

# ANATOMSKE I FIZIOLOŠKE KARAKTERISTIKE KUNIĆA VAŽNE ZA PRAVILNU PREHRANU KUNIĆA

---

**Kučić (Gagić), Klaudia**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Veterinary Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:178:090657>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-03**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Veterinary Medicine -  
Repository of PHD, master's thesis](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
VETERINARSKI FAKULTET**

**Klaudia Kučić**

**ANATOMSKE I FIZIOLOŠKE KARAKTERISTIKE KUNIĆA  
VAŽNE ZA PRAVILNU PREHRANU KUNIĆA**

**Diplomski rad  
Zagreb, 2021.**

**Zavodu za prehranu i dijetetiku životinja  
Zavod za kemiju i biokemiju**

**Predstojnik zavoda:**

Doc.dr.sc. Diana Brozić

Doc.dr.sc. Luka Krstulović

**Mentori:**

Prof.dr.sc. Tomislav Mašek

Doc.dr.sc. Kristina Starčević

**Članovi povjerenstva za obranu diplomskog rada:**

1. Prof. dr. sc. Željko Mikulec

2. Prof. dr. sc. Tomislav Mašek

3. Doc. dr. sc. Kristina Starčević

4. Doc. dr. sc. Maja Maurić Maljković (zamjena)

## **Zahvala**

Prije svega zahvaljujem svojoj obitelji, svojim roditeljima koji su mi omogućili da upišem ovaj fakultet, nenametljivo podržavali i koji su strpljivo čekali sve ove godine da ga privedem kraju.

Zatim mome mužu koji mi je uvijek bio podrška, čija je želja bila da završim započeto. Svojoj djeci koja su iako mala, imali razumijevanja za moje obaveze i učenja i u trenucima kad sam htjela odustati bili motivacija da završim.

Svim prijateljima, kolegama, bratu, profesorici, šogoricama, šogorima koji su me poticali da ne odustanem. Svekru i svekrvi koji su uvijek spremno uskakali za pomoć oko djece, i bili fizička i psihička potpora.

Veliko hvala i mojem mentoru prof. dr. sc Tomislavu Mašku i doc. dr. sc Kristini Starčević, koji su me spremno preuzeli i pomogli oko izbora teme i samog rada.

## POPIS SLIKA

**Slika 1.** Anatomija gastrointestinalnog sustava kunića.

(Izvor: Rabbit gastrointestinal physiology iz Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice:

[https://www.vetexotic.theclinics.com/article/S1094-9194\(02\)00024-5/fulltext#relatedArticles](https://www.vetexotic.theclinics.com/article/S1094-9194(02)00024-5/fulltext#relatedArticles)).....11

## SADRŽAJ:

1. Uvod	1
2. Pregled rezultata dosadašnjih istraživanja	2
2.1. Usna šupljina	2
2.2. Jednjak	3
2.3. Želudac	3
2.4. Tanko crijevo	4
2.5. Slijepo crijevo (Caecum)	7
2.6. Debelo crijevo (intestinum crasseum)	8
3. Hranjive tvari u obroku kunića	12
3.1. Voda	12
3.2. Ugljikohidrati	13
3.2.1. Škrob	13
3.2.2. Vlákna	14
3.3. Bjelančevine	16
3.4. Masti	18
4. Zaključak	20
5. Literatura	21
6. Sažetak	25
7. Summary	26
8. Životopis	27

## 1. Uvod

Kunić (*Oryctolagus*) pripada redu dvojezubaca (*Lagomorpha*), porodici zečeva (*Leporidae*). Porodica zečeva dijeli se u dva roda jedan rod su zečevi (*Lepus*), a drugi kunići (*Oryctolagus*). Karakteristika svih dvojezubaca je tzv. prisutnost i postojanje zaglodnjaka ili par malih sjekutića smještenih postrano iza primarnih, većih sjekutića u gornjoj čeljusti (Quesenberry i Carpenter, 2012). Domaći kunić potječe od divljega kunića (*Oryctolagus cuniculus*) pripitomljenog i uzgojenog u zemljama oko Sredozemnog mora. Iz Sredozemlja se proširio njihov uzgoj u Europu i na ostale kontinente. Danas postoje mnoge pasmine koje su potekle od divljeg kunića (*Oryctolagus cuniculus*). Međusobno se razlikuju po veličini, težini, boji krzna, svojstvima i dužini dlake, te fiziološkim svojstvima kao što su plodnost i sposobnost dojenja. Ovisno o anatomskim i fiziološkim karakteristikama kunići se uzgajaju u različite svrhe. Primarno se uzgajaju za meso te za krzno i vunu dobivenu od angora kunića. Neizostavan je značaj kunića kao kućnog ljubimca, gdje je važna emocionalna veza između kućnog ljubimca i vlasnika. Danas je kunić treći po zastupljenosti u ulozi kućnog ljubimca, odmah nakon psa i mačke, pa je njihov broj kao pacijenata u veterinarskoj praksi sve veći. Kod uzgoja kunića u intenzivnoj proizvodnji važan je prirast i kvaliteta mesa. U ekstenzivnom načinu držanja ne gleda se toliko na prirast već na isplativost držanja. Kod kunića koji se drže kao kućni ljubimci veća pozornost se obraća na zdravlje i dugovječnost. U svim slučajevima, važan faktor je način ishrane i poznavanje anatomskih i fizioloških karakteristika kunića. Iako je fiziologija probavnog sustava svih kunića slična, prehrambene potrebe kunića kućnog ljubimca uvelike se razlikuju od potreba kunića od komercijalnog interesa. U radu se želi prikazati anatomske i fiziološke karakteristike kunića vezane za probavu te važnost pojedinih nutrijenata vezanih za prehranu kunića.

