

Dr Zlatko Stilinović
Poljoprivredni fakultet, Zagreb

FIZIOLOŠKA MOTORIKA PREDŽELUDACA PREŽIVAČA I VOLUMINOZNA HRANA I ANATOMSKI PODACI

Želudac preživača, u širem smislu riječi, sastoji se iz tri predželuca i sirišta, koji odgovara želucu ostalih domaćih životinja. Predželuci su smješteni funkcionalno ispred sirišta, a međusobno se razlikuju po veličini, obliku i građi sluznice, što je sve odraz njihovih specifičnih fizioloških funkcija. U predželuce pripadaju: 1. burag ili rumen, 2. kapura ili reticulum i 3. knjižavac ili omasus. Na omasus se nadovezuje sirište ili abomasus. Kod odraslih preživača hrana u pravilu dolazi iz jednjaka u rumen, a manjim dijelom u reticulum direktno. Iz buraga, nakon dosta kompliciranog puta kroz šupljine buraga, ulazi u kapuru, da bi konačno kroz relativno mali otvor — ostium reticulo-omasicum — (koji spaja kapuru s knjižavcem) ušla u knjižavac. Kapacitet sva tri predželuca zajedno sa sirištem, kod odraslog goveda iznosi 150—225 l a od toga 84 posto otpada na burag i kapuru zajedno, 6% na omasus i 10% na sirište.

Predželuci i sirište zauzimaju najveći dio trbušne šupljine — od dijafragme pa sve do ulaza u zdjeličnu šupljinu. Kapura i burag zauzeli su cijelu lijevu polovinu, a sa svojim stražnjim (kaudalnim) i donjim (ventralnim) dijelom prelazi burag medijanu ravninu, tako da kod dobre punjenosti buraga dotiče i desnu trbušnu stijenu. Ovakav položaj rumena uvjetovao je da su neki parni organi s lijeve strane od medijane ravnine potisnuti na desnu stranu, kao i lijevi bubreg. Knjižavac se smjestio desno od kapure, a sirište leži na ventralnoj trbušnoj stijeni, zauzimajući slobodan prostor ispod i između kapure i buraga na lijevoj strani, protežući se odavde prema desnoj strani poprijeko u kaudalnom smjeru.

Građa predželudaca je prilično složena, no zbog razumijevanja i orijentacije u njihovim fiziološkim funkcijama, opisat ćemo njihovu građu ukratko. Predželuci i sirište izgrađeni su, kao i svi trbušni (abdominalni) organi iz tri sloja: 1. iz unutarnjeg sluzničkog sloja, koji nazivamo tunica mucosa. Sluznica predželudaca je kutanog karaktera, tj. ne sadrži žlijezde, dok je sluznica sirišta prava, jer sadrži žlijezde, koje luče specifične sekrete. Radi toga sirište odgovara histološki i funkcionalno želucu ostalih domaćih životinja. Ispod sluzničkog sloja dolazi mišićni sloj — tunica muscularis — koji se sastoji iz dvije vrste mišićnih glatkih vlakana s obzirom na tok tih vlakna. Na tunicu mucosu naliježe cirkularni sloj glatkih mišićnih vlakana, a na njega podužni ili longitudinalni sloj glatkih mišićnih vlakana. Ovaj dvostruki mišićni sloj obavija treći i granični sloj vezivotkivnog karaktera pokriven izvana epitelom, nazvan tunica serosa.

I Burag ili rumen je najveći predželudac, koji je podijeljen u više prostorija, a koje međusobno komuniciraju. Ova prostorna dioba buraga je vidljiva i izvana, označena uvrnućima u obliku žljebova koje nazivamo sulcusi. S unutarnje strane je također dobro izražena ta podvojenost sluznično-mišićnim gredama, koje strše u lumen buraga, a nazivamo il pilae ruminis.

Tako imamo prednju gredu, koja se naziva pila cranialis, a koja poprijeko i sprijeda odvaja gornji (dorzalni) dio buragove vreće od donjeg ili ventralnog dijela buragove vreće. Njoj sa stražnje strane odgovara poprečna greda, nazvana pila caudalis. Pila cranialis i pila caudalis su podužno spojene s lijeve strane podužnom gredom koju nazivamo pila longitudinalina-

lis sinistra. S desne strane postoji također podužna pila, čiji je tok nešto složeniji, jer se neposredno poslije spajanja s pilom cranialis dijeli u dvije grane, koje teku kaudalno i neposredno prije nego što će doseći pilu caudalis, ujedinijuju se oblikujući jedan zajednički tok. Ova greda naziva se pila longitudinalis dextra. Na taj način između grana pile longitudinalis dextre oivičen je sa svih strana dio buragove stijenke eliptičnog oblika, koji se naziva buragov otok. Pile longitudinalis zajedno s pilama cranialis i caudalis dijele buragovu vreću u dva velika dijela: dorzalni — *saccus ruminis dorsalis* i ventralni *saccus ruminis ventralis*.

Pila caudalis je ishodište cirkularne pile koja se spušta skoro vertikalno dolje i poput prstena odvaja od ventralne buragove vreće njezin slijepi završetak. Zbog svoga kružnoga toka ova pila dobila je naziv pila coronaria ruminis ventralis caudalis koja svojim neprekinutim tokom odvaja slijepu vreću *saccus coecus ruminis ventralis caudalis*. Na isti način samo u dorzalnom pravcu teče pila coronaria ruminis dorsalis caudalis (vidi sliku 1). U kranijalnom dijelu buragove dorzalne vreće iz pile cranialis izbija slabo izraženi nabor sluznice bez mišićne grede, koji se uskoro gubi, a zove se plica*) ruminis dorsalis cranialis, koja nepotpuno odvaja od dorzalne buragove vreće njezin kranijalni završetak — *saccus coecus ruminis dorsalis cranialis*. Ovaj kranijalni završetak zapravo ne završava »slijepo« već se dorzalno nastavlja u atrium ventriculi, a ventralno se preko atriuma ruminis spaja s kapurom. Atrium ventriculi je izbočenje prednjeg dijela dorzalne kranijalne »slijepce« vreće, pri čemu se izbočio i dorzo-kranijalni dio kapure. Na taj je način nastala tvorba koja sličijevku u čiji užij dio utječe jednjak. Ovaj lijevak je djelomično prevučeni sluznicom buraga, a djelomično sluznicom kapure. Prednji dio dorzalne kranijalne »slijepce« vreće proširio se i spustio ventralno prema naprijed, zabivši se između ventralne buragove vreće i kapure, te je tako nastao atrium ruminis. Prošireni atrium ruminis nije dozvolio — osobito kod goveda — da se jače razvije donja prednja buragova slijepa vreća — *saccus coecus ruminis ventralis cranialis*, no ipak na desnoj strani izvana buragova ventralna vreća je udubljena plitkim i slabo izraženim sulkusom — koji nazivamo *sulcus coronarius ventralis cranialis*.

