ishrani sjenažom može se, a i ne mora davati sjeno životinjama. Upotrebom sjenaže u ishrani krava muzara može se proizvesti 15 kg/dan mlijeka uz zadovoljavanje uzdržnih potreba. Daje se dnevno od 20 - 30 kg sjenaže muznim kravama.

2.2 Koncentrirana (krepka) krmiva

Ova koncentrirana ili krepka krmiva sadrže 10 – 15 % vode, a suha im je tvar visoko probavljiva, probavljivost dostiže i 80 %. Energetska vrijednost im je visoka i iznosi 1 – 1,4 KJ (HJ) u 1 kg.

Neprobavljive hranjive tvari su malo zastupljene, a udio sirove vlaknine je mali.

Prema najobilnije zastupljenoj hranjivoj tvari razlikuju se ugljikohidratna i bjelančevinasta (proteinska) krmiva i krmne masti.

Krepka krmiva se u hranidbi preživača i konja koriste kao dopunska hrana osnovnoj voluminoznoj krmi. Krepka krmiva u hranidbi svinja i peradi koriste se kao osnovna hrana. Sva krepka krmiva se daju stoci bilo sama ili pomiješana u smjesi s drugim krepkim krmivima. Nema pojedinačnog krmiva koje može podmiriti sve potrebe životinja u intenzivnoj proizvodnji.

Ugljikohidratna krepka krmiva imaju najviše lakoprobavljivih ugljikohidrata (šećera i škroba). Opće karakteristike ugljikohidratnih krepkih krmiva su: sadrže velike količine lakoprobavljivih ugljikohidrata (oko 70 %), malo bjelančevina slabog aminokiselinskog sastava i male količine minerala i vitamina.

U ugljikohidratna koncentrirana krmiva ubrajaju se: kukuruz, pšenica, zob, ječam, sirak, raž, tritikale i proso.

2.2.1 Žitarice

Žitarice su neujednačenog sadržaja hranjivih tvari i za njihovo potpuno iskorištenje u obroku treba ih kombinirati s drugim krmivima koja će nadomjestiti deficit pojedinih hranjivih tvari.

Osnovni i najveći sastojak žitarica je škrob, a ima ga u zrnima žitarica od 45 % u zobi, do 72 % u zrnju kukuruza. Škrob je visoko probavljiva komponenta, što objašnjava i visoku energetska vrijednost žitarica. Sadržaj sirovih vlakana je u obrnutoj korelaciji u odnosu na sadržaj škroba. Najviše sirovih vlakana (celuloze, hemicelulze, lignina) ima zrno zobi jer ima debelu ljusku, a ujedno ima i manji sadržaj neto energije od žitarica. Sadržaj masti u zrnju žitarica varira u zavisnosti od vrste biljaka. Zrna zobi i kukuruza imaju 4 – 6 % ulja, odnosno 2 – 3 puta više nego u pšenici i ječmu. Klica ima veći sadržaj masti (10–20 %) od endosperma koji ima 1 – 2 %.

Proteini žitarica su lošeg aminokiselinskog sastava i nedostaje im aminokiselina lizin, dok je kod nekih deficit i metionina, cistina i triptofana.

Zrna ili brašna (prekrupe) žitarica imaju jednostran sastav vitamina. Žuti kukuruz ima karotena, a druge žitarice ga nemaju, većinom su deficitarne u riboflavinu, aneurina imaju dovoljno, a ostalih vitamina B skupine varijabilno. Sadrže relativno dosta tokoferola, a vitamina C i D ne sadrže. Žitarice su dobar izvor fosfora od minerala, a siromašne su kalcijem. Fosfor se u zrnu žitarica oko 70 % nalazi vezan u obliku fitata, koji ima malu vrijednost u hranidbi peradi i svinja.

Tablica 24. Pregled hranjive vrijednosti i kemijski sastav zrnja žitarica, izraženo u %.

Žitarica	KJ	sir.prot.	prob.prot.	sirova mast	sirova vlakna	NET	pepeo	Ca	P
Kukuruz	1,33	9,9	7,8	4,2	2,0	69,6	1,3	0,03	0,32
Pšenica	1,19	13,5	11,7	2,2	3,7	64,1	3,5	0,06	0,44
Ječam	1,20	10,4	8,1	1,8	4,5	67,4	2,9	0,07	0,36
Zob	1,00	10,9	8,5	4,8	10,1	52,2	3,0	0,12	0,35
Raž	1,18	11,5	10,2	1,7	2,4	69,2	2,2	0,06	0,36

Kukuruz

Kukuruz ima najvišu rodost po jedinici površine od svih žitarica. Zrna kukuruza su ukusna krma za sve vrste stoke, a ima i visoku probavljivost. Zrno kukuruza sastoji se od tri sloja: ljuske, endosperma i klice. Proteini kukuruza su pretežno prolamini, među koje spada i zein, a ima i glutelina te globulina i albumina. Biološka vrijednost proteina kukuruza je slaba jer ne sadrži aminokiseline lizin i triptofan. Najviše proteina nalazi se u ljuskama zrna. Zrna kukuruza imaju 4 – 6 % masti najvećim dijelom sastavljene od triglicerida oleinske i linolne kiseline. Stoga se pri obilnoj ishrani kukuruzom stvara tjelesna mast koja je žućkasta, mekana i uljasta zbog ulja kukuruznih klica. Sadržaj vitamina i provitamina karotena skladištenjem se brzo oksidira i gubi. Kukuruz se daje stoci u različitim oblicima kao zrno, prekrupa, samljeven ili prekrupljen zajedno s klipom. Za goveda je bolja prekrupa od cijelih zrna jer ih slabije žvaču.

Muznim kravama se daje u smjese u količini i do 50 %, a ostatak čine druga krmiva i dodaci. Veće količine kukuruza u obrocima muznih krava dovode do omekšavanja maslaca. U tovu junadi uz voluminozni dio obroka kukuruza se daje oko 1,5 kg na 100 kg tjelesne težine. Kukuruz u tovu svinja je kod nas nezaobilazno krmivo, ali veliko učešće kukuruza dovodi do nepovoljnog utjecaja na kakvoću masti, mekoću slanine i suvišno taloženje masti. Radi toga se u završnoj fazi tova, kukuruz zamjenjuje ječmom u hranidbi tovnih svinja. Kukuruzno ulje sadrži više nezasićenih masnih kiselina. Ova osobina u tovu goveda je poželjna jer hranidba kukuruzom omekšava loj tih grla.

Smjese za hranidbu peradi mogu imati i do 70 % kukuruza. Manje je kukuruza u početnim smjesama koje su bogatije proteinima, a završne smjese trebaju više energije, a manje proteina tijekom tova pilića. Kriptoksantin (karotenoidi) kukuruza djeluju povoljno na boju mesnog tkiva, kože pilića i žumanjka jajeta peradi.

Pšenica

Pšenica se pretežno koristi za prehranu ljudi, a zrna koja su slabije kakvoće te suviše niska cijena pšenice za prehranu stanovništva, usmjerava njenu potrošnju za stoku. Energetska vrijednost je nešto niža od kukuruza jer ima manje masti, probavljivost hranjive tvari je visoka, celuloze ima malo, sadržaj sirovih proteina u zrnu pšenica je veći nego kod drugih žitarica. Tvrdere sorte pšenice imaju veći sadržaj proteina od mekih tipova. Zastupljenost aminokiselina je bolja nego kod zrna kukuruza, ali su limitirajuće aminokiseline lizin, treonin

i valin. Pšenica je ukusno krmivo i stoka je rado jede prekrupljenu, ali fino samljevena pšenica oblikuje u ustima životinje tjestastu masu (kao bijelo brašno) koja je stoci neukusna. Pšenica je siromašna kalcijem, vitaminima A i D, a ima relativno dobar udio fosfora u zrnu. Može uspješno zamjenjivati kukuruz u smjesama, a najbolje je kada u smjesama za krave muzare, junad, ovce, janjad u tovu, konje i svinje ne prelazi 50 %. Može se koristiti i sama u hranidbi stoke, ali stoka treba biti prilagođena na povišeni unos zrna ili grublje pšenične meljave. Kod konja s primjenom pšenice u hranidbi treba biti oprezan jer može izazvati kolike. Pšenica u zrnu ima prednost u hranidbi peradi u odnosu na druge vrste stoke.

Ječam

Ječam je po uporabi u hranidbi domaćih životinja odmah iza kukuruza. Sadrži oko 93 % metaboličke energije kukuruza i 93 % pšenice. Manja energetska vrijednost ječma posljedica je većeg sadržaja ljuske (pljevice), od 15 % težine zrna, u kojoj se nalazi oko 5,4 % celuloze, uslijed čega je i probavljivost manja od kukuruza i pšenice. Proteina ima nešto više nego u kukuruzu, ali protein je slabog aminokiselinskog sastava. Proteini su deficitarni u lizin i metioninu. Od minerala ima fosfora i bakra.

Ječam se daje prekrupljen u krmne smjese za sve kategorije i vrste stoke, izuzev u tovu pilića kojima se može davati do 20 % u smjesama. Ječam zbog prisustva pljevice oko zrna i beta glukana, smanjuje brzinu porasta brojlera, jer se remeti kod njih asimilacija hranjivih tvari iz crijeva a pilići uzimaju više vode. Dodavanje enzima beta- glukanaze u smjesu poboljšava se hranjiva vrijednost ječma za brojlere. Kokama nesilicama ječma se može davati u obrocima do 70 %. Za krave muzare može se davati do 6 kg/dan. Junadi, kravama, svinjama, peradi je bolje davati grublje samljeven ječam, dok ovce mogu koristiti i zrno jer ga dobro žvaču. U hranidbi konja treba ga miješati s mekinjama ili zobi. Manje je ukusan od kukuruza, ali u ishrani tovnih svinja daje zrnastu i čvrstu slaninu. Stoga se preporuča pretežni tov svinja kukuruzom zamijeniti barem u zadnjoj fazi tova ječmom.

Zob

Zob ima manju energetska vrijednost od ostalih žitarica (1HJ/kg). Zrno zobi sadrži 30 – 50 % pljevica od ukupne težine zrna, zavisno od sorte. Omotač zrna-pljevica je celulozne građe i upravo on smanjuje energetska vrijednost zobi. Zrno ima preko 10 % sirovih vlakana, masti ima više od kukuruza i drugih žitarica (oko 5 % ulja u zrnu), a proteina oko 12 %. Proteini su slabije kakvoće, ali bolji od proteina kukuruza. Ograničavajuće aminokiseline su lizin i metionin. Zob ima malo kalcija, osrednje fosfora, deficit karotena i vitamina D. Daje se stoci kao cijelo zrno ili prekrupljen, sam ili u smjesi. Manje je pogodan za ishranu svinja i peradi zbog visokog sadržaja celuloze, a manjka energije. Dobra je za ishranu priplodne peradi, svinja, goveda, ovaca i konja. Zob se može koristiti kao jedino koncentrirano krmivo u hranidbi konja jer u želucu oblikuje slobodnu rastresitu masu koja se lako probavi i ne dolazi do pojave kolika u konja. Ako su konji fizički opterećeni zamjenjuje se dio zobi (do 50 %) kukuruzom. U hranidbi tovnih svinja zob ne bi trebao prelaziti 25 % njihovog obroka jer visoki udio zobi u smjesi za tovnih svinje ima tendenciju proizvodnje masti koja je mekša od masti koju daje kukuruz. U smjesama za koke nesilice zobi može biti do 40 %, jer djeluje preventivno na kljucanje perja i kanibalizam kokoši. Ovcama, konjima te kokicama zob se može davati u zrnu, a ostaloj stoci prekrupljena ili grublje mljevena.

Sirak

Zrno sirka je po hranidbenoj vrijednosti slično kukuruzu. Dobro je krmivo za goveda, ovce i konje. Ukusnost zrna sirka zavisi od sorte do sorte, odnosno sadržaja tanina i drugih gorkih tvari. Smeđa zrna sirka imaju manje tanina od svjetlijih zrna. Zrno sirka može u potpunosti

zamijeniti kukuruz i ječam u hranidbi domaćih životinja. Ima više proteina od kukuruza, a manje sirovih masti. Deficitaran je u proteinima i esencijalnim aminokiselinama (lizin, triptofan, treonin). Deficitaran je u kalciju, vitaminu D i karotenu. Sirak s niskim sadržajem tanina može u smjesama zamijeniti druge žitarice do 60 %, bez negativnog utjecaja na produktivnost i zdravlje životinja. Kod nas se malo sirka proizvodi za zrnno, a inače se proizvodi i kao zelena masa za sušenje, dok je prijašnjih godina sirak bio češća kultura na poljima.

Proso

Sličan je po hranjivoj vrijednosti zobi. Zrno ima tvrdi omotač bogat celulozom, koja je teže probavljiva. Cijelo zrno prosa se koristi kao hrana pticama, a za domaće životinje- sisavce se melje jer u protivnom prolazi kroz probavni sustav neprobavljeno. Daje se u smjesama za goveda i ovce.

Raž

Po kemijskom sastavu sličan je pšenici, a ima više lizina, a manje triptofana u bjelancevinama od pšenice. Dosta neukusno krmivo za stoku i stoga se daje u smjesama u određenim količinama. Bolje rezultate raž daje u hranidbi ovaca i tovu janjadi od ostalih vrsta. Tovnoj janjadi se nakon privikavanja može davati kao jedino koncentrirano krmivo, u smjesi do 40 % za krave, tova goveda, tove svinje i krmače u laktaciji. U tovu brojlera daje se u smjesama u manjim količinama jer dolazi do depresije porasta uslijed smanjenja resorpcije iz probavnog sustava. Sadrži dosta neškrobnih polisaharida koji kod pilića izazivaju pojavu vodenog fecesa koji se lijepi na perje. Ako su zrna raži zaražena snijeti koja proizvodi alkalioide, može doći do pobačaja gravidnih životinja i stoga treba biti pažljiv pri njenoj uporabi. Do probavnih smetnji može doći pri naglijem prelasku na ishranu zrnom raži kod stoke i stoga treba biti pažljiv.

Tritikale

Žitarica je nastala križanjem pšenice i raži. Sadrži proteina od 9 – 14 %, a aminokiselinski sastav proteina je između pšenice i raži. Sadrži relativno dosta, fosfora, koji je 75 % vezan za fitinsku kiselinu i tako teško dostupan nepreživačima. Svinjama je tritikale neukusan i stoga, se koristi se u malim količinama, a za nesilice u smjesama može ići do 50 % bez štetnog učinka.

Zrna leguminoza – mahunarki

Leguminoze su bogatije proteinima od žitarica. Sadržaj proteina u zrnima leguminoza se kreće između 20 – 38 %. Kakvoća proteina, i njihova količina zavise, od vrste i sorte. Proteini su bolje vrijednosti od proteina žitarica. Leguminoze sadrže dosta lizina, triptofana, izoleucina i treonina, a nedovoljno metionina i cistina. Iz ovih razloga zrna leguminoza ne mogu otkloniti nepovoljan aminokiselinski sastav žitarica u hranidbi svinja i peradi. Zrna mahunarki imaju najveći značaj u hranidbi preživača.

Zrna leguminoza sadrže tvari koje posjeduju antinutritivna svojstva. Tretiranjem zrna leguminoza kuhanjem, prženjem, klijanjem ili fermentacijom, ove antinutritivne tvari se razgrađuju, čime se smanjuje rizik od negativnog djelovanja kod konzumacije zrna (sjemenja). Zrna leguminoza su dobri izvori energije, fosfora, ali imaju nedovoljno kalcija i karotena. Zelene sorte graška imaju manje vitamina D, dok ga ostale vrste nemaju. Osim

toga deficitarne su vitaminima B kompleksa. Sva zrna leguminoza imaju malo sirovih vlakana od 5 – 10 %, mali sadržaj sirove masti (1 – 3 %) izuzev soje koja ima oko 18 % sirove masti.

Tablica 25. Kemijski sastav zrna leguminoza u %, kao i uporedni pregled hranjive vrijednosti (Bahtijarević, 1982.)

Zrno leguminoze	KJ	sir. protein	sir. mast	NET	sir. vlakna	Ca	P
Grašak	1,15	22 – 26	1 – 2	50 – 52	4 – 5	0,14	0,40
Soja	1,37	34	18	57	6	1,21	0,16
Lupina slatka	1,19	32 – 42	4 – 8	25 – 35	8 – 14	0,34	0,45
Grah	1,21	25	1	59	4	0,12	0,44

Grašak

Za ishranu stoke koristi se stočni grašak, kome je boja smeđa do crna. Stočni grašak je ukusno krmivo za preživače. Upotrebljava se sirov i prekrupljen. Biološka vrijednost proteina je nešto slabija nego u zrnu soje jer ima manje metionina i triptofana. Deficitaran je u kalciju, ima dosta kalija, nema karotena (zelene sorte imaju), ima osrednje vitamina B skupine. Smjesa graška sa žitaricama nije tako dobra kao smjesa zrna soje jer grašak je deficitaran s metioninom.

Muznim kravama grašak se daje dnevno u smjesi do 1,5 kg, ali maslac ovih krava je tvrd i mrvičast. Priplodna i tovna janjad mogu dobivati dnevno 0,2 – 0,5 kg. Dobar je za gravidne i ovce u laktaciji. Konjima se može davati dnevno do 2 kg. Svinjama u tovu je dobar stočni grašak jer povoljno djeluje na čvrstoću slanine.

Za perad može dijelom sudjelovati u smjesama jer tek djelomično podmiruje potrebe za proteinima. Obilna hranidba zrnom graška može izazvati probavne i zdravstvene smetnje. Zrno graška nabubri u kontaktu s vodom, što može izazvati kolike, nadutost i grčeve. Grašak se može davati sirov jer sadrži manje štetnih i gorkih tvari. U hranidbi svinja i peradi može zamijeniti i više od 50 % sojine sačme ako se izbalansiraju aminokiseline.

Soja

Zrno soje se prvenstveno koristi za dobivanje ulja jer ga sadrži od 12 – 20 %, a ostatak nakon ekstrakcije ulja koristi se kao sojina sačma. Manje se koriste punomasna zrna soje u hranidbi životinja. Biološka vrijednost proteina zrna soje je dobra, bogata je lizinom, a limitirajuća aminokiselina je metionin. Zrno soje je visokoenergetsko krmivo jer sadrži dosta ulja, a sirovih vlakana malo. Ima više kalcija, a fosfora malo. Sirova zrna soje imaju termolabilne antinutritivne tvari (inhibitor tripsin i aktivne ureaze), koje se prženjem 10 minuta na 107 °C ili kuhanjem uništavaju. Ako ove tvari nisu uništene smanjena je probavljivost proteina. Aktivne ureaze u soji koja nije termički obrađena, a daje se skupa sa ureom, dovodi do naglog oslobađanja amonijaka koji može izazvati trovanje. Termički obrađena soja se često koristi na malim gospodarstvima kao proteinsko krmivo uz kukuruz i mineralno vitaminski dodatak. Termički neobrađena prekrupa ili zrno soje teže se duže vrijeme skladišti jer dolazi do kvarenja masti, dok se obrađena lako skladišti i čuva. Termički obrađena zrna soje mogu se davati svim vrstama i kategorijama domaćih životinja, ali hranidba većim količinama soje, zbog povećanog sadržaja masti-ulja, može dovesti do proljeva, mekše slanine i mekšeg maslaca.

Lupina

Danas se koriste pretežno slatke sorte lupine. Gorke sorte lupine sadrže otrovne alkaloidne. Mlijeko krava koje se hrane zrnem gorke lupine ima gorak okus. Gorke tvari u zrnu su termolabilne te se zrna kuhanjem, zaparivanjem ili prženjem neutraliziraju. Svinje su osjetljivije na toksično djelovanje alkaloida iz lupine. Protein lupine je dobre biološke vrijednosti, ali oskudijeva metioninom i lizinom. Lupina ima dosta mangana, a kalcija i fosfora slično ostalim zrnima leguminoza. Ovce dobro koriste lupinu i daje im se do 0,3 kg, odraslim govedima 1 – 2 kg/dan, odnosno do 20 % obroka.

Grah

Grah ima oko 25 % proteina koji su slabije biološke vrijednosti. Proteini graha su deficitarni u metioninu, a bogati lizinom. Zrna graha sadrže dosta fosfora i bakra, ali nedovoljno karotena, riboflavina, pantotenske kiseline i kalcija. Sirov grah je neukusan i u sirovom obliku ima gorkih i štetnih tvari koje prelaze u cijanovodičnu kiselinu. Ako se daje sirov mliječnim kravama može uzrokovati veliki pad mliječnosti, a u svinja uginuća. Prokuhan ili zaparen može se koristiti za ishranu svih vrsta životinja. U hranidbi domaćih životinja u našim uvjetima još se koriste znatno manje i leća te bob.