## **2. Pregled rezultata dosadašnjih istraživanja**

Kunići po načinu prehrane spadaju u obligatne biljojede, čiji je probavni sustav prilagođen probavi velike količine vlaknaste biljne hrane (Harcourt-Brown, 2002.). Probava kao i kod drugih životinja tako i kod kunića započinje u ustima. Probavni kanal kunića dugačka je zavojita cijev promjenjivog promjera koja počinje od usta i završava u anusu i od dodatnih žlijezda: slinovnica, jetra i gušterača, koje luče probavne sekrete u probavni kanal (König i Liebich, 2009.). Probavni sustav kunića sastoji se od usta, ždrijela, jednjaka, želuca, tankog crijeva, slijepog crijeva, debelog crijeva i anusa (slika 1.), a ima zadaću razgradnju hrane na manje sastojke kako bi se hrana iskoristila za energetske potrebe, za rast i obnovu stanica i tkiva. U konačnici probavni sustav uklanja neapsorbirane i neprobavljene dijelove.

### **2.1. Usna šupljina**

U usnoj šupljini kunići imaju: dva para sjekutića u gornjoj čeljusti i jedan par sjekutića u donjoj čeljusti, tri premolara i tri molara na obje strane gornje čeljusti, te dva premolara i tri molara na svakoj strani donje čeljusti (Gjurić, 1985.). Donja čeljust je uža od gornje čeljusti (anisognathia), što omogućuje detaljnu obradu vlaknastog sadržaja. Budući da nemaju očnjake ni na gornjoj, ni na donjoj čeljusti ostaje veliki prostor između sjekutića i premolara. U gornjoj čeljusti nalazi se jedan par glavnih sjekutića i jedan par manjih sjekutića, koji leže iza glavnih i s njima zatvaraju kut u obliku slova V. U taj kut sjedaju dljetasti bridovi donjih sjekutića (Gjurić, 1985.). Sjekutići rastu polukružno i gornji su više zakrivljeni nego donji sjekutići. Zbog snažnih sagitalnih pokreta čeljusnog zgloba (articulation temporomandibularis) ostvaruje se oštri kut između žvačne površine sjekutića i cakline, čime se zub brusi i stvara oštre rubove (Lucič, 2014). Uloga sjekutića je grickanje ili rezanje hrane. Obrazni zubi, premolari i molari puno su manji i ravniji od sjekutića, a na poprečnom presjeku su blago zakrivljeni prema bukalnoj sluznici. Takva građa omogućuje povećanje žvačne površine prekrivene caklinom, što daje veću učinkovitost prilikom žvakanja tj. mljevenja/usitnjavanja hrane, te ima ulogu u smanjenju trošenja zubi (Quesenberry i Carpenter, 2012.). Uslijed kontinuiranog trošenja tvrde cakline i mekšeg dentina, koje nastaje prilikom hranjenja, zubna površina ima izgled sličan turpiji što daje najdjelotvorniji mehanizam mljevenja hrane. Svi zubi kunića za života neprestano rastu i površine im se neprestano troše, kako bi se održala normalna funkcija zubiju. Donji sjekutići rastu brže od