Sluznica buraga tvori površno sitne resice i kvržice smeđe do crne boje. Izuzetak od toga je sluznica koja prevlači pile, koja je glatka i svjetlije boje, te naborana sluznica buragove dorzalne stijene.

II. Kapura ili reticulum je najkranijalnije ležeci predželudac, koji ima oblik kese, bez oštrog granica prelazeći dorzalno u atrium ventriculi. Od atriuma ruminis dijeli ga duplikatura sluznice, koja ne sadrži mišićnu gredu — plica ruminireticularis. Taj nabor ograničuje suženi komunikacioni prolaz iz kapure u atrium ruminis a naziva se ostium ruminoreticulare. S knjižavcem komunicira preko pukotinastog uskog otvora koji se zove ostium reticulo-omasicum. Taj je otvor istodobno i završetak žljebaste tvorbe, koja se spušta od kardije okomito dolje sve do ostiuma reticulo-omasicuma.

Ova žljebasta tvorba naziva se jednjakov žlijeb ili *sulcus oesophageus*, a možemo ga zamisliti kao prorezani nastavak jednjaka na njegovoj lijevoj strani, kojemu su rubovi zadebljali tvoreći lijevu (prednju) i desnu (stražnju) usnu. Ove usne imaju u početku paralelan tok, da bi se u donjoj polovini počele križati, tako, da cijela ta tvorba podsjeća na osmicu. Sluznica kapure ima karakterističnu građu, koja podsjeća na pčelinje saće, jer su se gredice izbočile prema lumen organa, izgrađujući tako sačaste pregrade.

III. Knjižavac-listavac ili omasus je kuglastog oblika, a leži desno od kapure nad sirištem. Najveći dio njegove unutrašnjosti ispunjen je produžecima koji počinju na dorzalnim i lateralnim zidovima knjižavca, spuštaju se paralelno, pa tako daju dojam listova poluotvorene knjige (slika 2).

*) Plica = nabor (sluznice)

Ovi stršeci listovi u lumen knjižavca nazivaju se laminae omasi, koje su prevučene kutanom sluznicom, koja na svojoj površini nosi keratinizirane tvorbe u obliku kvržica i roščića. Samo centralni dio otprilike donje trećine omasusa nije ispunjen laminama, pa tu nalazimo relativno kratki kanal, nazvan canalis omasi. Donji rub toga kanala naziva se fundus omasi, čiji je centralni dio oblikovan poput kratkog žlijeba nazvanog sulcus omasi, a koji spaja ostium reticulo — omasicum s otvorom u obliku pukotine, nazvanog ostium omasoabomasicum. Taj pukotinasti otvor je ulaz u sirište i na njemu nema prstenastog mišića (sfinktera), već povratak sadržaja iz sirišta u knjižavac sprečavaju dva zalistka, koje tvore nabori sluznice, a nazivamo ih vela omasi-abomasica, potpomognuti s poprečno postavljenom mišićnom izbočinom ispred otvora.

IV. Sirište abomasus je kruškoliko-kobasičastog oblika. Leži ispod kapure, buraga i knjižavca u smjeru od lijeva na desno i kaudalno tako da završni dio priliježe uz desni zid ventralne buragove vreće. S knjižavcem je povezan preko ostiuma omasoabomasicuma, gdje započinju i spiralno tekući nabori prave sluznice — plicae spirales. Ovi nabori gube se prema sredini sirišta. Sirište završava kuglasto kobasičastim završetkom koji ima smjer prema gore, a naziva se pylorus. On sadrži jaki prstenasti mišić: m. sphincter pylori. Kod tek oteljenog teleta najbolje je razvijeno sirište, tako da ostala 3 predželuca izgledaju kao njegov privjesak. U toku razvitka predželuci sve brže rastu, tako da tele od 12 sedmica upotrebljava u punom pogonu svoje predželuce. Na kraju razvitka, odraslo govedo ima predželuce koji predstavljaju 90% želučanog prostora u širem smislu riječi. Ipak tu treba istaći da svoj potpuni razvitak knjižavac završava najkasnije, tj. u 3. godini života kod goveda.