2.2.3 Plodovi drveća

Plodovi nekih vrsta drveća (žir, kesten i bukvice) mogu se koristiti za hranidbu svinja, ovaca i goveda u godinama kada ovi plodovi na drveću rode. Žir hrasta, žir bukve-bukvica i kesten spadaju u ugljikohidratna krmiva jer u njihovu sastavu prevladava ugljikohidratna komponenta.

Žir hrsta

Plod je hrasta koji sazrijevanjem otpada s drveta u jesen, a koji ovce i svinje dosta rado jedu. Jedan hektar hrastovine može dati do 4 000 kg žira, što odgovara vrijednosti od oko 1800 kg zobi. Sirovi žir sadrži dosta vode i lako se kvari plijesnima te kao takav izaziva proljev u stoke. Zreli žirovi se daju svinjama sakupljanjem ili puštanjem svinja u hrastovu šumu da ga same traže i jedu te ovcama koje ga same traže i jedu ispod hrasta. Hrastov žir je po hranjivoj vrijednosti sličan zobi, ima više celuloze, a manje proteina. Ljuska žira ima gorak, odbijajući okus, a žir sadrži i tanine, što može dovesti do zatvora životinje. Tanin iz žira se izlučuje višekratnim ispiranjem vodom. Sa žirom se dobro nadopunjuju krmiva koja djeluju laksativno (mekinje, korijenjače, gomoljače)

Bukvica ili bukov žir

Bolja je i hranjivija od hrastovog žira. Koristi se obično u hranidbi svinja, bilo puštanjem svinja u šumu bukve ili sakupljanjem bukvice te davanjem u korita svinjama da jedu. Puštanje svinja da same traže žir hrasta i bukve nije dobar postupak iz razloga što svinja u tim slučajevima jede i eventualne lešine uginulih životinja u šumi, a što može prouzročiti širenje opasnih zaraza (trihineloze). Bukvica se ne smije davati kopitarima jer u sebi ima alkaloid fagin koji je jak otrov za konje, magarce i mazge.

Kesten

Daje se stoci slično hrastovu žiru, bio divlji ili pitomi. Divlji kesten je neukusan za svinje, a ukusnost se može poboljšati kuhanjem ili zaparivanjem. Hranidbena vrijednost je slična žiru.

2.2.4 Sporedni proizvodi prehrambene industrije

Prehrambena industrija koja obuhvaća mlinove, uljare, šećerane, pivovare, klaonice, mljekare, tvornice za preradu ribe, škroba, alkohola, kafilerije i dr. daje glavne proizvode koji većinom koriste za ljudsku prehranu i piće, a djelom daju i sporedne proizvode koji se koriste za hranidbu domaćih životinja.

2.2.4.1 Proizvodi i nusproizvodi mlinarske industrije

Tijekom procesa mljevenja i prerade žitarica u brašna i krupice dobivaju se sporedni proizvodi: mekinje, krmna (stočna) brašna i mlinska prašina.

Mekinke (posije)

Mekinke se sastoje od ljuski zrna i djela endosperma s manje ili više škrobnih dijelova. Kakvoća mekinja i njihova hranjiva vrijednost zavisi od načina mljevenja i stupnja odvajanja brašnatih dijelova. Mekinke spadaju u polukoncentrirana ugljikohidratna krmiva. Bogatije su proteinima od žitarica, imaju više masti, sirovih vlakana i pepela, ali manje probavljivih ugljikohidrata. Manje su probavljive od žitarica i manje energetske vrijednosti. Mekinke su ukusne (izuzev raževih mekinje) i stoka ih rado jede, a u obroku zamjenjuju dio zrna žita. Imaju dosta fosfora, koji je u fitinskom obliku i nepreživači ga ne mogu dobro iskoristavati.

Najviše se proizvode i široku primjenu imaju pšenične mekinje. Sitnije pšenične mekinje su kvalitetnije od krupnih pšeničnih mekinja. Krupne sadrže samo omotač zrna pšenice, a sitne omotač i dijelove endosperma (brašno), te imaju i veću energetske vrijednost. Pšenične mekinje sadrže dosta nekih vitamina B skupine (niacina, pantotenske kiseline, riboflavina i aneurina), dosta fosfora za preživače i bakra te mangana. Siromašne su kalcijem, nemaju karotena i vitamina D

Mekinke su laksativne, povoljno utječu na apetit i mliječnost krava. Kravama u laktaciji daju se dnevno do 5 kg. Tovnim svinjama i peradi veliko učešće pšeničnih mekinja nije poželjno jer smanjuju energetske vrijednost obroka. U smjesama za perad mogu se umiješati do 20 % za koke nesilice, a brojere do 15 %. Konjima se daju do 1/3 koncentriranog dijela obroka, a za svinje do 50 % obroka dnevno. Mekinke su dobro krmivo za suprasne krmače, prasad i za krave poslije telenja jer djeluju laksativno. Skladištenje mekinja treba obaviti u suhim i prozračnim prostorijama, a treba ih potrošiti za nekoliko mjeseci (3 –5).

Osim pšeničnih mekinja mogu se naći na tržištu i ražene mekinje. Nisu ukusno krmivo i stoga ih u krmne smjese dodajemo do 15 %. Davane same životinjama u većim količinama uzrokuju zdravstvene probleme. Hranjiva vrijednost raženih mekinja je slična pšeničnim mekinjama.

Ječmene mekinje su slabije od pšeničnih mekinja jer imaju više sirovih vlakana, a manje sirovih proteina. Koriste se za preživače, konje i svinje.

Kukuruzne mekinje dobivaju se pri proizvodnji kukuruznog griza i škroba. Sadrže najviše omotače zrna. Ako su dostupne, daju se pretežno preživačima. Imaju dobru energetske vrijednost, ali malo proteina.

Stočno brašno

Stočna brašna nastaju u mlinarskoj industriji kao sporedni proizvod ljuštenja i mljevenja žitarica u brašna. Više je zastupljeno brašno nego ljuske i klice žitarica. Omotači zrna u stočnom brašnu sudjeluju manje od 50 %, a u mekinjama (posju) više. Stočna brašna su ugljikohidratna energetska krmiva i sadrže 20 – 40 % škroba. Imaju više fosfora, a manje kalcija te imaju aneurina i niacina iz skupine B vitamina. Od koje vrste žitarica je prerađena, razlikuje se vrsta stočnog brašna. Koriste se u hranidbi svih vrsta stoke, najviše preživača, a više se proizvodi pšenično stočno brašno, nego druga stočna brašna.

Mlinska prašina nastaje sakupljanjem prašine u mlinovima, a čine je smjesa brašna i mekinja. Tamnija boja mlinske prašine znak je većeg udjela mineralne prašine s malom energetsom vrijednosti, a s manje dijelova žitarica, dok svijetlija mlinska prašina ima veću energetska vrijednost. Koristi se slično mekinjama ako je dostupna na tržištu.

Tablica 26. Hranidbena vrijednost i kemijski sastav sporednih proizvoda mlinarske industrije u % (Bahtijarević, 1982.).

	KJ	voda	sir. prot.	Sir. mast	sir. vlak.	NET	pepeo	Ca	P
Pšen. mekinje									
sitne	0,78	12	14,4	4,2	10,2	53,3	5,7	0,13	1,0
krupne	0,70	11	13,2	4,2	13,4	51,7	6,3	-	-
Raževe mekinje									
sitne	0,79	12	14,9	3,2	6,4	58,7	4,8	0,11	0,89
Ječmene mekinje	0,70	10,9	9,7	3,0	17,3	52,7	6,4	0,12	0,48
Kukur. mekinje	1,14	10,2	9,2	5,9	8,5	62,4	3,7	0,03	0,27
Krmno brašno									
Pšenično	1,12	12,1	16,7	4,3	3,9	59,1	3,9	0,09	0,71
Raževo	1,17	12	13,8	3,9	3,5	64,0	3,3	0,08	0,69
Mlinska prašina	0,50	14	13,5	4,1	9,6	-	-	0,32	0,43

2.2.4.2 Sporedni proizvodi industrije ulja

Sjemenke uljarica (lana, suncokreta, kikirikija, bundeva (tikava), pamuka, uljane repice i drugih uljonosnih biljaka) koriste se za proizvodnju ulja, a nakon izdvajanja ulja iz sjemenja uljarica ostaju sporedni proizvodi sačme ili pogače. Nešto češće se koriste sjemenke lana i suncokreta u hranidbi domaćih životinja, bez izdvajanja ulja. Sjemenke lana i suncokreta se koriste prvenstveno u hranidbi peradi, a malo u hranidbi ostalih vrsta životinja.

Sjemenke biljaka uljarica imaju visoku energetska vrijednost i visok sadržaj proteina. Sadržaj ulja u sjemenkama uljarica kreće se zavisno do vrste i sorte u rasponu 17 – 50 %. Sjemenke uljarica u tvornicama ulja se čiste, djelomično odvaja ljuska, nakon čega se podvrgavaju postupku odvajanja ulja iz zrna. Izdvajanje ulja može biti uz pomoć hidrauličnih presa, kad se ulje iscijedi, a ostaje uljana pogača. Uljane pogače sadrže 6 – 10 % ulja i imaju visoku energetska vrijednost. Ako se izdvajanje ulja iz sjemenja uljarica vrši uz pomoć otapala, a kao otapalo češće se upotrebljava benzin. Ulje se odstrani iz sjemenki ostatak se zove sačma. Uljane sačme su važno proteinsko krmivo biljnog porijekla koje se koristi za hranidbu domaćih životinja. Sadržaj proteina u sačmama je veći nego u pogačama, a postupak dobivanja ulja uz pomoć otapala je zastupljen u suvremenoj uljnoj industriji, dok je cijedenje

ulja uz pomoć presa stara tehnologija. Uljane sačme sadrže 20 – 50 % proteina, a pogače 14 – 16 %. Proteini uljanih sačmi su dobre biološke vrijednosti i povoljnog aminokiselinskog sastava. Proteini su boljeg aminokiselinskog sastava u odnosu na proteine žitarica, a slabiji od proteina mlijeka i jaja. Sačme uljarica koje imaju bolji aminokiselinski sastav su sojine i suncokretove sačme. Sačmama uljarica nedostaju djelom aminokiseline lizin, metionin, triptofan i cistin. Ovaj nedostatak se osjeća kod hranidbe svinja i peradi znatno manje u hranidbi odraslih preživača. Uljane sačme i pogače služe kod korekcije proteina u obrocima domaćih životinja. Uz drugu biljnu hranu preživačima, kopitarima i odraslim svinjama mogu se podmiriti njihove potrebe u proteinima i energiji, ali za mlade životinje ovih vrsta te peradi treba davati u obroku i određenu količinu proteina animalnog porijekla.

Sadržaj sirovih vlakana je različit i zavisi od vrste uljarice te načina dobivanja ulja. Od količine ljuske koja je ostala na sjemenkama zavisi i sadržaj drugih hranjivih tvari, energetska vrijednost i probavljivost istih. Sačme sadrže 2,6 – 38 % celuloze, a pogače 5 – 36 %. Sadržaj masti u sačmama kreće se 1 – 5 %, a u pogačama i do 10 %. Uljane sačme i pogače nemaju vitamina D, karotena i sadrže malo ostalih liposolubilnih vitamina, a dobar su izvor vitamina B skupine.

Sačme i pogače sadrže 6 – 7 % mineralnih tvari, od čega 0,3 – 0,4 % kalcija. Ova količina kalcija je viša nego što ga ima u žitaricama, dok fosfora imaju dosta (0,12 – 1,3 %). Fosfor se nalazi u fitinskoj formi oko 50 % i u ovome obliku nije koristan za monogastrične životinje. Sačme nekih uljarica imaju antinutritivne tvari i stoga se daju stoci u ograničenim količinama. Uljane sačme su uglavnom ukusna krmiva.

Sojina sačma i pogače

Spadaju u najkvalitetnija biljna proteinska krmiva. Sačma sadrži 44 – 46 % proteina, 1 – 1,5 % ulja, do 7 % celuloze, dok sačma od oljuštenog zrna soje sadrži oko 50 % proteina, 0,27 % Ca i 0,60 % P. Nakon izdvajanja ulja sačma se zagrijava, čime se povećava biološka vrijednost proteina. Zrno soje sadrži neke toksične i inhibitorne tvari (tripsin inhibitor). Tripsin inhibitor inhibira probavu proteina. U zrnu soje ima i drugih inhibitora, zatim lectina koji su toksični. Inhibitori se neutraliziraju toplinom na 120 °C, kao zrna soje, sačme ili sojinog brašna.

Sojina sačma koja je svijetlo žuta nakon termičke obrade, znak je da nije dobro zagrijavana i neugodnog je mirisa, kao svježi grah. Tamna boja sojine sačme znak je pregrijanosti tijekom termičke obrade, što utječe na kvalitetu sačme ili punomasnog zrna soje jer se smanjuje dostupnost aminokiselina lizina i arginina. Proteini sojine sačme imaju sve esencijalne aminokiseline, ali malo metionina i cistina. Osim nedostatka ovih aminokiselina, sačma sadrži malo vitamina B kompleksa. Suncokretova sačma ima dva-tri puta više metionina od sojine sačme te se miješanjem ovih sačmi dijelom izbalansira obrok za životinje (dodatak ribljeg brašna također balansira sadržaj metionina jer ga ima dovoljno). Sojina sačma se koristi u smjesama svih vrsta i kategorija domaćih životinja. U smjesama sudjeluju 4 – 6 % i više, zavisno od potrebe pojedinih kategorija stoke. Hranidba nepreživača sojinom sačmom kao glavnim izvorom proteina ima i neke negativnosti. Sojina sačma je slab izvor B vitamina i stoga se treba dodavati neki njihov dodatak ili u obliku animalnih proteina kao što je riblje brašno.

Ako se ovaj deficit ne isključi, krmače mogu prasiti slabu prasad, koja sporo raste, krmača ima manje mlijeka, a starije svinje imaju slabu koordinaciju pokreta i teško se kreću. Rasplodne koke nesu jaja koja se slabije izliježu, a ti pilići su slabi.

Korištenje cijelog zrna soje u hranidbi domaćih životinja proširilo se zadnjih godina na manjim seoskim gospodarstvima. Zrna soje se termički obrade na temperaturi 110 °C za tri

minute, čime se inaktivira tripsin inhibitor. Termički obrađena zrna se melju i dobija se brašno od punomasne soje. Brašno punomasne soje sadrži oko 38 % proteina, 18 % masti i 5 % sirovih vlakana. Ova zrna ili brašno soje imaju primjenu u hranidbi preživača, svinja i peradi. Ulje u cijelom zrnju soje ima za posljedicu dobivanje meke slanine u svinja, o čemu treba voditi brigu.

Suncokretova sačma i pogača

Pogače od oljuštenog i djelomično oljuštenog sjemena suncokreta sadrže više ulja u odnosu na sačme. Ljuska suncokreta je tvrda i na nju otpada od 30 – 45 % težine. Oljuštena zrna imaju više proteina manje celuloze. Proteini su odličan izvor metionina i stoga se sjeme suncokreta dodaje u krmne smjese da se podmiere potrebe u metioninu ali su deficitarni u lizinu i stoga se dobro kombinira s animalnim krmivima koja su bogata lizinom (riblje brašno). Ulje iz sjemenki suncokreta sadrži esencijalne masne kiseline potrebne životinjama. Sadrži dosta polinezasićenih masnih kiselina i stoga davanje u obrocima tovnim svinjama dovodi do pojave mekane slanine. Sačma neoljuštenog sjemena suncokreta sadrži najmanje 24 % proteina i do 25 % sirovih vlakana, dok sačma oljuštenog zrna suncokreta ima najmanje 44 % proteina, a sirovih vlakana do 10 %. Za hranidbu peradi i svinja koriste se sačme i pogače od oljuštenog zrna suncokreta, dok se za preživače koriste sačme i pogače djelomično oljuštenog i neoljuštenog zrna suncokreta. Sačma suncokreta ima više fosfora i kalcija od soje. Suncokretova sačma je vrlo bogata niacinom i pantotenskom kiselinom.

Suncokretova sačma se svinjama u tovu daje u obroku do 5 %, krmačama do 10 %, muznim kravama 15 – 20 % dnevnog obroka, junadi u tovu oko 15 %, konjima oko 1 kg/dan, a ovcama 0,5 kg/dan. Odrasloj peradi daje se oko 10 %, a podmlatku peradi se ne preporučuje u obrocima. Sačme i pogače trebaju biti zdrave i nezaražene, a imaju kratak vrijeme čuvanja jer lako dolazi do oksidacije - užegnuća ulja, što ove proizvode čini neukusnima. Sačma od neoljuštenog sjemena suncokreta ima oštre ivice ljuske, uslijed čega može doći do povreda sluznice životinja.

Arašidova (kikirikijeva) sačma i pogača

Proizvode se od oljuštenih i neoljuštenih sjemenki, što im određuje hranidbenu vrijednost i probavljivost. Oko 75 % otpada na jezgru, a 25 % na ljusku kikirikija. Sačme i pogače kikirikija se koriste kao i soja. Kod nas se malo koriste jer prednost imaju soja i suncokret. Sačma kikirikija se lako kontaminira s aflatoksinima i stoga treba biti oprezan kod njene primjene.

Pamukova sačma

Kod nas se malo koristi. Dobiva se od oljuštenog i neoljuštenog sjemena pamuka. Sjeme je sastavljeno od jezgre oko 75 % težine, a 25 % težine otpada na ljusku. Ljuska je manje probavljiva jer ima više celuloze. Sačma je tvrda i oštra, ali i ukusno krmivo. Proteina ima i do 50 %, osrednje su kakvoće, deficitarni u lizinu i metioninu. Ima dosta P, Fe i Cu, a malo Ca. Pojedine sorte pamuka imaju u neoljuštenoj sačmi otrovnu tvar fenolske prirode gosipol. Iz ovog se razloga ne preporuča davati u obrok nepreživačima, treba biti oprezan eventualnom primjenom u hranidbi stoke.

Pogače i sačme uljane repice

Sačma uljane repice ima oko 34 %, a pogače više od 27 % proteina. Proteini su dobrog aminokiselinskog sastava, a mineralni sastav povoljan. Sačme i pogače su neukusna krmiva,

mirisa na bijeli luk, sadrže i eruka kiselinu koja je antinutritivna tvar. Sjeme sadrži enzim mirozin. U prisustvu vode enzim mirozin se aktivira i razlaže glikozid na gorušičino eterično otrovno ulje koje nadražuje sluznicu probavnog trakta i mokraćne bešike. Enzim mirozin se uništi termičkom obradom sjemena repice. Repičina sačma se prije davanja stoci ne smije kvasiti vodom već davati u suhom stanju jer se u tom slučaju ne aktivira enzim mirozin u probavnim organima. Nove sorte uljane repice sadrže znatno manje štetnih tvari. Uljane sačme se više koriste u hranidbi preživača miješanjem sa ukusnijim krmivima. Muznim kravama daje se dnevno uljane sačme do 3 kg, ovcama 0,15 kg, junadi u tovu do 2 kg i svinjama oko 0,25 kg dnevno. Uljna sačma novih sorti u smjese za rasplodne nesilice dodaje se do 10 %, dok se za proizvodnju konzumnih jaja dodaje kokama u smjesu do 3 % jer jaja dobiju miris po ribi.

Lanena sačma i pogače

Sačme i pogače lana dobrog su okusa i ugodnog mirisa. Biološka vrijednost proteina je osrednja, a deficitarne su lizinom, metioninom, cistinom i triptofanom. Imaju malo kalcija, znatno više fosfora i bakra. Deficitarne su karotinom i riboflavinom, dok ostalih vitamina B skupine imaju dovoljno. Lanena sačma sadrži 33 – 37 % proteina. Energetska vrijednost sačme i pogača je dobra. Sjeme lana i lanene pogače imaju sposobnost bubrenja zbog sadržaja pektinskih tvari, a sačme zbog zagrijavanja izgube ovo svojstvo. Sačme i pogače djeluju laksativno u probavnom sustavu životinje. Dodaju se u smjese za muzne krave do 10 %, krmnim smjesama za telad 10 – 15 %, suprasnim krmačama do 20 %. Ovcama i janjadi u tovu mogu se davati do 20 % obroka. Životinjama ne treba davati lanenu sačmu ili pogaču više od 20 % dnevnog obroka jer djeluje na promjenu mesa i slanine, koji kod svinja postaju meki, a maslac poprima okus lanenog ulja. Dlaka stoke hranjene lanenim sačmama ili pogačama postaje sjajnija i glatka. Lanena sačma može izazvati upalne promjene na sluznici probavnih organa jer sadrži cijanovodični glikozid linamarin.