II — FIZIOLOŠKA MOTORIKA PREDŽELUDACA

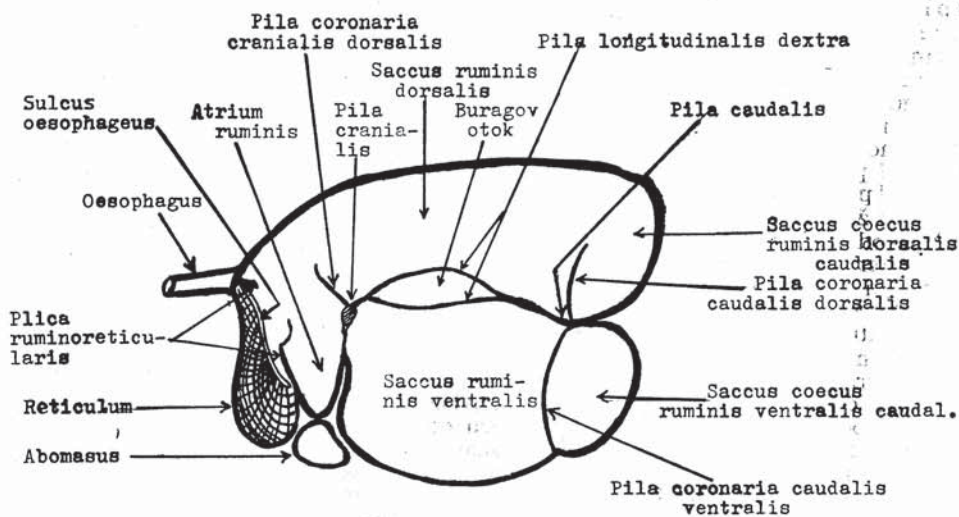
Progutana hrana ili pak ispreživani zalogaj (bolus) prolaze kroz jednjak, te kad se otvori prstenasti mišić na ušću jednjaka u atrium ventriculi (M. sphincter cardiae), dolazi većim dijelom u atrium ruminis a manjim u reticulum, što zavisi u prvom redu o njihovoj specifičnoj težini. Odatle stezanjem (kontrakcijama) predželudaca nastavlja prilično složeni put kroz odjeljenja buraga, čemu je smisao vlaženje, miješanje te konačno dalji transport buragovog sadržaja, koji nazivamo i ingesta. Specifično teži dijelovi hrane, kao i metalni predmeti (žice, čavli) padaju direktno u kapuru. Iznad ingesta nalazimo plinove, koji nastaju u toku mikrobne fermentacije hrane u predželucima. U predželucima se naime vrši prvi dio probave ingesta koju neki nazivaju i predprobava. Tok tih kompliciranih procesa ne zavisi o samoj životinji, kao kod životinja s jednostavnim želucom (s obzirom na broj šupljina), već prvenstveno od aktivnosti mikropopulacije predželudaca, koja sintetizira i izlučuje probavne fermente. Kutana sluznica predželudaca ne luči a i slina preživača ne sadrži ni jednog probavnog fermenta. Burag možemo s fiziološkog stanovišta smatrati velikim termostatom, koji služi istodobno i kao skladište hrane. U tom termostatu probavlja se celuloza pod optimalnim uslovima, tako da preživači stoje na prvom mjestu između biljojeda s obzirom na iskorišćavanje celuloze. Preživači razgrade 70% unešene celuloze u burag. Temperatura u tom fermentacionom prostoru oscilira između 39 i 40°C, a najviša je za vrijeme najživljih fermentacionih procesa kad dosegne gornju granicu od 41,2°C.

U predželucima vladaju normalno anaerobni uslovi, jer u mješavini buragovih plinova nalazimo najviše 1% O₂. Anaerobna sredina je važna za funkciju i razmnožavanje mikropopulacije predželudaca, jer ova najbolje živi, fermentira i razmnožava se u takvoj sredini. Ipak treba istaknuti da oni mogu živjeti i u aerobnoj atmosferi, no tada se reducira broj i aktivnost celulolitičkih mikroorganizama, koji predstavljaju srž normalne mikropopulacije.

Da bi se hrana mogla u predželucima dobro ovlažiti, izmiješati s mikropopulacijom, da bi se mogao vršiti akt preživanja ili pak izbacivanja suviška plinova iz buraga i da bi se mogla vršiti i resorpcija nekih produkata probave u predželucima i konačno transport ingesta, postoji fiziološki dobro izbalansirani ciklus aktivnih motoričnih akcija. On se sastoji u stezanju — kontrakciji pila rumi-

nis i mišićnih slojeva stijenki predželudaca, iza čega slijedi njihova relaksacija ili olabavljanje što ima za posljedicu ponovo rastezanje ili dilataciju šupljih organa, tj. vraćanje na početnu veličinu njihovog lumena. U zidovima kapure nalazi se smješten motorični centar za predželuce, koji prima i prenosi dalje na ostale predželuce impulse stigle iz nadređenih centara. Kontrolu nad motorikom predželudaca ima u pravilu vegetativni sistem. Parasimpatikus stimulira kontrakcije glatkih mišićnih vlakana i širi sfinktere izgrađene od istomenih vlakana, a simpatikus koči motoriku i zatvara te sfinktere.

Motorični ciklus predželudaca započinje polovičnom kontrakcijom kapure, pri čemu ona gubi 50% svojega volumena, čime se izbacuje iz retikuluma tekućina i veće čestice hrane u atrium ruminis. Nastupa vrlo kratka stanka, pa se na nju nadovezuje brza i snažna kontrakcija u toku koje kapura gubi svoj lumen. Smisao ove zadnje totalne kontrakcije je u tome da preostali tekući dio kapurinih ingesta izbací u atrium ruminis, a kompaktni sediment iz saća u knjižavac. Pritom kontrakcioni val prelazi s kapure na dorzalnu buragovu vreću, pa se prvo počinje stezati pila cranialis. Na taj se način stvara bedem, koji ne dozvoljava vraćanje ingesta u tom stadiju iz dorzalne buragove vreće u kapuru. Taj val dalje u kraniokaudalnom pravcu zahvaća dalje pile longitudinales sinistru i dekstru, kaudalnu pilu, pa zatim i koronarnu pilu stražnje dorzalne buragove slijepe vreće zajedno s odgovarajućim buragovim stijenkama. Tom lančanom kontrakcijom transportiraju se ingesta iz dorzalne u ventralnu buragovu vreću. Kada je taj niz kontrakcija završio područje buragove dorzalne vreće i njezinog slijepog kaudalnog završetka počinje se dilatirati, dok se istodobno počinju kontrahirati stijenke ventralne buragove vreće i ventralna stražnja koronarna pila sa svojom slijepom vrećom, gurajući ponovo dorzalno ingesta u dorzalnu buragovu vreću. Cijeli taj kompleks buragovih kontrakcija povezanih u jedan zajednički val kraniokaudalnog smjera, kojemu je prethodila kontrakcija kapure, naziva se primarna buragova kontrakcija. Iza toga slijedi niz kontrakcija buraga koje započinju kontrakcijom kranijalne buragove pile, bez simultanih kontrakcija kapure. Dalji im je tok kao kod primarne buragove kontrakcije.



Sl. 1. Šematski presjek kroz predželuce (reticulum i rumen)

Ovaj niz samostalnih kontrakcija buragove dorzalne i ventralne vreće, uključujući i njihove slijepe završetke, nazivamo sekundarna buragova kontrakcija.