2.2.4.3 Sporedni proizvodi industrije šećera

Repini rezanci

Repini rezanci su uz melasu sporedni proizvodi iz šećerana koji se koriste za hranidbu domaćih životinja. Šećerna repa u šećeranama nakon pranja, sječenja na rezance, kuhanja u difuzerima (ostaju izluženi repini rezanci) i kristalizacije šećera iz difuznog soka ostaje melasa.

Svježi repini rezanci koriste se u svježem stanju, suhi i silirani. Svježi repini rezanci su vodenasto sočno krmivo koje sadrži oko 90 % vode. Uslijed ovog svojstva se lako pokvare, ukisele, uplijesne i brzo trunu. Stoga se koriste na farmama blizu šećerana. Suha tvar repinih rezanaca je pretežito ugljikohidratno krmivo jer sadrži dosta šećera, malo proteina i celuloze. Pepeo repinih rezanaca je bogat kalijem, a siromašan kalcijem i fosforom. Svježi repini rezanci se mogu silirati zajedno s suhim i proteinima bogatijim krmivima.

Repini rezanci svježi ili silirani koriste se u hranidbi svih preživača i svinja. Svježi rezanci u tovu goveda daju se dnevno do 40 kg/dan, do 30 kg/danu muznim kravama, ovcama 2 kg i konjima do 10 kg/dan. Silirani repini rezanci imaju oko 20 % veću hranidbenu vrijednost od svježih. Daju se upola manje po danu i obroku od svježih rezanaca šećerne repe.

Suhi rezanci šećerne repe dobivaju se sušenjem svježih repinih rezanaca. Suhi rezanci šećerne repe se mogu prešati ili ostati u rasutom stanju. Oni su ugljikohidratna krmiva, bogata energijom. Suha tvar sadrži 50 – 59 % NET-a i 18 – 21 % celuloze, siromašni su mineralima i

vitaminima. Suhi rezanci sadrže oko 10 % vode, a ako imaju više od 12 % vode, lako se pokvare. Sadrže dosta pektinskih tvari koje upijaju vodu te rezanci nabubre. Kvašenjem vodom suhi rezanci šećerne repe povećaju volumen 3 – 4 puta. Stoga se prije davanja životinji za jelo trebaju nekoliko sati natapati u vodi da nabubre, u suprotnom bi bubrenje nastupilo u probavnom sustavu. Ako životinje konzumiraju suhe repine rezance mogu im se dogoditi začepljenja jednjaka, nadam i kolike. Najčešće se daju muznim kravama 3 –4 kg/dan, čime se podmiruju potrebe za proizvodnjom oko 6 kg/dan mlijeka u energiji, u proteinima za oko 3 kg/dan, a potrebama u fosforu za 1 kg mlijeka. Uočljivo je da suhe repine rezance treba kombinirati s drugim krmivima bogatim proteinima i mineralima. Nisu pogodna krmiva za perad, dok ih za hranidbu svinja treba obavezno nakvasiti vodom.

Melasa

Nakon kristalizacije šećera iz difuznog soka ostaje melasa. Melasa je gusta tekućina, slatkog okusa i ugodnog mirisa. Od 100 kg šećerne repe dobije se oko 3 kg melase. Melasa se uglavnom koristi za proizvodnju alkohola i stočnog kvasca, a manje za hranidbu stoke. Sadrži oko 20 % vode, oko 10 % sirovih proteina, uglavnom amidnog karaktera, oko 60 % NET- a, prevladava saharoza i oko 10 % minerala Ca, K, Na i Cl. Od minerala zastupljenije su kalijeve soli. Melasa djeluje laksativno i otopljena u vodi 1:4 koristi se za melasiranje suhih i manje ukusnih krmiva prskanjem (kukuruzovina, slama) ili kao dodatak za siliranje krmivima koja nemaju dovoljno šećera da se sama ili se teško sama siliraju.

Melasa se dodaje i u krmne smjese za njihovo peletiranje, gdje služi kao vezivo. Može se davati dnevno do 2 kg, ovcama 0,1 – 0,3 kg, svinjama na 100 kg tjelesne mase 0,3 kg ili u smjesama do 6 %.

2.2.4.4 Sporedni proizvodi industrije alkohola

Za proizvodnju alkohola koriste se ugljikohidratna krmiva (krumpir, voće, raž, ječam, riža, melasa i dr). Vrenje se odvija pod djelovanjem dijestaze koja pretvara škrob u šećer. Šećer se pretvara u alkohol uz pomoć kvasca. Nakon završenog vrenja alkohol se destilira, a ostatak, koji je vodenast naziva se džibra (drop). Tijekom alkoholnog vrenja utroše se samo šećeri i škrob, a od polazne sirovine (kukuruz, krumpir, voće) ostaju proteini, masti, sirova vlakna, minerali, a i male količine alkohola i organskih kiselina. Svježa džibra – drop ili komina sadrži oko 90 % vode, oko 2,5 % sirovih proteina i oko 4 % NET-a. Energetska vrijednost je oko 0,1 – 0,15 KJ/kg. Svježa komina je lako kvarljiva i stoga je treba brzo utrošiti kao hranu preživačima.

Muznim kravama može se dnevno davati do 40 kg (litara), tovnjoj junadi do 20 l, a ovcama 3 l/danu. Protein je slabog aminokiselinskog sastava, siromašan metioninom i lizinom, a vrlo siromašan Ca, dobar izvor vitamina B skupine. Višak džibre se može silirati s suhim voluminoznim krmivima ili se osušiti.

Hranjiva vrijednost suhe džibre zavisi od vrste osnovne sirovine za proizvodnju alkohola.

Suha džibra se može davati u obrocima svim vrstama stoke, a veću primjenu ima u hranidbi preživača.

Svježa komina ili drop je ostatak pri destilaciji alkohola iz voća. Sadrži oko 70 % vode, male je hranidbene vrijednosti, sadrži malo proteina, a dosta celuloze. Koristi se u hranidbi odraslih goveda, ovaca i svinja, ali treba biti oprezan i nadzirati zdravlje životinja. Suha komina voća dobije se sušenjem i kao takva se može koristiti u hranidbi stoke.

2.2.4.5 Sporedni proizvodi industrije piva

Pivski ječam i hmelj su osnovne sirovine za proizvodnju piva. Ječam se naklijava, zatim suši, klice se nakon sušenja lako odvajaju od zrna. Odlomljene i osušene sladne klice ječma se koriste za hranidbu stoke. Ostatak zrna ječma se prekrupi, navlaži vodom i zagrijava, pri čemu se pod utjecajem enzima kvasca vrši saharifikacija škroba. Nakon vrenja tekuća masa se odvaja kao pivski trop (komina, treber), a odvaja se i pivski kvasac.

Pivski trop je kašasti dio koji zaostaje kada se tekući dio odvoji, a čine ga voda i netopivi dijelovi zrna. Sadrži oko 85 % vode, 3 – 7 % vlakana, 10 – 15 % NETa i 3 – 7 % proteina. Energetska vrijednost 4 – 5 kg svježeg pivskog tropa jednaka je 1 kg zrna žita. Siromašan je mineralima, dobar izvor vitamina B, ima miris fermentiranih zrna žita, ali je lako kvarljiv. Pivski trop se u svježem stanju daje kravama 10 – 20 kg/dan, muzne krave reagiraju povoljno s mliječnosti, ovcama i svinjama se daje do 3 kg. Mladim i gravidnim životinjama ne treba davati svježi treber zbog lake kvarljivosti. Treba se dobro uskladištiti u buradima, koja trebaju biti zatvorena ili u plastičnim vrećama, također svezanima tako da što manje ostane zraka u njima.

Suhi pivski treber

Dobija se sušenjem svježeg pivskog trebera. Suha tvar ima 22 – 25 % proteina, dobrog aminokiselinskog sastava. Sadrži oko 14 % celuloze, masti 6 – 7 % i pepela 4 – 5 %, od čega 0,3 % P i 0,2 % Ca. Energetska vrijednost je slična mekinjama. Biljojedi, a napose preživači, bolje koriste treber od nepreživača.

Sladne klice ječma dobiju se kada su klice 1 – 2 puta duže od zrna ječma, a to je oko 7 – 10 dana držanja ječma u kljalištu. Ječmene sladne klice sadrže 90 % suhe tvari, 22 – 25 % proteina, od čega 1/3 otpada na amide zbog čega se daju preživačima. Siromašne su kalcijem, a bogate fosforom. Ukus im je gorak i stoga je potrebno da se životinja na njih navikne. Daju se odraslim govedima do 3 kg/dan, a veća količina može izazvati proljev.

Svježi i suhi pivski kvasac

Kvaščeve gljivice (*Sacharomyces species* ili *Torula species*) koriste se pri fermentaciji piva. Svježi pivski kvasac čini talog koji preostaje nakon pretakanja fermentiranog piva. U svježem stanju mora se brzo trošiti jer se lako kvari.

Suhi pivski kvasac se dobije sterilizacijom svježeg pivskog kvasca i sušenjem te se može dugo čuvati. To je visoko proteinsko i vitaminsko krmivo.

Pretežito se koristi kao dodatak krmnim smjesama u količini od 1 – 5 %. Pekarski i stočni kvasci su bogati proteinima, biološke vrijednosti između biljnih i animalnih krmiva. Svi kvasci su bogati vitaminima B skupine, izuzev vitaminom B₁₂. Bogati su provitaminom D, a izloženi djelovanju UV - sunčevih zraka sadrže velike količine vitamina D. Kvasci su visoke probavljivosti, mineralna komponenta je bogata fosforom spojevima, ali su deficitarni u kalciju, vitaminu A i C te aminokiselinama cistinu i metioninu. Mlade životinje (koje se rano odbijaju od mlijeka) trebaju u hranidbenim smjesama imati kvasce u suhom stanju (5 – 10 %). Muznim kravama se može davati 2 – 3 kg suhog kvasca/danu, svinjama 0,2 – 0,3 kg. Kod nas se malo proizvodi i koristi, iako je odlično krmivo za sve vrste i kategorije životinja.

Tablica 27. Usporedni pregled hranjive vrijednosti i kemijskog sastava kvasaca u %. (Bahtijarević, 1982.).

	KJ	voda	S.P.	S.M.	S.VI.	NET	pepeo	Ca	P
Pivski kvasac									
suhi	1,11	10,1	47,5	1,6	1,4	31,8	7,6	0,13	1,56
Pekarski kvasac									
suhi	1,16	10,1	49,9	3,6	0,9	27,5	8,0	0,28	0,80
Krmni kvasac									
suhi na melasi	1,10	10,0	54,5	0,6	2,4	24,7	7,8	-	-

Istraživanja posljednjih godina na jednostaničnim organizmima idu u pravcu mikrobiološke sinteze proteina. Jednostanični organizmi, kvasci i bakterije rastu vrlo brzo i mogu udvostručiti svoju masu za 3 – 5 sati. Kao hranjive podloge, mogu poslužiti zrna žitarica, šećerna repa, sporedni proizvodi šećerne repe i trske, otpadni i sporedni proizvodi prehrambene industrije, slame, celulozni otpaci drveta i dr.

Mogućnost proizvodnje proteina od strane jednostaničnih organizama je ogromna, ali je povezana i s nekim problemima. Ozbiljni su problemi vezani uz gastrointestinalne poremećaje, nagomilavanje mokraćne kiseline i dr. Jednostanični proteini se mogu proizvoditi korištenjem nefotosintetskih i fotosintetskih organizama. Od nefotosintetskih organizama kvasci su na prvome mjestu, a iza njih slijede bakterije i gljivice. Fotosintetski organizmi, u koje spadaju alge, mogu se proizvoditi u osvijetljenim jezerima s dovoljno soli karbonata, fosfata i nitrata. Uslijed porasta stanovništva i povećanih potreba za proteinima te uslijed alternativnih mogućnosti pretvaranja nekvalitetnih sporednih proizvoda industrije u kvalitetne, očekivati je pronalaženja novih dostignuća u primjeni jednostaničnih organizama.

2.2.4.6 Nusproizvodi industrije škroba

Škrob se industrijski proizvodi iz krumpira i kukuruza. Sirovina se najprije usitni, ponekad stavi u blagu otopinu sumporne kiseline da se lakše izdvoje zrnca, a zatim se ispire vodom. Nakon ovih postupaka zaostane pulpa koja je građena iz staničnih opni, ljuski zrna, neotopljenih ugljikohidrata i proteina, koja se zatim cijedi te svježa ili osušena koristi za ishranu stoke. Pulpa krumpira je vodenasto krmivo s oko 90 % vode i oko 10 % NET-a. Sadrži malo proteina i minerala. Lako se kvvari, nije ukusna, a kravama se može davati do 20 kg/dan.

Kukuruzna pulpa je kvalitetnija od krumpirove, ima oko 85 %, vode, 2 – 3 % sirovih proteina i 10 % NET-a. Sušenjem kukuruzne svježe pulpe dobije se suha pulpa, od koje se mogu izdvojiti pojedine frakcije (gluten, mekinje, ekstrahirane klice). Gluten ili glutensko brašno je krmivo u kojem predvladavaju proteini kukuruza. Sadrži oko 40 % proteina slabijeg aminokiselinskog sastava jer je deficitaran lizinom i triptofanom. Gluten se može koristiti za hranidbu goveda, peradi i svinja 3 – 7 % u smjesama.

Gluten kukuruza je bogat karotinom i ksantofilom. Ovi pigmenti boje žumanjak kokošjih jaja te potkožno tkivo peradi u tovu.

Pšenični gluten se dobija pri proizvodnji škroba iz pšenice, a sastoji se od pšeničnog glutena, omotača zrna i škroba. Može sadržavati 60 – 75 % proteina, slabog aminokiselinskog sastava, ali ugodnog je mirisa i okusa.

2.3 Krmiva animalnog porijekla

Krmiva animalnog porijekla su nužna za pravilnu hranidbu mladunčadi svih životinja i visokoproduktivnih grla monogastričnih životinja. Proteini porijeklom iz animalnih krmiva su visoke biološke vrijednosti, bogati esencijalnim aminokiselinama, posebno lizinom, metioninom i triptofanom. Ova krmiva imaju daleko veći značaj u hranidbi peradi i svinja, a manji za biljojede jer oni mogu podmiriti potrebe u esencijalnim aminokiselinama putem mikroflore probavnog trakta.

Krmiva animalnog porijekla dobivaju se kao nusproizvodi prerade mlijeka, ribe, tkiva i lešina zaklanih životinja. U ovu skupinu spadaju i kolostrum i normalno svježe mlijeko koja su prva i dijelom potpuna hrana podmlatka sisajućih životinja. Postoji veliki broj krmiva animalnog porijekla od kojih samo manji dio ima širu praktičnu primjenu. Nakon rođenja sisajuća mladunčad hrani se prvih dana kolostrumom, zatim normalnim mlijekom, a nakon odbijanja svaka vrsta se hrani sebi svojstvenom hranom. Biljojede se hrane biljnom krmom, svejedi pretežno biljnim koncentriranim krmivima uz dodatak dijela animalnih krmiva da se izbalansira obrok i potrebe životinja. Domaći mesojedi (psi i mačke) se hrane pretežno animalnim krmivima, koja čine osnovu njihove prirodne hrane. Krmiva animalnog porijekla se teže čuvaju, ne smiju biti zaražena i izazvati bilo kakve bolesti. Tretiranje visokim temperaturama smanjuje probavljivost proteina i dovodi do gubitaka izvjesnih hranjivih tvari, npr. vitamina.

Animalna krmiva se daju životinjama u manjim količinama od biljnih proteinskih krmiva, a prvenstveno radi balansiranja deficita bitnih aminokiselina, prvenstveno nepreživača, jer se životinje hrane pretežno biljnom hranom, a time i biljnim proteinima. Osim proteina animalna krmiva imaju dijelom doprinos mineralnoj opskrbi te opskrbi vitaminima B kompleksa, a katkada i energetske vrijednosti obroka. Sva krmiva animalnog porijekla su skupa. Neke sintetske aminokiseline se proizvode industrijski i dodaju u krmne smjese radi balansiranja obroka u aminokiselinama. Velika većina animalnih krmiva u većini zemalja je zabranjena u hranidbi stoke zbog prevencije i mogućeg širenja transmisivih spongiformnih encefalopatija. Od ove zabrane su izuzeti riblje brašno, mlijeko i proizvodi od mlijeka.

Riblje brašno

Riblje brašno je nusproizvod industrije prerade ribe (haringe, srdele, sardine, tune, bakalara i dr.), a sadrži cijele ribe osušene, samljevene ili dijelove riba. Pri ovom postupku može biti ekstrahirani dio ulja iz riba. Riblje brašno sadrži sol 3 – 7 %. Kakvoća ribljeg brašna zavisi od sirovine i načina sušenja. Riblje brašno je dobre hranidbene vrijednosti, a proteini, minerali i vitamini su u takvom obliku da su dobro iskoristivi u organizmu životinje. Riblje brašno je dobar izvor kalcija, fosfora i drugih minerala. Riblje brašno nije dobar izvor liposolubilnih vitamina jer su oni topljivi u mastima, dijelom se gube pri ekstrakciji masti, a osim toga dio vitamina A i D se gubi i eventualnom oksidacijom masti u ribljem brašnu.

Riblje brašno može sadržavati od 5 – 20 % masti. Bogat je izvor vitamina B₁₂ i neidentificiranih čimbenika rasta. Metoda sušenja je vrlo bitna jer adekvatno proizvedeno riblje brašno ima probavljivost proteina od 92 – 95 %, a u suviše zagrijavanom brašnu probavljivost je znatno manja i iznosi oko 60 %. Riblja brašna imaju najveću primjenu u hranidbi monogastričnih životinja. Koristi se uglavnom u obrocima i smjesama mladih životinja čije su potrebe za esencijalnim aminokiselinama i proteinima velike. Za ove mlade životinje u obrocima može biti do 15 % ribljeg brašna. Starije životinje imaju manje potrebe

za proteinima i esencijalnim aminokiselinama, a time i manju potrebu za ribljim brašnom u obroku. Sadržaj ribljeg brašna kod ovih životinja je do 5 %, a može se i potpuno isključiti iz obroka jer se miris ribe preko ribljeg brašna može prenijeti na meso, jaja i mlijeko, što je nepoželjno.

Riblje brašno se lako užegne jer sadrži mast (5 – 10 % i više) i stoga se mora štititi od oksidacije. Ne smije biti zaraženo salmonelom niti koli bakterijama jer u tom slučaju preko njega stoka može imati zdravstvenih problema. Kuhinjska sol koja se dodaje ribljem brašnu ili se riba i djelovi sole služi kao konzervans.

Od ostalih ribljih nusproizvoda na tržištu se mogu naći i brašno ribljih otpadaka, riblje jetreno brašno, kitovo brašno, kondezirani riblji sok te riblje i kitovo koštano brašno. Sva ova krmiva imaju izuzetnu vrijednost jer služe kao dodatak krmnim smjesama zbog balansiranja esencijalnih aminokiselina, dobar su izvor mineralnih tvari, nekih vitamina i nepoznatih čimbenika rasta. Količina u krmnim smjesama ovih krmiva je zavisna od vrste i kategorije životinje, a kreće se od 5 – 10 % u smjesama.

Mesno brašno

Mesno brašno proizvodi se od ostataka mesa, bubrega, srca, jetra, žlijezda i drugih dijelova tijela životinja u klaonicama (bez papaka, rogova, dlake, perja i sadržaja probavnog aparata), a sam proces sastoji se od kuhanja, sušenja, mljevenja i sterilizacije mesnog brašna. Sterilizacija se vrši u autoklavima, a mast se velikim dijelom izdvaja. Hranjiva vrijednost mesnog brašna zavisi od kakvoće polazne sirovine od koje se dobije i stoga kemijski sastav uvelike varira. Osnovno mjerilo vrijednosti mesnog brašna je sadržaj proteina, minerala i vode. Mesno brašno ima slabiju biološku vrijednost proteina jer je deficitarno u triptofanu. Ne sadrži vitamine A i D, male su količine vitamina B skupine, a sadržaj kalcija i fosfora je nizak.

Mesno koštano brašno

Dobije se zagrijavanjem, sušenjem i mljevenjem kostiju i mesa životinja ili lešine toplokrvnih životinja. Ovo brašno ima promjenjiv kemijski sastav i hranjivu vrijednost. Sadržaj proteina mijenja se zavisno od sirovine od 35 – 65 %, masti 3,5 – 17,5 % i pepela 15 – 45 %. Proteini sadrže dosta lizina, a malo cistina, metionina i triptofana, stoga se ovo krmivo dobro kombinira s ribljim brašnom. Količina kalcija i fosfora je veća od količine u mesnom brašnu. Siromašno je vitaminima A i D, sadrži malo vitamina B skupine, osim niacina i holina.

Radi sprječavanja širenja bolesti od prenosivih spongiformnih encefalopatija, zabranjena je u većini zemalja uporaba proteina iz mesa toplokrvnih životinja u hranidbi stoke, čije se meso koristi u prehrani ljudi.

Krvno brašno

Dobija se od krvi koja se sterilizira, osuši i samelje. Krvno brašno ima oko 80 % proteina. Bogato je lizinom, ali deficitarno esencijalnom aminokiselinom izoleucinom. Struktura aminokiselina je loša, a time i biološka vrijednost. Ima nizak sadržaj Ca i P. Krvno brašno u buragu preživača, odnosno njegovi proteini, slabo se razgrađuju, svega oko 20 % i stoga mogu poslužiti kao by – pass proteini koji se kasnije razgrađuju u tankom crijevu. Krvno brašno se može koristiti za sve vrste domaćih životinja u malim količinama ako je dozvoljeno. Nije ukusno, a njegova uporaba u hranidbi peradi ima za posljedicu smanjeni prirast. Najbolje ga je koristiti kao krmivo za korekciju aminokiseline lizina u krmnim smjesama.

Brašno od perja

Kuhanjem i parenjem perja zaklane peradi pod visokim tlakom, zatim sušenjem i mljevenjem, dobije se brašno od perja. Proteini iz brašna od perja bivaju lakše dostupni probavnim organima životinja nakon prethodne termičke obrade pod tlakom. Ovo brašno je visoko proteinsko krmivo s oko 85 % sirovih proteina. Ovo brašno ima mali sadržaj aminokiselina histidina, lizina, metionina i triptofana. Dodaje se eventualno do 5 % brašna od perja u obrocima nepreživača.

Mlijeko i nusproizvodi prerade mlijeka

Mlijeko i mliječni nusproizvodi su animalna krmiva visoke kakvoće i ukusa. Koriste se u ishrani svih mladih životinja. Hranjiva vrijednost i kemijski sastavi mlijeka različiti su kod životinja.. Unutar jedne vrste postoje značajne razlike između jedinki. Mlijeko sadrži 83 – 90 % vode, proteina 2 – 6 %, povoljnog aminokiselinskog sastava. U kravljem mlijeku većinu proteina čini kazein, dok se u mlijeku kopitara nalaze proteini albumini i globulini. Mliječna mast u mlijeku je zastupljena od 2 – 6 %, a čine je trigliceridi oleinske i palmitinske kiseline. Ima 2,25 puta veću energetska vrijednost od mliječnog šećera ili laktoze. Mliječni šećer ima udio u mlijeku od 2,6 – 6 %, pospješuje normalni tijek probave i ima visoku probavljivost. Minerali u mlijeku zastupljeni su od 0,4 – 1 %, kalcija ima oko 0,13 %, a fosfora 0,10 %. Bakra ima osrednje, deficitarno je mlijeko u željezu, magneziju i manganu. Mlijeko ima povoljan vitaminski sastav. Vitamina A ima 570 – 5700 IJ/lit, vitamina D₃ 80 – 160 IJ/lit, sadrži vitamin C, vitamin B₂ i B₁₂. Sadržaj vitamina dijelom zavisi od načina hranidbe i držanja tijekom godišnjih doba. Punomasno mlijeko ima raširenu primjenu u izradi različitih mliječnih zamjenica.

Punomasno mlijeko u prahu se proizvodi isparavanjem vode iz punomasnog mlijeka.

Punomasno mlijeko u prahu sadrži preko 25 % sirovih proteina. Koristi se u krmnim smjesama za prasad, mladunčad preživača i u proizvodnji mliječnih zamjenica. Mliječna zamjenica za telad ima najmanje 50 %, za janjce i prasad najmanje 40 % punomasnog mlijeka u prahu.

Kakvoća mlijeka u prahu zavisi od načina i temperature sušenja. Pri visokim temperaturama bjelančevine iz mlijeka se denaturiraju i opada im probavljivost. Mlijeko u prahu, ako se koristi kao mliječna zamjenica, miješa se s vodom u određenom omjeru i kao takvo se daje mladunčadi.

Obrano svježe mlijeko dobija se od svježeg mlijeka kad se izdvoji mliječna mast. Ima vrlo malo masti, liposolubilnih vitamina, manje je energetske vrijednosti od punomasnog mlijeka. Obrano mlijeko u prahu se proizvodi kao i punomasno mlijeko u prahu sušenjem, pri čemu se smanjuje sadržaj vode, a povećava nekoliko puta koncentracija suhe tvari, a u njoj i drugih sastojaka. Obrano mlijeko u prahu je odlično proteinsko krmivo, povoljnog je aminokiselinskog sastava jer sadrži lizin, metionin i triptofan. U njemu je većina suhe tvari u obliku mliječnog šećera jer je mast prije skinuta. Obrano mlijeko u prahu koristi se za pripravu mliječnih zamjenica i starter smjesa. Svježe obrano mlijeko može se koristiti za ishranu životinja kao slatko ili kiselo (fermentirano).

Sirutka nastaje kao ostatak pri proizvodnji sira. Kazein iz mlijeka se taloži i sa sobom nosi najveći dio masti iz mlijeka, a oko polovine kalcija i fosfora. Sadrži vode oko 93 %, laktoze oko 4 %, proteina do 1 % i masti 0,3 %. Sadrži malo minerala i liposolubilnih vitamina. Sušena sirutka ima povećani sadržaj hranjivih tvari za 12 – 14 puta. Sadržaj laktoze je oko 59

%, što je karakterizira kao krepko ugljikohidratno krmivo. Suha sirutka je dobar izvor vitamina B (laktoflavina i pantotenske kiseline) i stoga je odlična za spremanje smjesa za perad. Proteini iz sirutke su dobre biološke vrijednosti. Svježa sirutka se treba brzo utrošiti jer se lako kvari, a odlično je krmivo u kombinaciji s ječmom u tovu svinja. Sirutka u količini od 12 litara ima energetska vrijednost kao 1 kg ječma.

Na tržištu se nalazi i kazein. Dobije se iz mlijeka taloženjem. Kazein sadrži najmanje 85 % proteina, a u čistom stanju 100 %. Sadrži do 12 % vode i oko 4,5 % minerala. Biološka vrijednost proteina je dobra i preporuča se za izradu smjesa svinja, peradi i mlade teladi.

2.4 Dodaci stočnoj hrani

Proizvodnja krmnih smjesa za stoku traži i dodavanje različitih dodataka – aditiva u cilju postizanja visokih proizvodnih rezultata životinja. Kao dodaci u krmne smjese osim biljnih koncentriranih krmiva, a kod nekih i animalnih krmiva, još se dodaju i različiti dodaci koji ne smiju biti štetni, a trebaju poboljšati hranjivu vrijednost smjesa, bolje iskorištavanje hranjivih komponenti, preventivno i ljekovito djelovanje ili poboljšati obojenost mesa i jaja.

2.4.1 Mineralna krmiva

Mineralna krmiva se daju kao dodaci krmnim smjesama jer je uloga minerala u metabolizmu životinja velika. Mineralni dodaci se dodaju životinjama u hranu u relativno malim količinama i stoga trebaju biti u takvom obliku koji je životinji dostupan u probavnim organima, a u smjesama trebaju biti maksimalno raspoređeni. U protivnom ako nisu pravilno raspoređeni (izmiješani) po cjelokupnoj krmnoj smjesi, mogu uzrokovati trovanje životinje ili neki drugi poremećaj. Količina mineralnih tvari koja se daje u obroku zavisi od vrste, kategorije i proizvodnje životinje.

Količina zavisi i od starosti životinje, sastava obroka, vrste biljaka i sadržaja minerala u biljkama, odnosno od tla i njegove opskrbljenosti mineralima. Sva prirodna krmiva sadrže manje ili više minerala u svome sastavu, ali uz veliku varijabilnost.

Minerali koji imaju veliko praktično značenje su Na Cl (kuhinjska sol), Ca, P, Mg i S. Oni su makroelementi, dok su od mikroelemenata od većeg značaja : Fe, Cu, J, Mn, Zn, Co i Se.

Mineralni dodaci mogu biti prirodni izvori minerala, sintetska mineralna jedinjenja i sporedni proizvodi klasične industrije.

Prirodne izvore minerala treba obraditi da bi bili sigurni kao dodatak hrani životinja (sol, kalcij karbonat, krečnjak, brašno od školjki itd).

Sintetski (umjetni) mineralni spojevi-jedinjenja se proizvode kemijskim putem (natrij bikarbonat, kalcijkarbonat, trikalcijulfat, kalijjodid i dr.).

Mineralni dodaci porijeklom iz klasične industrije, pri proizvodnji različitih proizvoda od mesa ostaju kosti koje su dobar izvor kalcija, fosfora i nekih mikroelemenata. Kosti se podvrgavaju postupku kuhanja, parenja, odstranjenja ostataka mesa, masti i ljepila nakon čega se kosti suše i melju u obliku koji je prihvatljiv da ga životinja može iskoristiti u svome probavnom traktu (koštano brašno, koštani ugalj).

Dodaci soli (NaCl)

Sve vrste domaćih životinja imaju potrebe za soli, a veće su kod biljojeda nego svezjeda i mesozjeda. Velike količine biljne voluminozne krme koju jedu biljojedi, a naročito preživari traže i više soli. Voluminozna krma ima više kalija, a deficit natrija traži da ga se nadoknadi dodavanjem soli. Odnosi K i Na u voluminoznoj krmi mogu biti 17 : 1 i da se umanji ovaj odnos te tako spriječe negativne metaboličke aktivnosti. Sol treba davati biljojedima. Ona se daje u obliku granula (zrna) pomješana s nekom drugom hranom ili u obliku stočne cigle. Osim nadoknade natrija iz soli još se njome nadoknađuje i klor. Potrebe životinja su naročito izražene kada se znoje i pri napornome radu. Gubitak klora iz organizma znojenjem izaziva malaksalost životinje. Deficit soli izaziva i gubitak apetita, smanjenje prirasta, nastran apetit kod biljojeda (grizu drvo, ogradu, uzimaju tekstilne predmete i itd.), kasnije spolno sazrijevanje, neplodnost muških grla, a kod peradi se javlja i kanibalizam. Muzna grla mršave, slaba su i apatična jer se s mlijekom izlučuje i natrij. Preveliko konzumiranje soli za životinje je štetno jer dolazi do zadržavanja vode u organizmu, a životinja žedni. Sol se dodaje u obroke domaćih životinja 0,25 – 0,5 %.

Stočna sol se dobije mljevenjem kamene soli na određenu granulaciju, 0,4 – 1 mm, dok je sol za ljudsku ishranu nastala isparavanjem slane vode.

Dodaci kalcija i fosfora

Kalcij i fosfor se kao i drugi elementi, u obroke i krmne smjese dodaju prema potrebama životinja. Životinjama se može dodavati samo kalcij u obliku svojih spojeva, samo fosfor u obliku spojeva ili oba ova elementa preko svojih zajedničkih spojeva. Ako je životinji potreban kalcij, dodaje se stočna kreda i vapnenac koji se dobiva mljevenjem vapnenca ili oklopa školjki (najmanje 36 % Ca). Drugi dodaci kalcija koji se koriste su kalcij – laktat (najmanje 12 % Ca), kalcij – glukonat, sirovi krmni fosfat, trikalcij-fosfat, koštano brašno i dr.

Izvori fosfora su: koštano brašno (fosfora najmanje 12 %, odnos Ca : P < 2,2 : 1), sirovi krmni fosfat (proizvod dobiven mljevenjem prirodnih fosfata iz kojih je uklonjen fluor), trikalcij-ditrofosfat (fosfora najmanje 18 %, a kalcija do 35 %), natrij-magnezij fosfat, diamonij – fosfat (najmanje 22 % P i dušika do 18 %) i dr.

Životinje trebaju imati dovoljno vitamina D jer utječe na usvajanje i iskorištavanje kalcija i fosfora. Fosfor se često nalazi u obliku fitata što otežava njegovo iskorištavanje iz hrane. Odrasli preživari bolje koriste fitinski fosfor, ali svinje i perad ovaj fitinski fosfor slabo koriste. Visoka razina vitamina D poboljšava iskorištavanje fitinskog fosfora, a visoke razine kalcija pomažu oblikovanju netopljivog kalcij fitata. Magnezij-karbonat i magnezij-sulfat služe kao izvori magnezija potrebnog za obrok životinji.

Mikroelementi

Mikroelementi koji imaju širu praktičnu primjenu su željezo, bakar, kobalt, mangan, cink, jod, selen i molibden, a dodaju se u obliku premiksa. Spojevi u kojima se nalaze su: bakar-sulfat-monohidrat, bakar-sulfat, bakar-dijodid, cink-oksidi, cink-karbonat, cink-laktat, kobalt-klorid-heksahidrat, kobalt-sulfat-monohidrat, mangan-oksidi, mangan-trioksidi, mangan-karbonat, kalij-jodid, natrij-jodid, željezo II. karbonat, željezo III. oksid, natrij-selenit, amonijak-molibdat, natrij-molibdat i dr. Mikroelementi se nalaze u prometu u smjesi s vitaminima, antibioticima, antioksidansima i dr. aditivima. Ovi premiksi se dodaju u sve krmne smjese u količini 0,3 – 1 %. Sastavi mikroelemenata u premiksima nalaze se pomiješana s nekim nosačima. Kao nosači najčešće se koriste stočno brašno, stočna kreda ili kukuruzno brašno.

2.4.2 Dodaci vitamina

Osim zadovoljenja potreba u mineralima treba zadovoljiti i potrebe za vitaminima u obrocima životinja. Potrebe za vitaminima su vrlo male, ali nedostatak samo jednog vitamina može uzrokovati poremećaje koji uzrokuju pad proizvodnje ili neki poremećaj. Deficit vitamina u hranidbi stoke teško je uočiti, a koncentracija vitamina u krmivima je različita. Sadržaj vitamina i provitamina zavisi i od dijela biljke, spremanja, sušenja, skladištenja, vremena branja. Vitamini se lako razgrađuju iz krmiva uslijed sunčevog svjetla, topline i oksidacije. Zbog ovih procesa, neki vitamini se kemijski proizvode i kao takvi dodaju u obliku premiksa u krmne smjese. Praktičnu primjenu imaju vitamini A, D i E, koji se sintetski proizvode.

Vitamin A je potreban svim životinjama. Životinje sintetiziraju vitamin A iz provitamina karotena. U biljkama je prisutan karoten, a nema vitamina A. Zelene biljke i sjeno koje je zadržalo prirodnu zelenu boju imaju dosta karotena dok zrna žitarica, osim žutog kukuruza imaju malu količinu karotena. Bogati izvori vitamina A su riblja ulja. Životinje imaju sposobnost deponiranja izvjesnih količina vitamina u jetri. Ove zalihe im mogu trajati i do 6 mjeseci, ali mlada grla imaju manje rezerve vitamina A. Zalihe u jetri se stvaraju tijekom pašne sezone, a troše se tijekom van vegetacijskog razdoblja hranidbe. Ako je voluminozna krma siromašna provitaminom A, i zalihe se brzo troše, što u intenzivnoj proizvodnji treba svakako pratiti i eventualni manjak nadoknaditi sintetskim vitaminom A putem vitaminskih injekcija u tkivo životinje ili premiksa u krmnim smjesama.

Vitamin D je nužan svim životinjama. Vitamin D₃ je oblik u životinjskim tkivima, D₂ u biljkama, a mogu ga koristiti domaće životinje, dok za perad treba koristiti vitamin D₃ jer je aktivniji od D₂.

Vitamin D₂ (ergokalciferol) stvara se pod utjecajem zračenja od ergosterola koji je biljni sterol. Vitamin D₃ se stvara od životinjskog sterola koji je deponiran ispod površine kože, a pod djelovanjem UV zračenja na površinu kože. Zbog nedovoljne količine vitamina D, kalcija i fosfora, dolazi do pojave rahitisa kod mladih životinja. Ovaj poremećaj u okoštavanju kostiju može se preventivno spriječiti izlaganjem životinja direktnoj sunčevoj svjetlosti ili dodavanjem dovoljnih količina minerala u smjese ili obroke te osiguranjem dobrog sijena koje je sušeno na suncu. Sijeno koje je umjetno sušeno, ima vrlo malo vitamina D. Ako je stoka u zatvorenom prostoru bez sunčeva zračenja treba dodavati vitamin D putem hrane, posebno ako nisu dobro izbalansirane potrebe u Ca i P. Velike količine vitamina D nalaze se u ulju ribe, ergosterolu i kvascu.

Vitamini E, K su potrebni životinjama, naročito u uvjetima stresa. Selen može preuzeti dio funkcije vitamina E. Biljke bogate lišćem i ulje iz pšeničnih klica su dobri izvori E vitamina. Vitamin K je široko rasprostranjen u krmivima, važan je za koagulaciju krvi. Sintetski vitamin K₃ je najčešće uporabljjen izvor ovog vitamina.

Vitamini B skupine se također trebaju dodavati u obroke svinja i peradi jer nemaju razvijenu mikrobiološku sintezu u predželucima, slijepom i debelom crijevu kao preživači. Za preživače je potrebno dodavati vitamine B skupine (tiamin, niacin i holin) ako su životinje visoko proizvodne ili pod stresom. U uporabi su sintetski preparati vitamina B skupine, a dobri izvori ovih vitamina su zelena paša, kvalitetno sijeno, kvasci, pivski trop, neka animalna krmiva i riblja brašna.

2.4.3 Nепroteinski dušični spojevi - NPN

Za hranidbu preživača se kao izvor neproteinskog dušika upotrebljavaju urea i amonijeve soli. Urea (karbamid) je sintetsko krmivo, ima raširenu primjenu u ishrani pretežno odraslih preživača zbog razvijene mikrobne fermentacije i može u praktičnoj ishrani stoke poslužiti kao zamjena jednog dijela proteina. Čista urea sadrži 46,6 % dušika ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), koji je jednak sadržaju 2 913 g/kg sirovih proteina ($46,4 \times 6,25 = 2913$). Urea se dospijecom u burag preživača hidrolizira pomoću enzima mikroorganizama ureaze, pri čemu se proizvodi amonijak ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + 2\text{NH}_3$). Oslobođeni amonijak bakterije buraga koriste za sintezu vlastitih aminokiselina (amonijak se spaja na slobodne keto kiseline i stvaraju se različite aminokiseline) i proteina. Ureu treba davati u obroku u obliku koji se sporije razgrađuje i oslobađa amonijak koji su mikroorganizmi u stanju iskoristiti za svoje potrebe u stvaranju osobnih proteina. Urea je efikasnija ako se dodaje obrocima koji imaju nizak sadržaj proteina. Obroci trebaju imati i lako dostupne izvore energije, odnosno lakoprobavljive ugljikohidrate (žitarice, repine rezance i melasu) jer su bogati energijom potrebnom za aktivnost mikroflore i osiguravaju ugljikov lanac koji služi kao kostur za stvaranje aminokiselina.

Osim lako probavljivih ugljikohidrata, treba u obroku biti osigurano dovoljno mineralnih tvari jer su one nužne za procese korištenja i transformacije aminokiselina i proteina, a treba biti i sumpora zbog sinteze aminokiselina koje imaju sumpor u svom sastavu. Organizam životinje probavlja uginule mikroorganizme i njihove vrijedne proteine koristi za svoje vlastite potrebe za proteinima.

Obroci bogati sirovim vlaknima, kao što su slabo sijeno, kukuruzovina i slame imaju, manji proizvodni učinak iz razloga spore dostupnosti ugljikohidrata, a time imaju manjak energije za sintezu proteina iz uree.