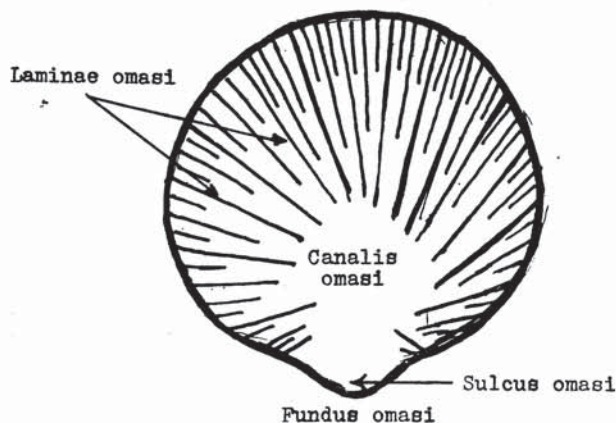
Pored opisanih kontrakcija javljaju se i kontrakcije koje započinju u području dorzalne kaudalne buragove slijepe vreće, kojima također prethodi kontrak-

cija kapure, a imaju kaudokranijalan smjer, dakle obratan od prije opisanih kontrakcija. Njihov je zadatak da izbace suvišnu količinu mješavine plinova sakupljenu u stražnjoj dorzalnoj slijepoj vreći. Zbog karakterističnog smjera i zadatka ta se kontrakcija, koja zahvaća i dorzalnu buragovu vreću, naziva ekstraruminalna kontrakcija, o kojoj će se još govoriti pri opisivanju eruktacije.

Omjer između primarnih i sekundarnih buragovih kontrakcija s jedne strane i ekstraruminalne kontrakcije s druge strane, jest pod fiziološkim uslovima 2:1. U slučaju pojačanog stvaranja plinova omjer se mijenja u 1:1, a kada ni taj omjer ne zadovoljava mijenja se čak u 1:2. To je maksimum frekvencije ekstraruminalne kontrakcije u svrhu evakuacije plinova iz buraga. Ako ni ta akcija ne može izbaciti dovoljne količine plinova, ili ako je pak cijeli mehanizam ruktusa poremećen, javlja se nadam (meteorismus ruminis) kod preživača, jačeg ili slabijeg intenziteta.

Broj kontrakcija buraga u normalnim uslovima određen je u nekom vremenskom periodu punjenošću buraga, intenzitetom fermentacionih procesa u buragu (koncentracija hlapljivih masnih kiselina mliječne kiseline ili pak amonijaka), čime se utječe na pH buragovih ingesta. Ako se umanjuje pH do zaključno 5,0 povećava se broj kontrakcija, ali njihova jačina slabi. Isto tako djeluje i pad koncentracije krvnog šećera. Porast pH iznad 7,0 buragovih ingesta, kao i povećana koncentracija krvnog šećera mogu u potpunosti prekinuti motoriku buraga.

Frekvenciju i intenzitet buragovih kontrakcija možemo kontrolirati u lijevoj gladnoj jami (fossa paralumbalis), pod čime razumijevamo prostor između zadnjega rebra i tubera coxae, ovičenoga dorzalno processusima transversusima lumbalnih kralježaka. Svako izrazito vizuelno ili palpatorno (opipljivo) dizanje stijenke lijeve gladne jame, praćeno akustičkim fenomenom (prislanjanje uha direktno ili pak auskultacija preko stetoskopa ili fonendoskopa) računamo kao jednu buragovu kontrakciju. Akustički fenomen koji prati kontrakciju podsjeća na nadolazeću grmljavinu iz daljine koja postaje sve jača, te postaje najjača u momentu podizanja lijeve gladne jame, da bi se zatim postepeno



Slika 2. Shematski presjek kroz omasus

gubila. Neki tu akustičku pojavu upoređuju sa šumom vodopada, čiji intenzitet raste približavanjem, odnosno slabi udaljivanjem od vodopada. Pod fiziološkim uslovima mi čujemo taj šum s opisanim kvalitetama, ali pri tom ne smije biti bućkanja, prelijevanja itd.

Intenzitet i broj kontrakcija mijenja se u vrijeme hranjenja, preživljanja, gladovanja i tome slično. Fiziološke vrijednosti broja kontrakcija određene u vremenskom periodu od 5 minuta iznose:

	Broj kontrakcija u 5'
1. za vrijeme gladovanja (16 sati poslije obroka)	6—7
2. za vrijeme hranjenja	12
3. za vrijeme sitosti (20' iza obroka)	9
4. za vrijeme preživljanja	9

Kapura svojim dvofaznim kontrakcijama i dilatacijom sudjeluje u složenim fiziološkim procesima od kojih treba istaknuti:

1. usisavanje i izbacivanje ingesta natrag u burag;
2. regulacija brzine prolaza i kvaliteta ingesta koja napuštaju burag;
3. separacija poluprobavljene od neprobavljene hrane;
4. sudjelovanje u refleksu eruktacije.

U svim ovim akcijama važan zadatak ima ostium rumino-reticulare, koji predstavlja usko grlo u transportu ingesta iz buraga u kapuru, kao i obratno.

Ingesta u buragu i kapuri sastoje se iz tekućine i konzumirane hrane. Ako se radi o voluminoznoj hrani, tada tek progutani, specifički lakši dijelovi plivaju u takozvanom buragovom jezeru. Što se ide dublje to se susreću sve manje i manje čestice hrane koje pokazuju tendenciju sedimentiranja. Najveću tendenciju ka sedimentaciji pokazuju sitne čestice hrane koje nalazimo u atriumu ruminis, kao i one u tekućini kapure. Razina buragovog jezera nalazi se u pravilu iznad ušća jednjaka u atrium ventriculi. Količina tekućine u buragu i kapuri zavisi porred konzumirane tekućine i od stalnog dotoka sline proizvedene u velikim slin-skim žlijezdama glave (kod goveda dotiče oko 60 l sline u 24 sata). Ovu salivaciju stimuliraju grubi i čvrsti dijelovi voluminozne hrane dražeći mehanički područje oko kardije, čime se istodobno stimulira i kontrakcija kapure, a donekle i kontrakcija buraga.