Urea za ishranu stoke sadrži 42 – 46 % N u suhoj tvari i ima proteinski ekvivalent 262 – 287 ($\text{N} \times 6,25$), odnosno jedan kilogram ureje odgovara vrijednosti 2,6 – 2,8 kg sirovih proteina ili količini proteina koju ima oko 6 kg sojine sačme. Urea može zamijeniti oko 30 % potreba za proteinima u obroku životinje. Krmne smjese koje sadrže ureu ne smiju se vlažiti (kvasiti) nego se daju u suhom stanju. Urea se daje u obrocima junadi, kravama, ovcama i tovnjoj janjadi u količini koja zamjenjuje do 30 % potreba u proteinima. U koncentrirane smjese se dodaje 1 – 3 %. Korištenjem ureje smanjuju se troškovi i pojeftinjuje proizvodnja mesa goveda i ovaca. Urea može izazvati i trovanje životinja jer se oslobođeni amonijak iz ureje resorbira u krv kroz stijenku buraga. Resorbirani amonijak dospijeva krvlju u jetru, gdje se vrši detoksikacija amonijaka i ponovno pretvaranje amonijaka u ureu. Ovako formirana urea se izlučuje dijelom urinom, jedan dio ponovno kroz stjenku buraga dolazi u lumen buraga, a jedan dio ureje putem krvotoka dospijeva do pljuvačnih žlijezda i s pljuvačkom dospijeva u rumen.

Ako je više amonijaka nego ga jetra može pretvoriti u ureu, on dospijeva u glavni krvotok što uzrokuje trovanje životinje. Trovanje se manifestira već nakon 30 – 60 minuta nakon hranjenja vidljivim znacima plašljivosti, nemirom, podrhtavanjem muskulature životinje, tetanijom, pojačanim slinjenjem, čestim mokrenjem i defekacijom, ubrzanim radom srca, problemima u disanju, a može doći i do smrtnog ishoda. Ako se pojavi trovanje, oboljelim životinjama treba brzo dati otopinu octene kiseline (octa) oralnim putem (4 – 5 litara) ili dati otopinu hladne vode i octa (20 – 30 l). Ovime se postiže inhibiranje rada ureaze, smanjenje koncentracije amonijaka u buragu i neutralizira se tekući sadržaj buraga, a nakon 1 – 2 sata

treba dati životinji suncokretovo ili laneno ulje. Urea je bijele boje, bez mirisa i higroskopna je, nije ukusna, proizvodi se u vidu praha i granula iz amonijaka i CO₂. Urea se u obroke smije unositi umiješana i usitnjena (ne smiju biti grudvice uree u smjesi) s koncentriranim krmivima ili umiješana u koncentrate, što je sigurnije za uzgajivače jer je manja opasnost od trovanja.

Stoka koja počinje uzimati s drugim krmivima ureu treba se postupno navići (5 –7 dana), dnevna količina ne smije se davati u jednom obroku (odjedanput) već se treba davati u više obroka tijekom dana, a nikako se ne smije davati životinjama otopljen u vodi. U primjeni su industrijski preparati ureje, gdje je vezana uz nosač (škrob ili mineralnu komponentu) koji se umiješaju s koncentriranim krmivima, a ako se pazi na uputstva proizvođača, neće doći do trovanja životinja. Urea se nalazi na tržištu i u obliku blokova za lizanje koji imaju u svome sastavu i minerale, vitamine i lako dostupan izvor energije (obično škrob). Rezultat primjene ureje je izraženiji kod krava male mliječnosti jer jedu manje koncentrata, dok je za krave srednje i visoke proizvodnje koje jedu velike količine koncentrata učinak manji. Junadi i janjcima u tovu dodatak ureje u koncentrate omogućava učinkovito korištenje, ali mladim preživcima, koji još nemaju dovoljno razvijene predželuce, učinak primjene je manji. Za junad u tovu može se dodavati ureje do 20 g/100 kg tjelesne težine dnevno, a za ovce do 0,25 g ureje/kg tjelesne mase. Korištenje obroka s ureom koji imaju u suhoj tvari više od 13 % sirovih proteina, ima mali proizvodni učinak od ureje, jer mikroorganizmi imaju dovoljno raspoloživog dušika iz proteina.

Amonijeve soli se koriste slično urei kao dodaci krmnih smjesa i izvor neproteinskog dušika. Izvori NPN spojeva koji se upotrebljavaju u hranidbi preživaca su amonij -acetat (CH₃COONH₄), na tržištu je u obliku bijelog praška i ima najmanje 18 % dušika, amonij-bikarbonat (NH₄HCO₃), je bijeli prah i ima najmanje 17,5 % N, amonij-sulfat ((NH₄)SO₄), ima najmanje 21 % N, biuret (C₂H₅O₂N₃) ima 35 % N, monoamonij- fosfat ((NH₄)₄HPO₄) ima najmanje 18 % N i 22 % fosfora. Stočna hrana u koju su dodane amonijeve soli, naziva se i amonizirana krma. Kao i urea (stočna krma u koju je dodana urea) ove amonijeve soli ne smiju se vlažiti vodom. Proteinska vrijednost ovih spojeva računa se množenjem sadržaja N iz spojeva s faktorom 6,25.

2.4.4 Aminokiseline

U hranidbi mladih preživaca, visoko produktivnih preživaca i monogastričnih životinja pojedine esencijalne aminokiseline treba dodavati putem hrane. Pojedine vrste krmiva biljnog i animalnog porijekla siromašne su pojedinim esencijalnim aminokiselinama, odnosno imaju nisku kakvoću proteina. Kakvoća proteina nije toliko bitna za životinje koje daju nisku proizvodnju jer se kombinacijom više krmiva u dnevnim obrocima životinja izbalansiraju dnevne potrebe za aminokiselinama.

Aminokiseline koje mogu biti kritične u hranidbi životinja, a posebice svinja i peradi, su lizin, metionin, cistin, arginin i triptofan. Obroci monogastričnih životinja i mladih preživaca, koji djeluju kao nepreživači, a imaju u dnevnom obroku manjak jedne ili više ovih aminokiselina, dodatkom sintetski proizvedenih aminokiselina eliminiraju se ovi deficiti. Kombiniranjem više krmiva u obrocima stoke velikim dijelom se izbalansiraju potrebe za hranjivim tvarima, proteinima i aminokiselinama, a pojava deficita jedne ili više aminokiselina se nadoknadi njihovim dodavanjem u krmnim smjesama. Žitarice, kukuruz i ječam su siromašne lizinom i triptofanom, a sojina sačma je siromašna metioninom, a bogata lizinom. Bogati aminokiselinom lizinom su: mlijeko, sirutka i riblje brašno. Sintetski

proizvedene aminokiseline lizin ($\text{NH}_2\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-CH(NH}_2\text{)-COOH}$), metionin ($\text{CH}_3\text{S(CH}_2\text{)}_2\text{-CH(NH}_2\text{)-COOH}$), i triptofan proizvode se kemijskom i biološkom sintezom. Proizvode se u obliku bijelog praha, a dodaju se u čistom ili razrijeđenom stanju u krmne smjese da se nadoknadi deficit, poboljša odnos aminokiselina i izbalansiraju potrebe u aminokiselinama za životinje. Prvenstveno se dodaju u krmne smjese za svinje i perad.

2.4.5 Masti

Masti životinjskog porijekla i biljna ulja se katkada dodaju krmnim smjesama u cilju povećanja energetske vrijednosti obroka. Masti imaju 2,25 puta veću energetsku vrijednost od ugljikohidrata. Mliječna mast koja se skida s punomasnog mlijeka može se zamijeniti životinjskom masti, koja je jeftinija, a kakvoća obroka ostaje ista. Mast i ulja se dodaju u smjese za svinje i perad jer se povećava energetska vrijednost smjese što je važno za intenzivnu proizvodnju. Masti se u smjesu dodaju otopljene te se uz pomoć raspršivača raspršuju u smjesu. Do određene mjere poboljšavaju okus smjese, a pospješuju i proces peletiranja. Mast u smjesama lako užegne na zraku uz vlagu i enzime i stoga je treba zaštititi od oksidacije. Dodatak vitamina E ili drugih sintetskih antioksidanasa (L-askorbinska kiselina, butilhidroksi-anisol i dr.) sprječavaju razlaganje i užegnutost masti. Užegnutost masti izaziva promjenu boje, mirisa, okusa i konzistencije. Ako dođe do užegnutosti masti u koncentriranim smjesama, ne treba je davati životinjama za jelo.

Krmne smjese za perad u tovu mogu sadržavati masti 5 – 15 %, za koke nesilice 1 – 5 % i tovne svinje 1 – 10 %.

Svinjska mast se dobije topljenjem masnog tkiva svinja-slanine i sala. Ima bijelu boju. Sastoji se većinom od zasićenih masnih kiselina. Loj se dobije topljenjem masnog tkiva goveda, ovaca i koza. Sadrži većinom zasićene masne kiseline, a dobro ga je kombinirati s dodatkom biljnog ulja jer ulja imaju znatno više nezasićenih masnih kiselina. Riblje ulje se dobije od riba, kitova i drugih morskih životinja. Ima miris ribe, koji lako prelazi na proizvode. Riblje ulje lako oksidira i stoga treba biti pažljiv kod primjene. Biljna ulja se dobivaju od sjemenki uljonosnih biljaka i klica žita. Tekuća su na sobnoj temperaturi, izuzev kokosovog ulja koje je čvrsto. Biljna ulja su bogata polinezasićenim masnim kiselinama, od kojih su neke i esencijalne masne kiseline. Masne kiseline se pojedinačno dobivaju rafiniranjem biljnih ulja. Mogu se dodavati u krmne smjese za hranidbu peradi. Uglavnom se dodaju nezasićene masne kiseline. Dodavanjem u koncentrirane smjese za perad polinezasićenih masnih kiselina, a među njima i omega – 3 masnih kiselina do 2 %, povećava se sadržaj omega – 3 masnih kiselina u bijelom i tamnom mesu peradi te u jajima koka nesilica.

2.4.6 Pospješivači rasta

Pospješivačima rasta koji se koriste kod proizvodnje krmnih smjesa su antibiotici i probiotici. Antibiotici su spojevi koje proizvode pojedini mikroorganizmi (bakterije, gljivice, plijesni), a koja imaju mogućnost sprječavanja ili usporavanja rasta drugih, prvenstveno štetnih mikroorganizama. Antibiotici vrše inhibiranje rasta mikroorganizama koji proizvode štetne – toksične proizvode u probavnom sustavu životinje. Hrana za stoku u kojoj se nalazi određena niska subterapeutska doza antibiotika, a koji je ciljano dodan ima obrambeni učinak od bolesti koje mogu uzrokovati štetni mikroorganizmi u probavnom traktu. Ovim se postupkom populacija mikroorganizama u probavnom sustavu mijenja u korist povećanja broja mikroorganizama koji proizvode hranjive tvari koje životinja koristi za svoje potrebe ili

se smanjuje broj mikroorganizama koji troše iste hranjive tvari kao i životinja domaćin. Ovo omogućava veći dnevni prirast životinja (tovnim pilićima 2 – 5 %, prasadi 10 – 20 %, teladi u tijeku mliječne ishrane 10 – 15 %), i bolje iskorištavanje hrane. Primjena antibiotika je učinkovita za životinje koje se nalaze u stresnim situacijama, gdje je veća vjerojatnost da se pojavi neka bolest i izloženost životinja tim bolestima. Ova situacija je izražena u intenzivnim uzgojima, gdje je velika populacija životinja na malom zatvorenom prostoru sa visokom proizvodnjom.

Osim boljeg iskorištavanja hrane i boljeg prirasta životinja koje dobivaju antibiotike u malim dozama, smanjuje se i broj mladih životinja oboljelih od dijareje, manja je smrtnost od enterotoksemija, smanjuju se respiratorna oboljenja i dr.

Antibiotici primijenjeni za poboljšanje prirasta dodaju se svega nekoliko mg/kg krmne smjese, ne resorbiraju se u većoj mjeri iz probavnog sustava (crijeva). Veći učinak niske doze antibiotika imaju na stoku koja živi i prebiva u starijim štalama gdje su prije njih bile druge životinje, nego u novim objektima koji nisu bili naseljeni.

Prva generacija antibiotika su resorptivni (oksitetraciklin, streptomycin, pencilin) i sada se koriste isključivo u svrhu liječenja, a ne u stočnoj hrani kao pospješivači rasta.

Antibiotici druge generacije su neresorptivni antibiotici (virginiamycin, cink bacitracin, avoparcin, tylan i još neki). Antibiotici treće generacije su ionoforni antibiotici (monensin Na, lasalocid Na, salinomycin Na).

Antibiotici treće generacije sadrže tvari sposobne da se vežu na određene ione, prodru kroz biološke membrane stanica mikroorganizama ili kokcidija i poremete njihov proces biooksidacije, što dovodi do smrti stanice. Upotreba antibiotika kao stimulatora rasta i boljeg iskorištenja hrane u krmnim smjesama, sve se manje ili nikako ne koriste u pojedinim zemljama svijeta iz razloga zaštite potrošača. Antibiotici će se i dalje koristiti u krmnim smjesama, ali više kao profilaksa bolesti (kokcidiozi).

Terapeutske doze antibiotika koriste se tijekom tretiranja bolesti. Koriste se kraće razdoblje dok životinja ne ozdravi. Visoke razine antibiotika korisne su za prevenciju stresa uslijed transporta (transportne groznice) i njihovo prilagođavanje uvjetima nove životne sredine. Dodavanje antibiotika u hranu životinjama duže vremena u dozama koje su terapeutske imalo je za posljedicu stvaranje rezistentnih enterobakterija na neke antibiotike. Ova pojava je ozbiljan problem za terapiju životinja i ljudi. S primjenom antibiotika u liječenju stoke i dodatka u hrani treba biti oprezan i odgovoran jer ne smije doći na tržište proizvod (mlijeko, meso i jaja) koji sadrže ostatke antibiotika. Ovi rezidui, ostaci antibiotika u animalnim proizvodima naročito su opasni za osobe alergične na antibiotike.

Probiotici

Probiotici su bakterije koje se kultiviraju u laboratorijskim uvjetima, a potom se dodaju u krmne smjese i koriste u hranidbi domaćih životinja da uspostave ravnotežu mikroflore u probavnom sustavu životinja, koja može biti narušena stresom, bolešću ili primjenom antibiotika. Uporabom probiotika u vrijeme i nakon stresa moguće je održati poželjnu mikrofloru, a time i zdravlje životinje. Redovito uzimanje probiotika putem hrane ili vode za piće može pomoći kod prevencije i oporavka od dijareje i drugih probavnih tegoba. Probiotici djeluju pozitivno na stimulaciju imuniteta, sprječavaju razvoj i razmnožavanje specifičnih nepoželjnih bakterijskih vrsta, djeluju na neutralizaciju bakterijskih toksina i promjenu mikrobnog metabolizma. Probiotici kataliziraju apsorpciju mineralnih tvari, poboljšavaju sintezu i apsorpciju vitamina B skupine. Primjena probiotika ima veći učinak u hranidbi

monogastričnih životinja, a posebice mladih. Primjenom probiotika smanjuje se mortalitet životinja, poboljšava se intenzitet rasta i konverzija hrane. Kao probiotici se koriste specifične vrste živih, ali i umrtvljenih mikroorganizama, bakterija i kvasaca: *Lactobacillus spp*, *Bacillus spp*, *Bacteroides spp*, *Pediococcus spp*, *Streptococcus faecium*, *Sacharomyces cerevisiae*, *Torulopsis candida* i plijesni *Aspergillus niger* i *orizae*. Na tržištu postoji više preparata probiotika, od kojih je i Vebac. Sadrži liofilizirane, stabilizirane i inkapsulirane bakterije soja *Streptococcus faecium* M-74. Omogućava bolju konverziju hrane, veći dnevni prirast i niži mortalitet tovne peradi, prasadi i mlađi slatkovodnih riba, često u rasponu od nekoliko postotaka.

Prebiotici

Prebiotici neprobavljiva biljna vlakna, odnosno neprobavljivi sastojci hrane koji povoljno utječu na konzumenta selektivnim stimuliranjem rasta jedne (*Bifidobacterium bifidum*) ili više vrsta bakterija u debelom crijevu domaćina a što rezultira poboljšanim zdravljem domaćina. Inulin dijeluje kao prebiotik, a on je polisaharid kojega ima u velikom broju biljaka i služi im kao energetska rezerva. Inulin povoljno djeluje na fekalnu mikrofloru, poboljšava peristaltiku, snižava razinu kolesterola i lipida u krvi. Enzimi želuca i tankog crijeva ne cijepaju inulin do monosaharida. Niske je energetske vrijednosti. Sadrže ga više artičoke, poriluk, bijeli i crveni luk te žitarice.

Glukooligosaharid je prebiotik koji dopjeva u crijeva nerazgrađen. Metaboliraju ga bakterije kolona: bakteroidi, laktobacili i bifidobakterije i stoga povoljno djeluje na stanje crijevne mikroflore. Tu se potpuno razgrađuje, ne izaziva nadutost i kombinacijom sa probioticima poboljšava njihov učinak. Nutritivno djelovanje ogleda se u boljoj proizvodnji B vitamina, povećanju probavljivosti hrane i boljoj asimilaciji kalcija, fosfora i željeza.

Kokcidiostatici

Kokcidiostatici su gotovo redoviti sastojak krmnih smjesa za tovne piliće i rasplodne pilenke, a koriste se i za kuniće. Kokcidiostatike treba mijenjati iz razloga stvaranja rezistencije i sve većeg broja sojeva kokcidije. Antikokcidacijska sredstva se koriste kao profilaksa kokcidioze. Karenca ovih sredstava je kratka (3 – 5 dana). Mogu se upotrebljavati za izradu pre-smjesa za krmne smjese, isključivo u objektima za izradu pre-smjesa koji zadovoljavaju za to predviđene uvjete, a pre-smjese koje sadrže antikokcidacijska sredstva mogu se upotrebljavati isključivo za izradu krmnih smjesa u tvornicama stočne hrane. (Priručnik o proizvodnji i upotrebi stočne hrane, 2004.).

Antikokcidacijska sredstva su: amprol, amprol-etopabat, lasalocid-natrij, metiklor-pindol, narasin, nikarbazin i dr.

Antioksidansi

Antioksidansi se dodaju u krmne smjese da se spriječi oksidacija masti, koja uzrokuje kvarenje stočne hrane. Njihova primjena datira iz vremena kada se u krmne smjese počinje dodavati mast u većim količinama. Masti u svome sastavu imaju i liposolubilne vitamine te se i oni štite antioksidansima. Užegnuće masti u krmnim smjesama izaziva i razgradnju liposolubilnih vitamina. Stočna hrana koja sadrži masti (ulja) s povećanim udjelom nezasićenih masnih kiselina je vrlo sklona autooksidaciji i užglosti. Kao antioksidansi se

koriste vitamini E i C, butilhidroksi-anisol, etoksiquin i drugi preparati. Dodaju se različito u smjese ali najčešće 100 – 150 mg/kg smjese. Oksidaciju masti ubrzavaju povišena temperatura, svjetlost, prisustvo peroksida i metala koji djeluju katalizirajuće, dok inhibirajuće djeluju hlađenje masti (krmiva), izbjegavanje osvjetljenja i nedostatak kisika, kao i prisutnost antioksidansa.

Enzimi

Enzimi su organski spojevi, a služe kao katalizatori aktivnosti i izazivaju promjene u drugim tvarima. Djeluju tako da povećavaju probavljivost hranjivih tvari u probavnom sustavu životinja. Dodavanje amilolitičkih i proteolitičkih enzima u hranu za životinje ima za cilj povećati učinak probave i apsorpcije manje probavljivih komponenti iz pojedinih krmiva. Žitarice sadrže u stjenkama stanica polisaharide koji otežavaju dostupnost probavnih enzima do lakše koristivog škroba. Enzimatski preparati se dodaju krmnim smjesama koje sadrže žitarice: zob, pšenicu, ječam, tritikale, raž i soju, suncokret, bob, lupinu i uljanu repicu. Ti enzimatski preparati sadrže ksilanaze, alfa amilazu, celulazu, beta-glukanazu, arabino-galaktanaze, proteazu, proteinazu, pektinaze i dr. Dodavanje enzima koji se proizvode od odabranih mikroorganizama (bakterija i gljivica) tijekom fermentacije u krmne smjese je zavisno od preparata, a dodaje se manje od kg ili litra na tonu smjese. Enzimatski preparati imaju širu primjenu u hranidbi životinja koje nemaju razvijen enzimatski sustav, a hrane se biljnim krmivima (prasad, tovne svinje, tovnici pilići, koke nesilice).