Prilikom prve kontrakcije kapure ubacuju se u atrium ruminis tekuća ingesta s grubim česticama, ali se pri tom mijenja oblik i sačastih prostorija sluznice. Maksimalna promjena oblika dešava se za vrijeme druge »kontrakcije kapure, kada do tada niske sačaste pregrade sa širokom bazom, prelaze u visoke sačaste pregrade s uskom bazom, tako da prethodni oblik plitice prelazi u oblik pehara. Na taj se način u plitičasta saća istaložene čestice (specifički teže) ne izbacuju napolje u toku prve i početkom druge kontrakcije kapure već samo tekućina i specifički lakše neistaložene čestice, zato što se nalaze na dnu peharastog saća s visokim pregradnim zidovima. Tek na visini maksimalne kontrakcije bude taj sediment izbačen iz saća prema ostiumu reticulo-omasicum, a odatle pak u knjižavac, koji to pospješuje specifičnim mehanizmom (vidi kasnije). Iza toga slijedi dilatacija kapure i u novonastali prazni prostor poteče tekućina iz buraga, noseći sa sobom manje, i veće čestice voluminozne hrane. Manje čestice a u početku i veći dijelovi vlakana prođu bez smetnje kroz ostium ruminoreticulare, sve dok se na tom ušću ne nagomilaju vlakna, tvoreći na taj način prirodno sito, kroz koje može proći samo tekućina sa sitnim i specifički težim poluprobavljenim česticama hrane. U tome se sastoji takozvana separaciona funkcija kapure, uslovljena prisutnošću voluminozne hrane. Ako nje nema, separacija se ne može vršiti, te tada u kapuru ulaze od reda sve čestice hrane, koje još i nisu dovoljno probavljene. U tom pogledu dolaze na prvo mjesto brašnasti, prekrupljeni pa i zrnati koncentri. Ove nedovoljno pripremljene čestice ulaze u knjižavac i sirište, gdje mogu izazvati ozbiljne poremećaje (vidi kasnije). U momentu kada je pritisak u kapuri najveći, otvara se retikulo-omasalni otvor, a u knjižavcu vlada nizak tlak. U momentu dilatacije kapure sfinkter zatvara ovaj otvor sve do slijedeće maksimalne kontrakcije.

Ako se govedo hrani koncentratom bez voluminozne hrane, ili pak ako je voluminozna hrana u obroku sitno isjeckana, ne može se na ulazu u kapuru oblikovati prirodno »sito«. Preko kapure u knjižavac ulaze sitne neprobavljene čestice, a i veći dijelovi hrane, koji mogu proći kroz ostium reticulo-omasicum. Zavlače se među listove knjižavca tvoreći kompaktnu masu koja se isuši između

tih listova. Na taj način također se može u potpunosti zatvoriti i canalis omasi, pa dolazi do opasnog začepa knjižavca (obstipatio omasi). Tada se javlja paradoks da životinja punih predželudaca ugiba od gladi, jer ingesta ne mogu ući u sirište. Druga je mogućnost da neprobavljena hrana ulazi u sirište, mehanički draži osjetljivu sluznicu, dolazi reflektorno do grča pilorusa, čime organizam sprečava dalje mehaničko draženje osjetljive sluznice tankoga crijeva. Takva su stanja karakterizirana neodređenim količnim simptomima, mršavljenjem i padom mliječnosti.

Strana tijela velike spec. težine (žice, čavli) padaju direktno u kapuru, ili se lako probijaju kroz prirodno sito. Prilikom kontrakcija retikuluma ti predmeti ozlijeđuju i probijaju njegovu stijenku, a posljedica toga je nastajanje tzv. adhezivnih upala, pri čemu se seroza kapure sraste sa serozom trbušne stijene. Na taj se način može uvelike umanjiti kontrakciona sposobnost kapure zbog fiksiranja za okolinu, pa kapura ne može vršiti svoju separacionu funkciju.

Kapura sa svojom motorikom omogućuje i izbacivanje plinova iz buraga. Cjelokupni mehanizam nazivamo eruktacija, a samo izbacivanje plina ructus ili podrigivanje, o čemu će se kasnije govoriti.

Kapura ne sudjeluje direktno kod akta preživanja, ali se kontrahira neposredno prije usisavanja bolusa u jednjak, što ukazuje na mogućnost udjela u približavanju nesažvakane hrane kardiji.

Eruktacija je kompleksan refleksni proces u svrhu evakuacije plinova iz buraga. U buragu nalazimo mješavinu plinova, koji nastaju prilikom fermentacije hrane a čiji je sastav slijedeći:

CO ₂	67%
CH ₄	26%
H ₂ , NH ₃ , O ₂ i ostalo	7%

Izbacivanjem ovih plinova, koji ostaju neiskorišteni za organizam preživača, gubi se oko 10% unijete energije hranom. Odraslo govedo izbací u roku od 24 sata oko 600 l plinova.

Plinovi se zbog svoje specifične težine nakupljaju u stražnjoj dorzalnoj buragovoj slijepoj vreći, gdje su lokalizirani i receptori za tlak. Kada se tu nakupi određena količina plina i poraste tlak, počinje se stražnja dorzalna slijepa vreća kontrahirati gurajući plinove prema naprijed. Na ovu kontrakciju se nadovezuje, i kontrakcija dorzalne vreće buraga također u kaudo-kranijalnom smjeru (ekstraruminalna kontrakcija buraga). Zbog povišene razine ingesta ušće jednjaka je za te plinove zatvoreno. Tu sada priskaće u pomoć kapura a donekle i burag. Ekstraruminalnoj kontrakciji buraga prethodi totalna kontrakcija kapure, koja prelazi na pilu cranialis, te se na taj način podiže nešto prema gore atrium ruminis i kapura. To je momenat kada nastupa ekstraruminalna kontrakcija što je sinhronizirano s dilatacijom kapure, ali pri tome ostaje kontrahirana plica ruminoreticularis, koja predstavlja u tom momentu prepreku da se ne bi ingesta iz atriuma ruminis izlila u dilatiranu kapuru. Plinovi tjerani iz dorzalne buragove vreće mogu, naprotiv, bez poteškoća ući kroz tako suženi otvor u praznu kapuru. Sada se otvara kardijalni sfinkter i plinovi ulaze u jednjak. Ovo je sve zapaženo i snimljeno pomoću velikog rentgenskog ekrana (24 x 14 inča), kojim se moglo zahvatiti i kontrolirati istodobno od glave do tubera coxae jagnje-preživač. Ovakvom rentgenskom kontrolom zapaženo je da plinovi pojure u kapuru, ispune ju u gornjim partijama i odatle ulaze u jednjak. Zajedno s kardijalnim sfinkterom otvara se još jedan jednjakov funkcionalni sfinkter smješten u blizini dijafragme u torakalnom dijelu jednjaka. On se naziva dijafragmatski sfinkter iako nema direktne veze sa dijafragmom.

Plinovi ulaze pod izvjesnim pritiskom u jednjak. Ipak da bi se transport plinova još ubrzao, postoji i mehanizam koji izbacuje plinove pod pritiskom iz jednjaka u ždrijelo. Kada su plinovi ušli u torakalni dio jednjaka, zatvaraju se kardijalni i dijafragmatski sfinkteri i tada mišićni sloj jednjaka antiperistaltikom potiskuje plinove prema ulazu u jednjak. Na tom dijelu jednjaka u visini larynx nalazi se još i treći jednjakov funkcionalni sfinkter, nazvan kranijalni jed-

njakov sfinkter, koji se otvara onda kada su se zatvorila prije spomenuta dva jednaka sfinktera. Tek sada plinovi mogu izići iz jednaka u ždrijelo. Osim toga, zapaženo je da za vrijeme ruktusa poraste intrapleuralni tlak kao posljedica izdisanja sa zatvorenim glottisom. Time se umanjuje longitudinalni promjer torakalne šupljine, zrak iz pluća ne može van i tlači i medijastinalne organe među kojima se nalazi i jedanjak. Po svemu izgleda da i taj mehanizam pospješuje izbacivanje plinova iz jednaka.

Plinovi iz buraga mogu se evakuirati još jednim putem, ali u mnogo manjim razmjerima nego kod eruktacije. Sluznica buraga propusna je za neke plinove, te se oni mogu resorbirati u krv. Krvlju dolaze u pluća, gdje zbog razlike parcijalnog pritiska ti plinovi napuštaju krv i ulaze u alveole. Ovaj put možda ima određen značaj kada se u buragu nakupi mnogo plina, pa pritisak plinova poraste.

U vezi s opisanim mehanizmom eruktacije treba spomenuti da noviji radovi ističu kod goveda i ovce da granicu između buraga i kapure tvori duplikatura sluznice (plica rumino-reticularis) a ne i mišićna greda. Pod rentgenskim ekranom zapažena je baš kontrakcija plicae ruminoreticularis, čime se kod ovce sužuje ostium ruminoreticulare. U literaturi nismo našli podatke da li postoje tu fiziološke razlike između goveda i ovce. Postoji mogućnost da se tu razvila lamina muscularis tunicae mucosae, pa zato i u starijoj literaturi susrećemo i kod goveda i ovce naziv »pila« umjesto plica.

Određene količine grube voluminozne hrane ulaze u kapuru prije nego što se oblikovalo »sito«. Ti sastojci ingesta stimuliraju sekreciju sline i motilitet kapure mehaničkim draženjem sluznice u području kardije. Na sličan način djeluju i na sluznicu buraga. Slina kod preživača služi za maceraciju i kao medij u kojemu se vrše probavne biokemijske reakcije, koje ona potpomaže i svojim bogatim sadržajem na bikarbonatima i fosfatima, održavajući optimalni pH. Slina sadrži i ureju, koja je izvor neproteinskog N za vrijeme gladovanja ili dijete siromašne bjelančevinama. Izostankom mehaničkog podražaja kardije u svrhu stimuliranja salivacije neki tumače genezu nadma (meteorismus ruminis). Poznato je da se nadam javlja često na mladoj paši kada u voluminoznoj hrani nema čvrstih (grubih) vlakana, koja bi mehanički stimulirala salivaciju. Time se tumači i povoljno djelovanje obroka slame, prije izlaska na pašu u proljeće, koja bi preventivno stimulirala žlijezde slinovnice na dovoljnu sekreciju.

Sulcus oesophageus-jednjakov žlijeb ima zadatak da kod mladunčadi preživača, zatvarajući se reflektorno pri sisanju i tvoreći tako cijev, sprovede mlijeko preko kratkog sulcusa omasi direktno u sirište. Kod sisajućih preživača malo ili ništa mlijeka ulazi u burag, koji je u to doba izvan funkcije, pa tu nema uslova za probavu mlijeka. Zapaženo je da se taj refleks ne javlja kod teladi koja se napaja mlijekom iz kablića, pa tada nalazimo i u buragu određene količine mlijeka. Ovo »zalutalo« mlijeko je često uzrok probavnih poremećaja kod teladi koja se napaja mlijekom iz kablića.

Kod odraslih preživača taj se refleks gubi i može se samo umjetno izazvati davanjem razrijeđenih otopina bakrenog sulfata, a prema nekima i otopinama natrijevog bikarbonata kuhinjske soli i šećera. Kriva je pretpostavka da ispreživani zalogaj putuje preko jednakovog žlijeba u sirište, odnosno da kod odraslih preživača tekuća i polutekuća ingesta koriste taj žlijeb za odlazak u knjižavac i sirište.

Ruminatio-preživanje je kompleksna reflektorna radnja, toliko karakteristična da su preživači dobili po njoj i ime. Jedan ciklus preživanja sastoji se iz slijedećih faza:

1. rejekcija — povraćanje bolusa iz predželudaca u usta;
2. mastikacija i salivacija — žvakanje i oslinjavanje bolusa;
3. redegluticija — ponovno gutanje prožvakanog i oslinjenog bolusa.

Preživačima u slobodnoj prirodi prijete mnoge opasnosti od divljih mesoždera i te životinje po svojim anatomsko-fiziološkim odlikama nemaju mnogo izgleda u individualnoj borbi s neprijateljem. S druge strane prehrana biljnom hranom zahtijeva relativno veliku konzumaciju i dosta vremena da preživač pod-

miri svoje potrebe. Da bi ubrzao snabdijevanje hranom preživač ne žvače već nesažvakanu hranu odmah guta. Za mikrobnu probavu potrebno je da je hrana što usitnjenija, pa se zato preživač nakon završene paše povlači na sigurno mjesto, gdje počinje preživati.