Pigmenteri

Boje ili pigmentirane tvari se dodaju krmnim smjesama za postizanje intenzivnije boje mesa i jaja. Dodavanjem prirodnih ili sintetskih pigmentnih tvari stočnoj hrani postiže se bojenje kože tovnih pilića, žumanjaka jajeta, kože i mesa riba, kako bi bili privlačniji potrošačima. Pigmentne tvari su na bazi karotinoida (ksantofila). Krmiva koja sadrže karotinoide su kukuruz, brašno dehidrirane lucerne i trava, kukuruzni gluten i ekstrakti iz paprike. Što je tovnih pilića kraći, treba veća količina pigmentne tvari za bojenje kože i obrnuto.

Arome

Aromatske tvari se katkada dodaju u krmne smjese u cilju poboljšanja apetita i bolje konzumacije hrane te prikrivanja neprivlačnog prirodnog mirisa, okusa ili građe. Životinja hranu konzumira tek ako je ukusna i prihvatljiva mirisa, u suprotnom je pojede malo ili nimalo, bez obzira što nije zadovoljila svoje potrebe. Aromatske tvari su prirodni začini ili smjesa začina, a proizvode se sintetski aromatski spojevi.

Širu primjenu imaju kao dodaci krmnim smjesama mladih životinja, teladi i prasadi. Arome koje se često dodaju u smjese su aroma vanilije i anisa.

Emulgatori

Emulgatori su dodaci koji se obavezno dodaju u mliječne zamjenice. Mliječna mast koja je dijelom obrana iz punomasnog mlijeka, zamjenjuje se drugim izvorima masti, a veličina čestica dodane masti treba biti iste veličine kao i emulgirane čestice mliječne masti u

mlijeku. Emulgatori djeluju na dodane masti tako da ih rasprše (emulgiraju) kao što je mliječna mast raspršena u prirodnom mlijeku. Koriste se i za dodavanje liposolubilnih vitamina u tekućim otopinama za životinje. Prirodni emulgatori su lecitin i saponin, a od sintetskih ima više preparata na tržištu.

2.4.7. Škodljive tvari u krmivima i krmnim smjesama

Škodljive tvari mogu na više načina dospjeti u krmivo ili krmne smjese tijekom njihove proizvodnje, odnosno ubiranja, spremanja i skladištenja. Škodljive tvari u stočnoj hrani uzrokuju smanjenje optimalne proizvodnje, oboljenja i uginuća životinja. U stočnoj hrani se mogu nekada naći i primjese organskih i anorganskih tvari koje dopijevaju tijekom uobičajnog ubiranja i spremanja stočne hrane (zemlja, pijesak, staklo, žica, špaga, drvo, najlon, plastika i dr).

Neke od škodljivih tvari iz hrane se nakupljaju u pojedinim tkivima i organima ili proizvodima životinja, te ona mogu na ovaj način dospjeti i do potrošača koji ih konzumiraju. Škodljivo djelovanje može biti uzrokovano kemijskim čimbenicima (teškim metalima, pesticidima, industrijskim zagađenjem, deficitom ili sufitom nekih od hranjivih sastojaka, umjetnim gnojivima), i biološkim čimbenicima: otrovnim i škodljivim biljkama, plijesnima, gljivicama, bakterijama i životinjama-štetnicima.

Stočna hrana na razne načine može biti kontaminirana kemijskim sredstvima koji dovode do oboljenja i otrovanja. Oboljenja i otrovanja mogu biti akutna i kronična (kumulativna). Stalna je opasnost dugotrajno unošenje minimalnih količina toksičnih tvari u organizam putem hrane, a koje potiču od kemijskih sredstava. Ovome djelovanju izložena je stočna hrana, vodotokovi, tlo, atmosfera, domaće životinje, lovna divljač, riba, pčele i ljudi. Ostaci škodljivih tvari u okolišu i animalnim proizvodima koje čovjek konzumira ima nepovoljan učinak po zdravlje ljudi. Moderno društvo nastoji zaštititi zakonima i regulativama te kontrolama higijensko-zdravstvenu ispravnost biljnih i animalnih proizvoda, očuvanje okoliša te zdravlje životinja i čovjeka. Zadnjih nekoliko godina forsira se organska i ekološka proizvodnja u poljoprivredi sa strogo utvrđenim normama primjene kemijskih sredstava.

Teški metali ranije su bili češći uzrok otrovanja životinja preko stočne hrane nego danas. Na snazi su zakonska ograničenja na dopuštenu količinu teških metala (Pb, Hg, Cd) u stočnoj hrani iz razloga njihove toksičnosti, te drugih minerala (F, Cr, Mo, As, Cu, S i dr).

Pesticidi su kemijski spojevi koje koristi poljoprivreda, šumarstvo, stočarstvo, prehrambena i komunalna industrija sa ciljem suzbijanja mikroorganizama, insekata, glodavaca i dr. U pesticide spadaju: insekticidi, herbicidi, fungicidi, rodenticidi, akaricidi, limacidi i nematocidi. Ovim sredstvima se uslijed primjene mogu kontaminirati tlo, voda i zrak, a životinje se mogu otrovati jedenjem kontaminirane hrane. Pesticidi se mogu iz organizma životinje izlučivati i naći u mlijeku i jajima ili se akumuliraju u mesu i drugim jestivim tkivima. Nakon tretiranja insekticidima stočna hrana se izvjesno vrijeme ne smije davati životinjama (ovisno o vrsti pesticida) dok se količina rezidua ne smanji na dopustivu količinu (tolerancu). Rezidui nekih pesticida mogu trajati do 7 godina dok se ne razgrade, a najčešće 7 – 30 dana.

Industrijsko zagađenje okoliša više je izraženo u većim gradovima i oko industrijskih postrojenja ali ispuštanjem štetnih produkata u atmosferu, vodu ili na tlo kontaminacija se širi. Velika primjena umjetnih gnojiva u poljoprivredi također može dovesti do kontaminacije vodotokova. Dušična gnojiva obogaćuju biljke nitratima koji mogu u predželucu preživača preći u nitrite. Opasnost otrovanja nitratima veća je u biljojeda zbog obilnije hranidbe

voluminoznim krmivima i prijelaza nitrata u otrovnije nitrite, pod dejstvom mikroorganizama u predželucima preživača i u debelom crijevu kopitara. Nitriti su do 15 puta otrovniji od nitrata. Nitrati djeluju štetno jer hemoglobin prevode u methemoglobin te time ometaju promet kisika.

Antinutritivne tvari posjeduju pojedina krmiva. Među značajnije svrstavamo inhibitore tripsina, glukozinolate, cijanogene glukozide, saponine, hemaglutinine, tanine i dr. Ove antinutritivne tvari već su pominjani kod pojedinih krmiva a ovdje ih kratko sumiramo. Inhibitori tripsina nalaze se ponajviše u sjemenju soje, graška (leguminozama), tritikaleu i raži. Inhibirajući aktivnost enzima pankreasa znatno je smanjena probavljivost proteina i iskorištavanje aminokiselina iz navedenih krmiva a time i smanjenje proizvodnje. Smanjenje proizvodnje i štetnost antitriptičnih tvari osobito je izražena u svinja i peradi te mladunčadi preživača. Prasad iz sirove soje iskoristi oko 52 % lizina, 56 % metionina i 34 % triptofana u usporedbi sa iskorištenjem istih aminokiselina iz termički obrađenog zrna soje. Osim slabije iskoristljivosti aminokiselina veća količina neprobavljivog proteinskog supstrata pogoduje probavnim smetnjama. Razvijaju se Coli-bakterije, oslobađaju se štetni amini: histamin, putrescin, kadaverin a javljaju se enterotoksemije koje mogu biti kobne. Inaktiviranje inhibitora tripsina postiže se termičkom obradom zrnja soje (prženjem i kuhanjem), Kalivoda,1990.

Glukozinolata ima u sjemenu, pogačama i sačmama uljane repice te krmnom kelju i drugim kupusnjačama. Glukozinolati u organizmu životinje remete promet joda i funkcije štitne žljezde, jer je manje izlučivanje tiroksina a time i smanjena sinteza proteina.

Tanini (hidroksi-fenoli) su prisutni u sirku, grahu i grašku a manje u drugim krmivima. Smanjuju ukusnost hrane, smanjeno konzumiranje a time i manji proizvodni učinak. Tanini vežu proteine u neiskoristive spojeve. Razlike u količini tanina može biti različita zavisno od sorte kultivara. U sirku ih može biti 0,18 – 1,47 %, a grahu 3 – 5 %.

Hemaglutinini se nalaze u lupini i grahu. Poslije resorpcije u organizmu oštećuju eritrocite. Hemaglutinini se inaktiviraju zagrijavanjem.

Gosipol je utvrđen u sjemenju, pogačama i sačmama pamuka. Gosipol je otrovna tvar (polifenolni spoj- ciklopropanoidna masna kiselina). Veže se sa aminokiselinama (lizin) tvoreći neiskoristljive spojeve, a utječe i na promet željeza. Prema Pravilniku o kakvoći stočne hrane republike Hrvatske najveća dopuštena količina gosipola u pamučnoj sačmi i pogači je 1200 mg/kg, ostalim sirovinama 20 mg/kg, u krmnim smjesama za telad 100 mg/kg smjese. Uzgojene su sorte pamuka koje imaju znatno manje gosipola a time i manji rizik od eventualnih otrovanja konzumiranjem pamučne sačme i pogače.

Saponini su prisutni u lišću, kori i ljusci nekih biljaka. Saponini smanjuju površinsku napetost i u vodi prave sapunastu otopinu te potpomažu pojavu nadma. Oštećuju sluznicu probavnih organa a nakon resorpcije djeluju hemolitički. Saponina ima više u zelenoj lucerni.

Cijanovodična kiselina (HCN) je antinutritivna tvar a ujedno i otrovna. Cijanogene glukozide sadrže mnoga biljna krmiva a najviše ima ga zeleni sirak i sudanska trava. Cijanovodična kiselina inaktivira enzime disanja i time remeti procese oksidacije u tkivima. Preživači su osjetljiviji od nepreživača na HCN. Krmiva koja imaju više HCN treba oprezno davati stoci (manje količine i postepeno). Zeleni sirak ne treba davati preživačima prije nego naraste do 80 cm visine. Sušenje i zaparivanje također smanjuju štetno djelovanje cijanogenih glukozida. Najveće dozvoljene količine cijanovodične kiseline u sjemenu lana jesu 250 mg/kg, lanene sačme i pogače 350 mg/kg a krmiva od tapioke i badema 100 mg/kg. (Pravilnik o kakvoći stočne hrane., 1998.).

Neka krmiva imaju tvari s hormonskim djelovanjem fitohormone. Oni mogu da podstiču ili da koče odvijanje normalnih hormonskih procesa u organizmu. Od fitohormona poznati su fitoestrogeni koja sadrže u malim količinama mnoga silirana i zelena krmiva. Ako se poveća količina fitoestrogena u stočnoj hrani može se javiti hiperestrogenizam ženskih životinja (lažni estrus, degeneracije jajnika, promjene na sliznici maternice i dr.).

Antigonadotropne tvari prisutne su kod mnogih biljaka, a inaktiviraju izlučeni gonadotropin. Javlja se poremetnja spolnog ciklusa (izostanak ovulacije, poremećaj funkcije žutog tijela)

Biološki čimbenici koji dovode do kvarenja stočne hrane jesu različiti mikroorganizmi, štetnici hrane (insekti i glodavci) i otrovne i škodljive biljke.

Otrovne i škodljive biljke zastupljene su na livadama i pašnjacima. Njihovu širenju pomaže nekontrolirana ispaša, neodržavanje livada i pašnjaka, a više ih ima na zapuštenim prostorima. Otrovne biljke imaju toksične spojeve koje se nalaze u cijeloj biljci ili pojedinom dijelu. Osim već nabrojanih antinutritivnih tvari u krmnom bilju, postoje prave otrovne biljke (mišjakinja, divlji peršun, bunika, kozlac, mrazovac i dr.). Životinje instiktivno izbjegavaju da jedu otrovno bilje izuzev kad su prinuđene (glad). Svaka otrovna biljka izaziva određene simptome otrovanja. Škodljivih biljaka ima znatno više od otrovnih. Najčešće izazivaju simptome remećenja normalne probave hrane.

Škodljive tvari se u stočnoj hrani oslobađaju i uslijed aktivnosti različitih bakterija i plijesni. Stočna hrana je najčešće zaražena bakterijama i plijesnima. Rastu i povećanja broja mikroorganizama pogoduje visok sadržaj vlage, nepovoljni fizikalno-kemijski uvjeti, tehnologija spremanja, transporta i čuvanja krme. Specifični uzročnici zaraznih bolesti mogu se mogu prenositi hranom (bedrenica, bruceloza, slinavka, tuberkuloza, listerioza i dr.) i oni imaju značaj za sve vrste životinja. Preživaci imaju specifičnu probavu te stoga i manje probleme od bakterijski klasičnih trovača hrane (salmonele, *Escherichia coli* i dr.) koji su često glavni uzročnici želučano-crijevnih oboljenja i otrovanja nepreživača i sisanačadi preživača (telad, janjad i jarad). Plijesni proizvode metabolite koji su značajne biološke djelatne tvari. Neki metaboliti plijesni imaju antibiotičko djelovanje (antibiotici), neki djeluju citostatički ili imaju stimulativan učinak. U stočnoj hrani su najzastupljeniji metaboliti sa toksičnim djelovanjem na organizam životinja i čovjeka. Ove metabolite nazivamo mikotoksini. Plijesni roda *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Monilla* i dr najčešće u stočnoj hrani proizvode mikotoksine. Plijesni najčešće napadaju zrnevlje žitarica, leguminoza te sijeno, sjenažu, silažu, korjenjače i gomoljače, odnosno vrlo su raširene u prirodi. Plijesni su aerobi i pogoduje im vlažnost krme iznad 13 %, visoka relativna vlaga zraka, temperatura zraka 20 – 35 °C a podnose i široki raspon pH (1,5 – 8,5). Do stvaranja povišenih količina mikotoksina u i na stočnoj hrani dolazi već za 1- 2 dana a najčešće za 7 – 10 dana u povoljnim uvjetima za njihov razvoj. Liječenje oboljelih od mikotoksikoza je teško jer je teška dijagnostika i ispoljavanje nespecifičnih znakova bolesti. Spriječavanje mikotoksikoza se bazira na preventivi kojoj je cilj spriječiti značajniju kontaminaciju plijesnima. Mikotoksini mogu uzrokovati akutna trovanja i masovna uginuća na farmama stoke. Veće štete nastaju uslijed smanjene proizvodnje, otpornosti organizma, a pogoduju razvoju drugih bolesti različitog porijekla. Rezidui mikotoksina u mlijeku i kolostrumu je opasnost za mladunčad jer uzrokuju zdravstvene probleme, te rezidui u mlijeku, mesu, jajima je opasnost za ljude. Neki mikotoksini mogu djelovati mutageno i kancerogeno. *Aspergillus* plijesni proizvode mikotoksine alfatoksine. Alfatoksinima su više kontaminirana krmiva iz tropskih zemalja, a češće uljane sačme i pogače arašida (orašca). Ovog toksina može biti i u drugim sačmama i pogačama te kukuruzu, silaži sijenu i dr. aflatoksin je jak otrov posebno za mlade životinje. Patološke promjene uzrokovane trovanjima javljaju se na jetri (nekroza), proljevi, krvarenja. Najveća dopuštena količina aflatoksina u potpunim i

dopunskim krmnim smjesama za telad, janjad, prasad, piliće, puriće i pačice je 0,01 mg/kg, dok za potpune i dopunske krmne smjese za mliječne krave iznosi 0,01 mg/kg.

Fuzariatoksini su mikotoksini koje proizvode plijesni roda *Fusarium*. Zearalenon je najčešći i njegovi derivati alfa i beta zearalenon. Kukuruz, ječam i zob često su inficirani *Fusarium* plijesnima (bijela plijesan) već na polju prije žetve. Mikotoksikoze zearalenonom česte su u svinja kod kojih se očituju poremećaji i oboljenja na spolnim organima i vimenu. Manja količina ovog toksina utječe na smanjenje proizvodnje, slabiju plodnost i proljeve. Ove mikotoksikoze su štetnije za krmače. Fuzariatoksikoze u preživača uzrokuju poremetnje plodnosti, probavne poremećaje, manju proizvodnju a jača trovanja uzrokuju smrt.

U fuzariatoksine svrstavaju se i trihoteceni. Njih osim *Fusaria* proizvode i druge plijesni (*Myrothecium*, *Stachybotrys* i dr.). Perad je osjetljivija na trihotecene nego na zearalenon. Zearalenona i njegovih derivata u potpunim i dopunskim krmnim smjesama za prasad, nazimad i nazimice smije biti po pravilniku maksimalno 1 mg/kg smjese, dok za ovce, koze i goveda 3 mg/kg.

Orhatoksini su metaboliti koje proizvode neke vrste plijesni *Aspergillus* i *Penicillium*. Češće se susreću na zrnju žitarica i leguminoza (naziva se i skladišnom plijesni). Razvoju ove plijesni pogoduje vlaga već od 12,5 – 17 %. Orhatoksini u krmivima često dolazi zajedno s drugim mikotoksinima, posebno u vlažnim godinama je jaka kontaminacija kukuruza. Perad i svinje osjetljivije su na orhatoksine od preživača. Obole jetra, bubrezi, upale sluznice probavnih organa i krvarenja. Orhatoksin se izlučuje mlijekom a taloži se u tkivima organizma.

Stachybotriotoksin proizvodi plijesan *Stachybotrys*. Termostabilan je i otporan na kiseline te stoga opasan ako se formira u silaži. Razvija se na vlažnoj i pokisloj krmi.

Saprofitske bakterije se razmnožavaju u hrani ali ne u organizmu životinje. Na hrani se nalaze razne vrste saprofitskih bakterija. Njihova brojnost zavisi od uvjeta za njihov rast i razmnožavanje. Rodovi bakterija *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Escherichia*, *Streptococcus* i *Proteus* su najčešći u stočnoj hrani. Saprofitske bakterije na hranu dopijevaju često preko izmeta, prašine, zemlje, vode, životinja i ljudi. Dospjevši na hranu uz povoljne uvijete one se razmnožavaju mjenjajući organoleptička, kemijska i hranjiva svojstva hrane. Prema „Pravilniku o kakvoći stočne hrane“ krmiva biljnog podrijetla u 1 g krmiva i krmne smjese mogu imati najviše 12 000 000 bakterija a broj kvasaca i plijesni 200 000. Krmiva i krmne smjese životinjakog podrijetla smiju imati najviše 6 000 000 bakterija u 1 g, a kvasaca i plijesni 10 000.

Bakterije uzročnici infekcije hrane čine skupinu koja se razmnožava u hrani i u organizmu životinje. Njih čine velika skupina bakterijskih vrsta a veliki značaj imaju salmonеле, listerije i streptokoke. Salmonеле dopijevaju u hranu sa strane preko kliconaša (ljudi, životinje, glodavci i ptice). *Listeria monocytogenes* je raširena u prirodi, kliconoše su svinje, glodavci, krpelji a naročito napadaju ovce. Razmnožavaju se u silaži koja ima pH veći od 5,5. Prema pravilniku o kakvoći stočne hrane krmiva i krmne smjese ne smiju sadržavati toksične bakterije (*Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens* i *Staphylococcus pyogenes*) u 1 g.

Na stočnoj hrani mogu se naći razni insekti i grinje koje žive od hranjivih tvari, a nanose velike štete. Pored insekata i grinja stočnom hranom hrane se štakori i miševi (više u skladištima). Navedene životinje troše hranjive tvari iz hrane a ujedno je zagađuju svojim ekskrementima i lešinama. Ako dođe do prerasmnožavanja nekih štetnika dolazi do zagrijavanja hrane na tim mjestima gdje se temperatura podiže do 40 °C. U skladištima hrane najznačajniji paraziti hrane- krmiva su žitni i kukuruzni žižak, brašnov moljac, žitni kukuljičar, brašneni plamenac, štakori i miševi.

2.5. Pripremanje krmiva

Dio krmiva se daje životinjama u prirodnom stanju, a jedan dio se prethodno priprema na odgovarajući način. Nakon pripreme ova krmiva postaju ukusnija, probavljivija, nekim metodama pripreme u krmivima se ubijaju nepoželjni mikroorganizmi. Potpuno ili djelomično odstranjuju štetne tvari iz krmiva. Pripremanje krmiva nekom od metoda povećava se cijena tog krmiva te ova prerada ima opravdanje ako se povećani troškovi uslijed prerade, nadoknade boljim iskorištavanjem hrane od strane životinja.

Sjeckanje krmiva se primjenjuje za voluminoznu suhu i sočnu krmu. Voluminozna krma sa dugačkim i grubim stabljikama sjecka se na nekoliko centimetara dužine kako bi je životinje bolje koristile, a ne da pojedu list sa stabljike, a ostane tvrda i grublja stabljika koju stoka slabije jede. Prekratko sječeno voluminozno krmivo životinja ne sažvaće dovoljno. Korjenjače, gomoljače i tikvenjače treba sjeckati na sitnije dijelove da ih životinja može konzumirati bez bojazni da će doći do začepjenja jednjaka. Osim toga, ova krmiva se isjeckana lakše miješaju s drugim koncentriranim krmivima (samljevenim žitaricama, mekinjama), što je uobičajeno na većini seoskih domaćinstava koja imaju stoku.

Mrjevenje, prekrupnjavanje, gnječenje i drobljenje

Ovi načini pripremanja krmiva su uobičajeni za zrna žitarica, klip kukuruza, uljanih pogača i dehidriranih krmiva (lucerne, trava). Usitnjavanjem ova krmiva postaju lakše i bolje dostupna probavnim sokovima i mikroorganizmima koji sudjeluju u probavi hranjivih sastojaka. Usitnjavanjem zrna sprječava se eventualni prolazak zrna kroz probavni sustav neiskorištenih i neprobavljenih. Sitna zrna korova i štetnih biljaka s tvrdom ovojnicom se razbijaju i time se sprječava njihovo širenje putem izmeta životinja. Mrjevenje zrna je nužno kada se daju starim životinjama sa slabijim zubima, koje ih nisu u stanju zdrobiti u ustima. Mrjevenje je nužno i za mlade životinje. Svinje dobro podnose sitnije mrjevena krmiva, za goveda treba nešto krupnije i srednje mrjevenje, ovce i konji podnose i krupno mrjevenu koncentriranu krmu. Konji dobro žvaču zrno kukuruza i zobi koje nije za njih potrebno mrjeti ako se daju kao samo krmivo.

Mrjevenje svih vrsta krmiva na određenu veličinu čestica nužno je ako krmiva ulaze u sastav krmnih smjesa. Sitno mrjevenje (oko 600 mikrometara) poboljšava izmiješanost (homogenost) krmne smjese. Mrjevenjem, drobljenjem ili gnječenjem se kida zaštitna ovojnica (omotač) endosperma, a endosperm biva izložen probavnim sokovima i enzimima mikroorganizama u probavnim organima. Ako je veći udio zaštitnog omotača zrna koji sadrži vlakna i druge neškrobne polisaharide, smanjuje se probavljivost škroba u životinja. Mrjevenjem se obično stvara velika količina prašine, koja se zadržava na seriji filtera te se sakuplja i naknadno dodaje samljevenom materijalu.

Prženje

Prženje se koristi za zrna soje, graška, kikirikija, ječma i zobi. Termička obrada zrna se vrši na temperaturi 130 – 150 °C u različitim pećima grijanim na struju ili plin. Prženjem se okus krmiva poboljša jer škrob prelazi u dekstrin. Češće ga primjenjujemo za zrna lepirnjača. Prženjem sirovog zrna soje dolazi do razgradnje štetne tvari tripsin inhibitora, koji je inhibitor vrenja tripsina, a koji probavlja proteine.

Prženi ječam je dobro sredstvo protiv proljeva kod prasadi.

Mikronizacija

Postupak je tijekom kojeg se zrna žita i leguminoza izlažu infracrvenom zračenju, pri čemu se zrna zagriju na 125 – 135 °C tijekom 40 – 90 sekundi. Iz zrna se brzo gubi vlaga, a djelomično dolazi do želatinizacije škroba. Mljevenjem zrna koja su mikronizirana dobije se polupahuljasti proizvod.

Kokičenje je postupak pri kojemu je zrno kukuruza suho zagrijavano, vlaga se smanji na 3 %, a zrno eksplodira - dolazi do brzog širenja i kidanja omotača zrna te nastaju kokice. Ove kokice imaju bolju iskoristivost škroba u želucu životinja, a kokice prije davanja životinjama treba zgnječiti da se smanji voluminoznost.

Ljuštenje je postupak koji se primjenjuje za zrnata krmiva pri čemu se uz pomoć ljuštilica ljušti zob, proso i sirak. Oljuštena zrna imaju manje sirovih vlakana. Oljuštena zob je dobra hrana za telad i prasad.

Peletiranje je postupak dobivanja peleta koji se koriste u hranidbi za sve vrste stoke. Životinje hranjene peletama ne mogu birati pojedine komponente obroka kao kod krme u brašnastom obliku, već uzimaju preko peleta sve komponente. Zrnata krmiva koja se melju ili brašnaste krmne smjese se potiskuju pod tlakom kroz otvore određenih matrica. Smjesa se može, a ne mora zapariti na vrućoj pari, a optimalna vlažnost je 15 – 18 %. Škrob se želatinizira pod djelovanjem trenja tijekom prolaska kroz matricu peletirke. Pelete mogu biti različitog oblika, dužine, širine i čvrstoće, zavisno od vrsta životinja kojima su namijenjene za hranidbu.

Ekstrudiranje

Ekstrudiranje je proces potiskivanja cijelih zrna kroz čeličnu cijev pomoću vijka koji je zašiljen i spiralno uvijen. Temperatura tijekom potiskivanja je povećana, kao i tlak, pa se pri izlasku krmiva kroz matricu ekstrudera zrno i njegovi dijelovi naglo šire uslijed naglog gubitka tlaka. Širenje izaziva razaranje škrobnih zrnaca.

Izluživanje (ispiranje)

Izluživanje se primjenjuje zbog smanjivanja štetnih tvari koje sadrže neka krmiva. Postupak može biti zasnovan na kratkotrajnom izlaganju krmiva vodenoj pari, a nakon toga potapanju u vodu ili potapanje krmiva u vodu tijekom nekoliko sati, a voda se nakon toga odbaci. Izluživanje ili ispiranje se može primijeniti za zrna gorke lupine (alkaloida), zatim za smanjivanje sadržaja tanina kod žira i divljeg kestena. Kemijskim tretiranjem zrnatih krmiva koja su bogata taninima, njihov sadržaj se može znatno smanjiti.

Kuhanje

Kuhanje i zaparavanje pojedinih krmiva ranijih godina je bilo više zastupljeno prvenstveno na manjim imanjima. Kuhanje se uglavnom primjenjuje za krumpir koji skuhan ili zaparen te zgnječen vole jesti svinje i perad, ali i ovce te goveda, naročito ako se pomiješa s mljevenim žitaricama. Kuhanjem se omekšavaju i razaraju stanične opne, omekšavaju celulozna vlakna, inhibira djelovanje štetnih tvari, poboljšava konzumacija, a uništava se i nepovoljna mikroflora koja uzrokuje kvarenje krmiva. Kuhanje se može primijeniti i za zrna leguminoza (soje, graha, grahorice).

Kuhana i zaparena hrana u obliku kaše daje se i sada tijekom zimskog perioda svinjama na malim imanjima. Topla hrana dijelom osigurava i dio energije za životinje.

Zaparavanje se izvodi prelijevanjem ključale vode preko grubih voluminoznih krmiva čime ova krma postaje dostupnija probavnim enzimima i enzimima mikroorganizama ako se daje preživačima (slame i kukuruzovina).

Kvasanje (saharomicetizacija)

Metoda je kad se zrnata ugljikohidratna krmiva uz pomoć kvašćevih gljivica učine bogatijima proteinima i vitaminima B skupine. Krmiva se preliju vodom u omjeru 1: 1,5 – 2 u što se razmuti 1,5 – 2 kg pekarskog kvasca. Kvašćeve gljivice u ovome mediju se brzo razvijaju, odvija se i fermentacija pri čemu se razlaže i celuloza. Proteini nastali tijekom ovog procesa veće su kakvoće nego prije kvasanja. Kvasanje se vrlo rijetko koristi kao metoda pripreme krme, a imalo je primjenu u hranidbi svinja, no može se koristiti i za druge vrste životinja.

Klijanje kao postupak pripreme krme se može koristiti za zrnata krmiva. Zrna se natope vodom i drže na toplome mjestu, dok klice ne iskljaju do dužine 6 – 8 cm. Proklijala zrna se daju tijekom zime mladim životinjama, bolesnim životinjama i tijekom oporavka od bolesti. Proklijala zrna su obogaćena vitaminom E.

3. Krmne smjese

Suvremena hranidba domaćih životinja zahtijeva poznavanje fizičkih i kemijskih svojstava različitih krmiva i dodataka koji se daju životinjama za hranu. Preko pojedene hrane životinja iskorištava hranjive komponente, koje koristi za svoje životne potrebe i za vlastitu proizvodnju. Potrebno je poznavati potrebe životinja za pojedinim hranjivim tvarima te na osnovu tih potreba sastaviti i dati životinjama obrok. Krmne smjese koje imaju veliki značaj u hranidbi životinja sastoje se od više krmiva i dodataka koji su spremljeni i izmješani tako da čine homogenu smjesu. U svijetu se primjenjuje više normativa za hranidbu domaćih životinja: NRC – SAD, INRA-Francuska, ARC-Engleska i MAFF- Velika Britanija.

Krmne smjese se proizvode kombinacijom krmiva i dozvoljenih dodataka za određene namjene za ishranu pojedinih vrsta ili kategorija domaćih životinja u obliku brašna ili peleta. Krmne smjese mogu poslužiti kao potpune, koje služe za podmirenje potreba životinja svim hranjivim tvarima i dopunske krmne smjese služe kao dopunska hrana za životinje i svojim hranjivim sastojcima trebaju upotpuniti osnovna krmiva s kojima se miješaju.

Premiksi (predsmjese) su proizvodi bogati vitaminima, mineralnim tvarima, hranjivim tvarima i drugim dozvoljenim dodacima, a koji služe za izradu potpunih i dopunskih krmnih smjesa.

Predsmjese se proizvode i stavljaju u promet kao: mineralne predsmjese koje sadrže dozvoljene mineralne tvari, vitaminske predsmjese, koje sadrže samo vitamine, vitaminsko-mineralne predsmjese koje sadrže vitamine i mineralne tvari. Predsmjese se mogu stavljati u promet kao predsmjese za pojedine vrste životinja ili predsmjese za sve životinje. (Pravilnik o kakvoći stočne hrane, 2004.).

Zahtjevi koji trebaju biti ispunjeni pri izradi krmnih smjesa su:

- smjese moraju biti izgrađene prvenstveno od krepkih koncentriranih krmiva, visokog sadržaja probavljivih hranjivih tvari i veće energetske vrijednosti.
- svaka krmna smjesa treba biti izbalansirana prema vrsti, kategoriji i proizvodnosti životinja, a da se hranjive tvari iz smjese nalaze u optimalnim količinama.
- krmne smjese trebaju biti ukusne i probavljive te se trebaju pripremljati od svježih i kvalitetnih krmiva i dozvoljenih dodataka.
- krmne smjese koje se sastoje iz više krmiva i dozvoljenih dodataka trebaju biti homogeno izmješane.
- krmne smjese trebaju biti jeftine, odnosno isplativije da se njihovom primjenom ostvari visoka i učinkovita proizvodnja.

Krmne smjese (potpune i dopunske) za pojedine vrste i kategorije domaćih životinja (Pravilnik o kakvoći stočne hrane, 2004.) sa sadržajem sirovih proteina i metaboličkom energijom u 1 kg:

Krmne smjese za hranidbu svinja:

	Sir. bjel. min %	ME min ME/kg
Mliječni nadomjestak za odojke do 21 dan starosti.	24	-
Krmna smjesa za rano odbijene odojke (do 10 kg ž.v.)	22	13
Početna krmna smjesa za odojke (10 – 20 kg ž.v.)	19	12,50
Krmna smjesa za odojke u rastu (20 – 30 kg ž.v.)	17	12,50
Krmna smjesa za svinje u rastu i tovu do 60 kg ž.v.	16	12,50
Krmna smjesa za svinje u tovu preko 60 kg ž.v.	14	12,50
Krmna smjesa za suprasne krmače i priplodne nazimice	12	-
Krmna smjesa za krmače dojilje i neraste	16	13
Dopunska krmna smjesa za odojke	40	-
Dopunska krmna smjesa za tovnje i rasplodne svinje	35	-

Krmne smjese za hranidbu peradi:

	sir.bjel. min %	ME min ME/kg
Početna krmna smjesa za tov pilića do 4 tjedna starosti	21	12,50
Krmna smjesa za tov pilića u rastu od 5 do 7 tjedna starosti	18	12
Završna krmna smjesa za tov pilića III. 5 dana prije klanja	16	12
Krmna smjesa za pomladak peradi za priplod I.	19	10,50
Krmna smjesa za pomladak peradi za priplod II.	17	11,50
Krmna smjesa za pomladak peradi za priplod III.	13	11
Krmna smjesa za konzumne nesilice	15	11,30
Krmna smjesa za rasplodne nesilice I.	15	11
Krmna smjesa za rasplodne nesilice II.	14	10,20
Početna krmna smjesa za puriće do 4 tjedna starosti	28	11
Krmna smjesa za puriće u rastu i tovu I. od 5 do 8 tj.	24	11
Krmna smjesa za puriće u rastu i tovu II. od 9 do 12 tj.	20	11
Krmna smjesa za puriće u tovu I. od 13 do 16 tj.	18	12
Krmna smjesa za puriće u tovu II. od 17 tj. starosti do kraja tova	16	12,50
Krmna smjesa za uzgoj purica od 13 tj. starosti do nesivosti	12	10,50
Krmna smjesa za pure nesilice	16	11
Krmna smjesa za uzgoj i tov pačića do 3 tjedna starosti	17	10
Krmna smjesa za tov pačića od 4 do 8 tj. starosti	15	11,50
Krmna smjesa za uzgoj pataka od 4 do 20 tj. starosti	12	10
Krmna smjesa za patke nesilice	15	10
Dopunska krmna smjesa za uzgoj i tov pilića	40	-
Dopunska krmna smjesa za nesilice	30	-

Krmne smjese za hranidbu goveda, s minimalnim sadržajem sirovih proteina i maksimalnim sadržajem sirovih vlakana u 1 kg.

	Sir.bjel. min %	sir. vlak. max %
Mliječni nadomjestak za telad	22	2
Početna krmna smjesa za telad	18	10
Krmna smjesa za telad u rastu	15	10
Krmna smjesa za tov junadi do 250 kg ž.v.	14	12
Krmna smjesa za tov junadi iznad 250 kg ž.v.	12	15
Krmna smjesa I. za krave muzare	13	10
Krmna smjesa II. za krave muzare	19	15
Dopunska krmna smjesa za tov junadi i mliječnim govedima	30	-

Krmne smjese za hranidbu ovaca:

Mliječni nadomjestak za janjad	22	1
Krmna smjesa za rano odbijenu janjad	16	8
Krmna smjesa za šilježad	13	12
Krmna smjesa za ovce	15	15
Dopunska krmna smjesa za hranidbu janjaca i ovaca	32	15

Krmne smjese za hranidbu koza:

Mliječni nadomjestak za jarad	24	1
Krmna smjesa za rano odbijenu jarad	18	6
Krmna smjesa za koze	16	14

Krmne smjese za hranidbu kunića:

Krmna smjesa za kuniće do odbijanja	16	min 12
Krmna smjesa za kuniće nakon odbijanja i tov	14	min 15

Krmne smjese za hranidbu konja (peletirane):

Početna krmna smjesa za ždrijebad	16	10
Krmna smjesa za ždrijebad u porastu	12	10
Krmna smjesa za odrasle konje	12	10

3.1 METODE ZA SASTAVLJANJE OBROKA I SMJESA

Smjese i obroci za hranidbu domaćih životinja sastavljaju se računskim putem. Računski put može biti uz pomoć kompjutorskih programa i ručni izračun. Koristi se više metoda za sastavljanje obroka i smjese: Pirsonov kvadrat, metoda jednažbi, kombinirana metoda (koristi se Pirsonov kvadrat i metoda jednažbi), sastavljanje obroka i smjese s minimalnom cijenom koštanja, sastavljanje obroka u cilju ostvarivanja maksimalne ekonomske dobiti.

Pirsonov kvadrat se koristi za sastavljanje smjese koje su jednostavnije sastoje se od nekoliko krmiva ili za određivanje količine žitarica koje treba umiješati s dopunskim krmivom (super koncentrat) da se izbalansira postotak sadržaja proteina. Za primjenu Pirsonovog kvadrata osnovno je da jedno krmivo mora imati veću, a drugo manju koncentraciju hranjive tvari od potrebne. Ako se žele sastaviti smjese koje su izbalansirane u proteinima i energiji, koristi se primjena duplog Pirsonovog kvadrata, ali na raspolaganju trebaju biti najmanje tri krmiva.

Pirsonov kvadrat: (primjer 1.)

Sastaviti smjesu za hranidbu tovnih svinja s 14 % sirovih proteina (SP), ako na raspolaganju imamo prekrupu zrna kukuruza, s 9 % sirovih proteina i dopunsku krmnu smjesu (superkoncentrat) sa 35 % sirovih proteina.

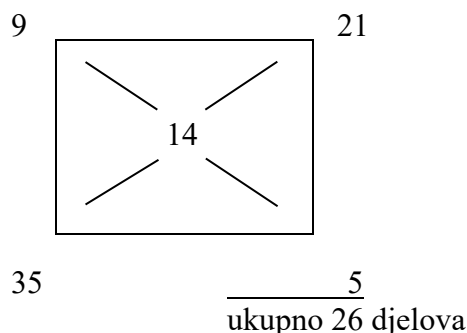
Postupak je slijedeći: u središte kvadrata se upisuje broj koji pokazuje postotak proteina koji želimo dobiti u smjesi (14 %). U gornji lijevi kut kvadrata upišemo postotak proteina u kukuruznoj pekrupi (9 %), a u donji lijevi kut upišemo postotak proteina iz superkoncentrata (dopunske smjese 35 %). Drugi korak je upisivanje razlike koja se dobija dijagonalnim oduzimanjem većeg broja upisanog u donji lijevi kut od manjeg upisanog u sredini kvadrata ($35 - 14 = 21$). Dobiveni rezultat (21) pokazuje koliko treba dijelova kukuruza u smjesi kukuruza i superkoncentrata. U donji desni kut upisuje se razlika koja se dobija dijagonalnim oduzimanjem većeg broja od manjeg broja na drugoj dijagonali ($14 - 9 = 5$). Dobiveni broj (5) pokazuje koliko treba dijelova superkoncentrata u smjesi kukuruza i dopunske smjese.

Postotna zastupljenost se računa rješavanjem proporcije:

$$26 : 21 = 100 : X$$

$$X = 80,76 \% \text{ prekrupe zrna kukuruza}$$

$$100 - 80,76 = 19,24 \% \text{ super koncentrata (dopunske smjese)}$$



Primjena duplog Pirsonovog kvadrata (primjer 2):

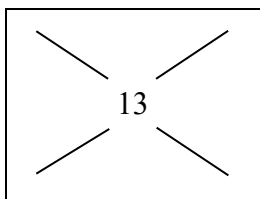
Primjena duplog Pirsonovog kvadrata može se koristiti ako se želi sastaviti smjesa od nekoliko krmiva, a da se izbalansiraju energija i proteini.

Primjer:

Sastaviti krmnu smjesu za krave s 13 % SP i 7,2 MJ/kg NEL-a ako se ima na raspolaganju zrno kukuruza s 9,6 SP i 7,63 MJ NEL-a , sojina sačma s 44 % SP i 7,02 MJ NEL-a i pšenične mekinje-posije s 14,6 % SP i 5,28 MJ NEL-a.