1. Rejekcija je faza preživanja kod koje preživač posebnim mehanizmom uvlači dio ingesta u obliku bolusa u jednjak, koji ga zatim antiperistaltikom transportira u usta. Mehanizam uvlačenja bolusa osniva se na razlici tlakova između atriuma ruminis ili kapure te jednakove šupljine. Inspiracijom sa zatvorenim glottisom postiže se negativni tlak, koji bolus uvlači u jednjak.

Bolus se sastoji pretežno iz voluminozne hrane pomiješane s tekućinom i dijelovima usitnjenog koncentrata. Bolus se ne može tvoriti samo iz koncentrata. Pri usisavanju ne kontrahira se burag, a nema tu udjela ni sulcus oesophageus. Kapura se kontrahira neposredno prije usisavanja bolusa pa možda ima neki značaj u približavanju ingesta ka kardiji. Značaj negativnog tlaka u medijastinumu za preživanje vidi se iz eksperimenata kod kojih je otvorena torakalna šupljina ili trachea, čime je onemogućeno dalje snižavanje i održavanje inače postojećeg negativnog intratorakalnog tlaka. Takve životinje preživaju s vrlo mnogo teškoća ili pak uopće ne preživaju. Brzina kretanja bolusa kroz jednjak iznosi oko 140 cm u sekundi, što govori za aktivnost poprečno-prugastih mišića.

2. Mastikacija i salivacija bolusa vrši se u usnoj šupljini pri čemu životinja temeljito žvače bolus dobro ga oslinivši.

3. Redegluticija: Usitnjene i prokvašene dijelove bolusa slinom guta preživač najednom i oni dolaze u burag gdje nastavljaju put u okviru motoričnog ciklusa preživača.

U prosjeku pod fiziološkim uslovima akt preživanja traje ukupno nešto više od 8 sati u roku od 24 sata s minimumom od 7 sati. Govedo žvače jedan bolus oko 55 sekundi i kroz to vrijeme učini oko 60 žvakaja. Razmak između dva ciklusa preživanja iznosi 3—4 sekunde. Sastav obroka uveliko utiče na trajanje i pojavu preživanja. Ako se životinja hrani pretežno koncentratom s vrlo malo voluminozne hrane, tada preživanje traje samo 4,5% cijelog dana, dok kod pravilnog omjera između voluminozne hrane i koncentrata preživanje zauzima 36% dana.

Omasus-knjižavac: Istraživanja zadatka knjižavca u probavi nisu utvrdila neke veće promjene veličine i položaja u toku njegovih funkcija. Prislanjanjem uha u području knjižavca s desne strane (auskultacija) mogu se čuti šumovi, koji podsjećaju na šuštanje suhog lišća, pa se na temelju toga zaključuje da se motorika ograničila na unutrašnjost ovoga predželuca. Kontrolom sastava ingesta pri ulazu i izlazu iz knjižavca, moglo se utvrditi da se tu vrši intenzivna koncentracija ingesta i završna mikrobn fermentacija. Sve to govori da je proces resorpcije tu vrlo aktivan. Između lamina nalazimo relativno suhi i usitnjeni sadržaj, što se tumači separacionom ulogom kapure i resorpcijom vode i produkata fermentacije kroz omasalnu sluznicu. U knjižavcu se sadržaj zgušnjava do te mjere da koncentracija suhe tvari poraste za 50% a koncentracija N čak za 90%.

Novija istraživanja su pokazala, da knjižavac radi na bazi dvotaktne pumpe, sinhronizirane s kontrakcijama kapure. U momentu kada je tlak u kapuri maksimalno porastao (totalna kontrakcija kapure) u knjižavcu vlada najniži tlak, otvara se ostium reticulo-omasicum i sadržaj ulazi u omasalni kanal, a oдавde među listove. U drugom taktu se kontrahira omasus i sadržaj se transportira pod pritiskom u sirište. Veći dijelovi voluminozne hrane zaostaju među laminama. U izvjesnim slučajevima vraća se i dio sadržaja knjižavca u kapuru. Ako se umjetno povisi pritisak u buragu i kapuri na 25—30 mm Hg, reduciraju se kontrakcije knjižavca, isto tako djeluje i aplikacija 1500 ccm vode u sirište. Brzina protjecanja ingesta kroz omasus iznosi oko 462 ccm na sat kod ovce, koja je dobila 1000,0 suhe tvari u obliku djetelinskog sijena i pitke vode po želji.

Abomasus — sirište vrši istu funkciju kao i običan želudac kod ostalih domaćih životinja, pa se u detalje nećemo upuštati. Možda je dobro istaći da mikropopulaciju, koja dolazi s ingestima u sirište, uništava skoro potpuno želučani sok (HCl + pepsin) tako da u tanko crijevo dolaze praktički sterilna ingesta, jer je vrlo malo mikroorganizama koji u zdravom sirištu izbjegnu razornom djelovanju želučanog soka.

ZAKLJUČAK

Iz prethodnih izlaganja proizlazi, da je voluminozna hrana od bitne važnosti za pravilnu funkciju predželudaca. Ta voluminozna hrana mora biti u svom prirodnom obliku, a ne sitno isjeckana, odnosno peletirana, jer tada ne može vršiti svoju fiziološku funkciju u pogledu stimuliranja salivacije i motorike predželudaca, u procesu separacije ingesta u području kapure, te kod refleksnih procesa specifičnih za preživače, kao što su preživanje i eruktacija.

Nedostatak dovoljne količine voluminozne hrane u prirodnom obliku izaziva cijeli niz poremetnji koje se manifestiraju i u obliku različitih oboljenja sluznice predželudaca, koja je inače prilično otporna na mehaničke i kemijske podražaje. Isto tako je utvrđeno, da kod nestašice voluminozne hrane u povećanom postotku oboljevaju jetra. Istraživanja su pokazala, da se ti poremećaji javljaju osobito kod obroka sastavljenog u omjeru 3:1 u korist koncentrata, a mnogo manje u omjeru 2:1 ili kod omjera povoljnijeg u korist voluminozne hrane. Često se može vidjeti da ekskrementi krava mljekulja sadrže relativno dosta veliku količinu neprobavljenih koncentrata. Ove primjese u balezi ne samo što su uzalud bačeni dio, već oni i mehanički draže osjetljivu sluznicu sirišta i crijeva, tako da su ekskrementi površno kao lakirani primjesama sluzi. Postoje mišljenja da ovi simptomi nemaju veću važnost, jer da takve krave daju unatoč toga dosta mlijeka, osobito ako dobivaju dosta koncentrata. Nije potrebno isticati da će dobra krava mljekulja dati dosta mlijeka i onda kada ne bude kronično oštećivana prevelikim količinama koncentrata, koji prolaze kroz njezin organizam neiskorišteni.