Mješavina prva: 13 % SP, > 7,2 MJ/kg NEL-a Proračun NEL-a

Kukuruz 9,6 % $31,0 = 90,11\% \times 7,63/100 = 6,87 \text{ MJ/kg}$

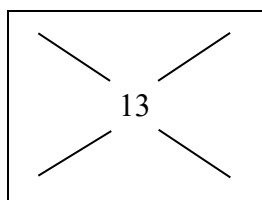


soj.sačma 44% $3,4 = 9,89\% \times 7,02/100 = 0,7 \text{ MJ/kg}$

34,4 = 100 7,57 MJ/kg

Mješavina druga: 13 % SP, < 7,2 MJ/kg NEL-a Proračuna NEL-a

Kukuruz 9,6 % $1,6 = 32,00\% \times 7,63/100 = 2,44 \text{ MJ/kg}$



posije 14,6 % $3,4 = 68,00\% \times 5,28/100 = 3,60 \text{ MJ/kg}$

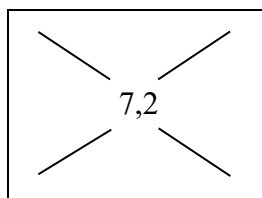
5,0 = 100 6,04 MJ/kg

Mješavina treća: 13 % SP, 7,2 MJ/kg NEL-a

Mješavina prva,

7,57

1,16 = 75,82 %



6,04

0,37 = 24,18 %

1,53 100,00 %

Postotna zastupljenost pojedinog krmiva u smjesi se izračunava:

Kukuruz:

$$100 : 75,82 = 90,11 : X, X = 68,32 \%$$

$$100 : 24,18 = 32,00 : X, X = 7,73 \%$$

$$\text{-----}$$
$$76,05 \%$$

Sojine sačme:

$$100 : 75,82 = 9,89 : X, X = 7,5 \%$$

posije pšenične:

$$100 : 24,18 = 68 : X, X = 16,44 \%$$

Provjera sadržaja sirovih proteina u smjesi:

$$76,05 \times 0,096 + 7,5 \times 0,44 + 16,44 \times 0,146 = 13 \% \text{ SP u smjesi}$$

Provjera sadržaja NEL-a u smjesi:

$$76,05 \times 0,076 + 7,5 \times 0,070 + 16,44 \times 0,053 = 7,20 \text{ NEL/kg smjese}$$

Praktična primjena metode jednadžbi:

Sastavljanje obroka za preživace (primjer):

Izračunavanje potreba u pojedinim tvarima vrši se na osnovu utvrđenih normativa. Obrok za pojedinu vrstu i kategoriju preživaca sastavlja se na osnovu potreba životinje te na osnovu dostupnih krmiva koja su pogodna za životinju, uzimajući u obzir organoleptička svojstva krmiva, kemijski sastav i dostupnost krmiva na farmi. Obrok je izbalansiran kada sadrži sve potrebne hranjive tvari u optimalnim količinama, a u cilju da se zadovolje dnevne potrebe životinja, koje osiguravaju postizanje optimalne ili maksimalne proizvodnje.

Prilikom sastavljanja obroka za preživace potrebno je znati vrstu, količinu, kakvoću i cijene krmiva koja su dostupna, dnevne potrebe u energiji i drugim hranjivim tvarima te mogućnost konzumiranja suhe tvari. Osim ovih parametara potrebno je znati i maksimalne količine pojedinih krmiva koja se mogu unijeti u obrok te specifično djelovanje svakog krmiva. Potrebno je znati i minimalnu količinu voluminozne krmne u obroku i sadržaj sirove celuloze u obroku (nužne za normalan rad buraga).

Primjer 3.

Sastaviti obrok za muznu kravu tjelesne mase 600 kg s dnevnom proizvodnjom od 26 kg/dan mlijeka s 3,8 % mliječne masti.

Prvi korak je izračunavanje ukupnih potreba na osnovu ulaznih podataka (Obračević, 1984.).

Izračunavanje količine konzumirane suhe tvari (S.T) za muznu kravu koju krava može konzumirati-pojesti tijekom dana (24 sata).

$$\text{Suha tvar se računa pomoću formule: } ST \text{ kg/dan} = 0,025 T + 0,1 M$$

T- tjelesna masa krave

M- dnevna proizvodnja mlijeka u kg

$$ST \text{ kg/dan} = 0,025 \times 600 + 0,1 \times 26 = 17,6$$

Potrebe u obroku:	S.T	NEL-a	SSP	Ca	P	Sir.celuloza
	Kg/dan	MJ/kg	g	g	g	% u s.t.
	17,6	114,3	1838	114	71,2	15 – 20

Drugi korak je tablični prikaz kemijskog sastava i energetske vrijednosti dostupnih krmiva. Tablica 28.

Krmiva na raspolaganju:	u 1 kg suhe tvari krmiva					u 1 kg krmiva
	NEL	SSPg	Ca g	P g	SC g	STg
Sjeno prirodnih livada nizinsko	4,204	31	5	2,5	371	850
Treber (pivski trop)	6,241	183	2,9	6,0	200	250
Kukuruz zrno	8,605	80	0,3	3,5	27	880
Sojina sačma 43 % SSP	7,880	454	3,1	7,7	80	900
Di kalcij fosfat	-	-	268	165	-	1000
Stočna kreda	-	-	393,9	0,4	-	1000
Sol – NaCl	-	-	-	-	-	1000
Premiks	-	-	-	-	-	950

Treći korak je unošenje predviđene količine suhe tvari iz voluminozne krme ili računskim putem odrediti odnos voluminoznog i koncentriranog dijela. Tijekom računskog postupka odredi se orijentacijski postotna zastupljenost krmiva u voluminoznom i koncentriranom dijelu obroka. Nakon ovog izračuna, u zavisnosti od koncentracije energije u voluminoznom i koncentriranom dijelu obroka, vrši se proračun i dobije se odnos između njih, a izračuna se i količina voluminoznih krmiva u kg suhe tvari koju unosimo u dnevni obrok.

Izračunavanje odnosa voluminoznog i koncentriranog dijela obroka u suhoj tvari:

Voluminozni dio	%	NEL	ST.kg
Sjeno prirodnih livada, nizinsko	80	3,363	6,58
Treber (pivski trop)	20	1,248	1,64
	100	4,6112	

$$3,363 = 4,204 \times 80/100$$

Koncentrirani dio – krmiva navedena	orijentacijski %	NEL
kukuruz zrno	70	6,020
sojina sačma sa 45 % SSP	27	2,127
di kalcij fosfat	0,5	-
stočna kreda	0,5	-
sol – NaCl	1,0	-
premiks	1,0	-
	100	8,147

$$6,020 = 8,605 \times 70/100$$

Potrebna koncentracija energije po kg ST obroka: $114,3 : 17,6 = 6,494$ NEL

Koncentracija energije u voluminoznom dijelu obroka: 4,611 NEL

Koncentracija energije u koncentratu: 8,147 NEL

Postotak zastupljenosti voluminoznog dijela obroka:
 $((6,494 - 8,147) : (4,611 - 8,147)) \times 100 = 46,74 \%$

Postotak zastupljenosti koncentriranog dijela obroka:
 $100 - \text{voluminozni dio}; 100 - 46,74 = 53,26 \%$

Količina voluminozne krme preračunate na suhu tvar dnevno
 $17,6 \text{ kg/dan ST} \times 46,74 / 100 = 8,22 \text{ kg/dan ST}$ iz voluminozne krme.

Izračunate vrijednosti 6,58 i 1,64 predstavljaju kg suhe tvari iz sijena i trebera koje treba uvrstiti u obrok i preračunati koliko unose u obrok hranjivih tvari.

Tablica 29. Proračun unosa, koliko unose voluminozna krmiva (sijeno i pivski trop)

Krmivo	ST, kg	NEL	SSP, g	Ca, g	P, g	SC, g
Sijeno livadno	6,58	27,66	203,98	32,9	16,45	2441
Pivski trop	1,64	10,23	300,12	4,75	9,84	328
Ukupno	8,22	37,89	504,10	37,65	26,29	2769
Potrebe u obroku	17,60	114,30	1838,00	114,00	71,20	
Razlika (iz konct)	9,38	76,41	1333,90	76,35	44,91	

$$27,66 = 6,58 \times 4,204$$

Iz tablice je vidljivo da obroku nedostaje određena količina hranjivih tvari koje treba unijeti putem drugih krmiva u koncentrat.

Prvo izbalansiramo energiju – NEL i proteine – SSP. Ovaj problem možemo riješiti sustavom jednačbi s dvije nepoznanice. Kukuruz je krmivo koje je pretežni izvor NEL-a , a sojina sačma izvor sirovih probavljivih proteina – SSP.

$K \times \text{NEL} + S \times \text{NEL} = \text{nedostatak NEL}$ K- sadržaj NEL i SSP u kukuruзу
 $K \times \text{SSP} + S \times \text{SSP} = \text{nedostatak SSP}$ S- sadržaj NEL i SSP u sojinoj sačmi

$$K \times 8,605 + S \times 7,880 = 76,41$$
$$\underline{K \times 80 + S \times 454 = 1333,9}$$

$K = 7,36 \text{ kg ST}$ iz kukuruza odnosno 8,36 kg zrna kukuruza ili
 $S = 1,64 \text{ kg ST}$ iz sojine sačme

Tablica 30. Obrok u koji je uključena voluminozna krma, kao i kukuruzno zrno i sojina sačma.

Krmivo	ST,kg	NEL	SSP,g	Ca, g	P, g	SC, g
Sijeno livadno	6,58	27,66	203,98	32,9	16,45	2441
Pivski trop	1,64	10,23	300,12	4,75	9,84	328
Kukuruz zrno	7,36	63,34	588,80	2,21	25,76	199
Sojina sačma	1,64	12,92	744,56	5,10	12,63	131
UKUPNO	17,22	114,30	1838,00	44,96	64,68	3099
Potrebe	17,60	114,30	1838,00	114,00	71,20	
Razlika	- 0,38			- 69,04	- 6,52	

Nakon što su zadovoljene potrebe u NEL i SSP, balansira se nedostatak Ca i P pomoću sustava jednadžbi sa dvije nepoznanice.

Di kalcij fosfat = 39,51 g (ima u sebi 6,52 g P i 10,58 g Ca)

Stočna kreda = 148,7 g (ima u sebi 58,46 g Ca)

Sol – NaCl = 93,8 g

Premiks = 93,8 g

Tablica 31. Konačan sastav obroka:

Krmivo	ST, kg	NEL	SSP, g	Ca, g	P, g	SC, g	NaCl,g	Prem,g
Sjeno livad.	6,58	27,66	203,98	32,9	16,45	2441		
Pivski trop	1,64	10,23	300,12	4,75	9,84	328		
Ukupno vol.	8,22	37,89	504,10	37,65	26,29	2769		
Udio u ST%		4,61	6,13	0,45	0,32	33,68		
Kuk. zrno	7,36	63,34	588,80	2,21	25,76	199		
Sojina sač.	1,64	12,92	744,56	5,10	12,63	131		
Stoč. kreda	0,148			58,46	0,06			
DKP	0,039			10,58	6,52			
Sol	0,093						93	
Premiks	0,093							93
Uk. konc.	9,380	76,26	1333,3	76,35	49,03	330	93	93
Udio u ST%		8,13	14,21	0,81	0,52	3,52	1	1
Ukupno:	17,6	114,25	1837,40	114,0	71,26		93	93
Potrebe	17,6	114,3	1838,00	114,0	71,20		93	93
Razlika	-	-	0,6	-	0,06		-	-
Udio u ST%		6,49	10,44	0,65	0,40	17,60	0,52	0,52

4,61= 37,89/ 8,22

6,13 = 504,1/8,22/10

Tablica 32. Analiza cjelokupnog obroka u zračno suhoj tvari (ZST):

Krmivo	ST,kg	ST,g/kg	ST,%	ZST,kg	ZSH,%	vol dio.%	kon.dio.%
Sjeno livadno	6,58	850	37,38	7,74	31,14	54,12	
Pivski trop	1,64	250	9,32	6,56	26,40	45,87	
Ukup. vol.dio.	8,22			14,30		100,00	
Kukuruz zrno	7,36	880	41,81	8,36	33,64		79,24
Soj. sačma 45%	1,64	900	9,32	1,82	7,32		17,25
Stočna kreda	0,148	1000	0,84	0,148	0,59		1,40
DKP	0,039	1000	0,22	0,039	0,22		0,36
Sol-NaCl	0,093	1000	0,52	0,093	0,37		0,88
Premiks	0,093	1000	0,52	0,093	0,37		0,88
Uku. konc.dio	9,38			10,550			
Ukupno:	17,60		100,00	24,85	100,00	100,00	100,00

$$7,74 = 6,58/850 \times 1000$$

$$31,14 = 7,74/24,85 \times 100$$

$$54,12 = 7,74/14,30 \times 100$$

U stupcu zračno-suhe tvari u kg (ZST, kg) dani su podaci koliko kilograma pojedinog krmiva treba dati u dnevnom obroku kravi. Koncentrirani dio obroka se daje u obliku smjese s udjelom pojedinih krmiva i dodataka.

Literatura :

Arapović,M.,(1961): Agromeliorativni zahvati asocijacije Nardetum strictae na planinskom dobru Rilić – Kupres. Poljoprivredni pregled X. ½, Sarajevo

Bahtijarević, E., (1982.): Krmiva, krmne smjese, ishrana stoke. Glas. Banjaluka

Behm,G.,(1984.): Handbuch der praktischen Fütterung. Ferlagsunion Agrar Wien.

Bogut,I., J,Grbavac., T,Florijančić.(2001.):Anatomija i fiziologija domaćih životinja. Udžbenik. Mostar – Osijek

Brinzej, M., P,Caput., Z,Čaušević., I.Jurić., Gordana Kralik., S,Mužić., M,Nikolić., A,Petričević., A,Srećković., Z,Steiner., (1991.): Stočarstvo. Udžbenik za studente poljoprivrednih fakulteta i viših poljoprivrednih škola. Osijek- Zagreb

Čobić,T., S,Bačvanski., Sofija Vučetić., (1983.): Proizvodnja i korišćenje silaže u ishrani stoke. Nolit. Beograd

Domaćinović, M., (1999.): Praktikum vježbi domaćih životinja. Osijek

Fekete,J., (1974.): Utilisation de l'ensilage de maïs plante entière pour la production de jeunes bovins. ITCF. Paris

Feldhofer, S., (1997.): Hranidba goveda. Zagreb

Grbeša,D.,(2004.): Metode procjene i tablice kemijskog sastava i hranjive vrijednosti krepkih krmiva. Hrvatsko agronomsko društvo. Zagreb

Ivanković,S.,I,Bogut.,T,Florijančić.,(2005.):Lisnik u hranidbi preživača. Krmiva,vol.47,5 Zagreb

Jovanović, R., D,Dujić., D,Glamočić., (2001.): Ishrana domaćih životinja. Novi Sad

Kalivoda,M., (1986.): Hranidba domaćih životinja, I. Osnova hranidbe. Zagreb

Kalivoda,M. (1990.): Krmiva. Školska knjiga, Zagreb

Katalinić, I., D,Pejaković., J,Brčić., (2000.): Spremanje sjenaze. Zagreb

Klap, E., (1965.): Taselebenbuch der Groser. Berlin – Hamburg

Kralik,Gordana., S,Ivanković., Z,Škrtić.(2002.): Mijenjanje profila masnih kiselina u mišićnom tkivu brojlera. Krmiva,vol.44,6.Zagreb

Kniewald,Z.,(1993.): Vitamini i hormoni: proizvodnja i primjena. Hrvatska sveučilišna naklada. Zagreb.

Kuhnemann,H.,(2000.): Schafe.Stuttgart.56 Ulmer

- Mejakić, V., B,Nedović.,(1996.): Krmno bilje. Banja Luka
- Mišković, B., (1986.): Krmno bilje. Naučna knjiga. Beograd
- Obračević, Č.,(1984.): Novi sistemi procjenjivanja hranjive vrednosti stočne hrane. Zagreb
- Obračević, Č., (1988.): Osnovi ishrane domaćih životinja. Naučna knjiga. Beograd
- Ocokoljić, Stojanka., (1974.): Leptiraste biljke u ishrani stoke. Nolit. Beograd
- Ocokoljić,S., M,Mijatović., D,Čolić., D,Bošnjak., P,Milošević.(1983.): Prirodni i sejani travnjaci. Nolit. Beograd
- Owers, M, I, (1977.): Maize silage for beef cattle. Journal of the Maize Development Association, Jan
- Peč,P., Danuše Pečova.,(2001.): Učebnice stredoškolske chemie a biochemie. Nakladatelstvi Olomouc. Olomouc
- Priručnik o proizvodnji i upotrebi stočne hrane – krme. (2004.): Hrvatsko agronomsko društvo. Zagreb
- Pravilnik o kakvoći stočne hrane. (1998.): Narodne novine- službeni list Republike Hrvatske. Godište CLX, broj 26, Zagreb
- Rogošić,J., (2000.): Gospodarenje mediteranskim prirodnim resursima. Školska naklada. Mostar
- Stilinović,Z., (1993.): Fiziologija probave i resorpcije u domaćih životinja. Školska knjiga. Zagreb
- Stričević,Dubravka., Blanka Sever., (2004.): Organska kemija. Udžbenik za 4. razred gimnazije. Profil. Zagreb
- Ševković,N., I,Rajić., S,Pribićević., (1983.): Ishrana domaćih životinja. Beograd
- Tables AEC. (1987): Empfehlungen fur die Tierernahrung.5 Ausgabe. Rhone -Poulenc

Sadržaj:

1. Kemijski sastav biljaka, životinja i animalnih proizvoda	1
1.2. Hranjive tvari	3
1.2.1. Voda	3
1.2.2. Ugljikohidrati	4
1.2.3. Masti	7
1.2.4. Proteini-bjelančevine	9
1.3. Metabolizam hranjivih tvari	12
1.3.1. Probava hrane	12
1.3.2. Probava u domaće peradi	29
1.4. Resorpcija i promet hranjivih tvari	31
1.4.1. Resorpcija i promet vode	32
1.4.2. Resorpcija i promet ugljikohidrata	32
1.4.3. Resorpcija i promet proteina	36
1.4.4. Bilanca dušika	40
1.4.5. Resorpcija i promet masti	40
1.4.6. Bilanca ugljika	43
1.4.7. Bilanca energije	44
1.5. Vitamini	46
1.5.1. Vitamini topivi u mastima	47
1.5.2. Vitamini topivi u vodi	50
1.6. Mineralne tvari	55
1.7. Probavljivost krmiva	63
1.7.1. Hranjiva vrijednost krmiva	65
2. Krmiva	74
2.1. Voluminozna krmiva	74
2.1.1. Zelena krmiva	75
2.1.1.1. Trave	81
2.1.1.2. Krmno bilje s oranica	84
2.1.2. Suha voluminozna krmiva	91
2.1.2.1. Silaža	98
2.1.2.1.1. Biokemijski procesi u silaži	101
2.1.2.1.2. Hranjiva vrijednost silaže	107
2.1.2.1.3. Objekti za spremanje silaže .	110
2.1.3. Sjenaža	111
2.2. Koncentrirana krepka krmiva	118
2.2.1. Žitarice	118
2.2.2. Zrna leguminoza-mahunarki	121
2.2.3. Plodovi drveća	123
2.2.4. Sporedni proizvodi prehrambene industrije	124

2.2.4.1. Proizvodi i nusproizvodi mlinske industrije	124
2.2.4.2. Sporedni proizvodi industrije ulja	125
2.2.4.3. Sporedni proizvodi industrije šećera	128
2.2.4.4. Sporedni proizvodi industrije alkohola	129
2.2.4.5. Sporedni proizvodi industrije piva	130
2.2.4.6. Sporedni proizvodi industrije škroba	132
2.3. Krmiva animalnog porijekla	123
2.4. Dodaci stočnoj hrani	126
2.4.1. Mineralna krmiva	126
2.4.2. Dodaci vitamina	127
2.4.3. Nепroteinski dušični spojevi..... ..	128
2.4.4. Aminokiseline	130
2.4.5. Masti	130
2.4.6. Pospješivači rasta	131
2.4.7. Škodljive tvari u krmivima i krmnim smjesama	132
2.5. Pripremanje krmiva	134
3. Krmne smjese	137
3.1. Metodi za sastavljanje obroka i smjesa	140
Literatura	157
Sadržaj	158

Kazalo obavezno napisati

Izdanje ove knjige pomogli su:

Vlada Županije Zapadno-Hercegovačke, Široki Brijeg

Federalno ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, Sarajevo

Žitopromet- Mostar, Mostar

Farma koza „MUŠA“, Muša-Crne Lokve, Široki Brijeg

Lovačko društvo „RUJAN“, Kočerin, Široki Brijeg

Chemo-commerce., Privalj, Široki Brijeg

Mljekara „SUŠA“ Megdan Livno

Udruga «PRAMENKA» Mostar

Agronomski institut Mostar