Peletiranje voluminozne hrane povezano sa usitnjavanjem voluminozne hrane ne može s fiziološkog stanovišta biti racionalno. Prema tome takav se proces ne može preporučiti u govedarstvu i ovčarstvu, iako je inače zgodan za transport i doziranje obroka.

Kod govoda koja ne dobivaju dovoljne količine voluminozne hrane javlja se »glad za ispunjavanjem buraga«, jer govedo instinktivno traži voluminoznu hranu, koja mu daje osjećaj sitosti, uslovljuje normalnu motoriku predželudaca i bioke-mijski normalni tok procesa razgradnje i sinteze u predželucima.

PHYSIOLOGISCHE MOTORIK DER WIEDERKAUERNVORMÄGEN UND DAS RAUHFUTTER

(Zusammenfassung)

Nach der Beschreibung des anatomischen Baues und der Verhältnisse der Vormägen sind ihre physiologischen Funktionen im Laufe der Verdauung im Lichte der neueren wissenschaftlichen Erkenntnisse dargestellt.

In Beziehung auf die physiologischen Verdauungsprozesse (Sortierungsvermögen des Netzmagens, Eruktion, Wiederkauen) ist die Rolle des Rauh- und Grünfutters dargestellt, die mit ihrer Anwesenheit neben dem nutritiven Charakter, den normalen Lauf der Prozesse in den Vormägen, wie auch die Stimulation der Speicheldrüsensekretion, Motorikstimulation und das Bilden »des Siebes« im Netzmagen bedingen.

Kleine Rauhfuttermengen in den Tagesportionen (Verhältnisse 3:1, oder auch mehr, zu Gunsten des Konzentrates) haben die Erscheinung unverdauter Konzentratpartikeln in den Exkrementen zur Folge. Das ist nicht nur ein rein ökonomischer Verlust, sondern sind diese unverdauten Konzentratpartikeln zusammen mit dem Mangel an Rauhfutter die Stressors, welche vom Leichtesten bis zum Stärksten Grade die Schleimhautentzündung der Vormägen, des Labmagens und des Darmes hervorrufen, und auch indirekt die pathologischen Prozesse an der Leber verursachen.

Als das höchst erlaubte Verhältnis des Konzentrates zum Rauhfutter wird 2:1 empfohlen. Dabei muss beachtet werden, dass das Rauhfutter (Grünfutter) in seiner Naturform bleibt und nicht kurzgehackt oder pelletiert ist, denn in solchem Zustand kann es seine physiologische Rolle in dem Verdauungstrakt nicht erfüllen.

L I T E R A T U R A

1. Brownlee A. i J. Elliot: Brit. Vet. J. 116. 467, 1960.
2. Dougherty W. R., C. D. Meredith i R. B. Barret: Amer. J. Vet. Res. 15. 79, 1955.
3. Dougherty W. R. i C. D. Meredith: Amer. J. Vet. Res. 16. 96, 1955.
4. Dukes H. H.: The Physiology of Domestic Animals, VII. Ed. London, 1955.
5. Frens A. M.: Ann. Med. Vet. 100. 537, 1956.
6. Grau H.: B. M. T. W., Jahrgang 1955. (15) 271.
7. Hoflund S.: D. T. W. 62. (39—40), 1955.
8. Hoflund S.: D. T. W. 66. 577, 1959.
9. Dougherty W. R. i Habel E. R.: Cornell Vet. 45. 459, 1955.
10. Jensen R., J. C. Flint i L. A. Griner: Amer. J. Vet. Res. 15. 5, 1954.
11. Jensen R., H. M. Deane, L. J. Copper, V. A. Miller i W. R. Graham: Amer. J. Vet. Res. 15. 202, 1954.
12. Jensen R., W. E. Connell i A. V. Deem: Amer. J. Vet. Res. 56. 425, 1954.
13. Kolb E.: B. M. T. W. 72. 384, 1959.
14. Krölling O. i H. Grau: Lehrbuch der Histologie u. vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere, 10 Aufl. Berlin-Hamburg, 1960.
15. Meyer Jones L.: Veterinary Pharmacology and Therapeutics, Ames, 1954.
16. Nickel R. i Wilkens H.: B. M. T. W. Jahrgang 1955 (15) 264.
17. Nushag W.: Udžbenik iz fiziologije i anatomije dom. životinja, prevod 5. izdanja, Sarajevo 1959.
18. Oayert W. i J. H. Bouckaert: Res. Vet. Sci. 2. 41, 1961.
19. Phillipson A. T. i P. D. Cuthbertson: VII. Congr. Inter. de Zootechnia, Madrid 1956 Vol. 6 p. 7.
20. Rosenberger G.: Mh. Vet. Med. 15 (Sonderheft 1.) 42, 1960.
21. Rossof N. i R. Lippmann: Mh. Vet. Med. 15. 861, 1960.
22. Ruckebusch Y. i M. Ruckebusch: Compt Rend. Soc. Biol. 153. 1049, 1959.
23. Seren E. i D. Sansoe: La Clinica vet. 78. 161, 1955.
24. Stevens E. C., A. F. Sellers i F. A. Spurrel: Amer. J. Physiol. 198. 449, 1960.
25. Stilinović Z.: Veter. glasnik, 10. 604, 1956.
26. Titcher A. D.: J. Physiol. 141. 1, 1958.
27. Titcher A. D.: J. Physiol. 151. 139, 1960.
28. Ward M. G.: Feedstuffs, January 6, 1962.
29. Wilkens H.: Zentralblatt Vet. Med. 3.—03, 1956.
30. Williams E. T.: Vet. Rec. 67. 907, 1955.
31. Zietzschmann O., E. Ackerknecht i H. Grau: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere, XVIII. Aufl. Berlin, 1943.