gornjih. Postoje individualne razlike u trošenju i rastu sjekutića koje ovise o dobi, graviditetu, hranidbi, jačini zagriža (Harcourt-Brown, 2002., Verstraete i Osofsky, 2005.). Pravilan raspored zubi omogućuje njihovo trošenje trenjem žvačne površine o suprotni zub. Žvačne radnje podijeljene su u tri faze. Prva faza je faza rezanja, pri čemu se koriste sjekutiće. Druga faza je najznačajnija u procesu žvakanja jer osigurava usitnjavanje i mljevenje hrane što je potrebno za pravilnu preradu i daljnu probavu hrane. Dokazano je da se hrana usitnjava samo na jednoj strani obraza prilikom te druge faze žvakanja hrane, a mandibula se uvijek pomiče prema središnjoj liniji u trenutku zagriža sadržaja. Kod primjene prirodne vegetacije kao što su različite zelene biljke potiče se horizontalna akcija, dok primjenom grublje hrane poput gotove hrane, peleta, grančica i mrkve potiče se više vertikalna naspram horizontalne akcije, što često u konačnici može rezultirati smanjenim trošenjem zubi (Harcourt-Brown, 2002., Verstraete i Osofsky, 2005.). Treća faza su pokreti koji sudjeluju u stvaranju zalogaja hrane spremni za gutanje. Zabilježeno je 120 pokreta u minuti nakon unosa svježe hrane (Brewer, 1994.). Kada se progutaju cekotrofi, ne dolazi do žvakanja iz druge faze i cekotrofi se gutaju netaknuti (Cheeke, 1987.). Usitnjeni sadržaj unutar usne šupljine miješa se sa slinom bogatom enzimima amilaze i glikozidaze, tj. sekretom velikih slinovnica. Slina (saliva) održava sluznicu usta vlažnom, miješa se sa hranom tijekom žvakanja, podmazuje prolaz zalogaja za vrijeme gutanja i započinje kemijsku probavu hrane, a luče je žlijezde slinovnice (glandulae salivariae). Kunić ima četiri glavna para žlijezde slinovnice: parotidnu, mandibularnu, sublingvalnu i zigomatičnu. Po kemijskom sastavu sadrži kalcijeve i bikarbonatne ione, vodu, mucin i soli dok su ureja i lipaza prisutne samo u tragovima (za razliku od čovjeka i preživača) (Rees Davies, 2003.).

## **2.2. Jednjak**

Iz usta hrana dalje prolazi u jednjak koji služi kao transportni kanal od usne šupljine do želuca. Građa i funkcija jednjaka kunića malo se razlikuju od ostalih vrsta i ima mali ili nikakav učinak na probavu (Rees Davies, 2003.).

## **2.3. Želudac**

Probavni trakt kunića ima jednostavan želudac koji čini približno 15% ukupnog volumena želučano crijevnog trakta (Quesenberry i Carpenter, 2012). Želudac je nalik vrećici, smješten je iza dijafragme blago prema lijevoj strani u trbušnoj šupljini. Stijenka želuca je

tanka gotovo cijelom dužinom, osim pilorusnog dijela želuca gdje je mišićni sloj nešto deblji. Također mišićni sfinkter kardije je jako dobro razvijen što sprječava povraćanje. Zbog tanke stijenke potisna moć želuca je nedovoljna kako bi se hrana potisnula iz želuca u duodenum, pa je za prolaz hrane potreban stalan pritisak novopridošle hrane (Gjurić, 1985.). Kako bi se održao normalan prolaz hrane, kunić u 24h uzima 70 – 80 manjih obroka, a za neke obroke potrebno mu je svega 1- 2 minute (Gjurić, 1985.). Želudac zdravog kunića nikad nije prazan, čak nakon 24 satnog posta ispunjen je i do 50 % sa hranom, dlakom, i tekućinom. U želucu se izlučuje klorovodična kiselina i pepsin što pokreće probavni proces na isti način kao i kod drugih vrsta. Želučani sadržaj kunića vrlo je kiseli pH u usporedbi s drugim vrstama; te nakon obroka može pasti na samo 1,0 do 2,0, dok se nakon unosa cekotrofa penje na 3,0. Ovaj niski pH želučanog sadržaja uništava većinu bakterija i drugih mikroorganizama, pa možemo reći da je želučani i crijevni sadržaj gotovo sterilan (Quesenberry i Carpenter, 2012.). Mladi kunići koji se još hrane majčinim mlijekom imaju mnogo viši želučani pH (5,0-6,5), što potiče preživljavanje i prolaz unesenih bakterija, olakšavajući uspostavu vitalno važne mikroflore debelog crijeva (Fekete, 1989.).

## **2.4. Tanko crijevo**

Tanko crijevo (intestinum tenue) u kunića je kraće nego u ostalih vrsta životinja i zauzima oko 12% ukupnog volumena želučano-crijevnog trakta. Tanko crijevo (intestinum tenue) sastoji se od: dvanaesnika (duodenum), jejunuma i ileuma. Prvi dio tankog crijeva je duodenum koji je zavijen i tvori petlju u obliku slova U. Ružičasta difuzna struktura nalazi se u petlji duodenuma koja je poznata kao gušterača. Za razliku od mnogih drugih sisavaca, amilaze iz gušterače ne doprinose značajno probavi kod kunića. Gušterača je važan izvor iona bikarbonata, a izlučuje se u proksimalno tanko crijevo i neutralizira kiseli sadržaj koji napušta želudac. Bikarbonat je karakterističan za duodenum, zatim se apsorbira u jejunumu. Na početku duodenuma nalazi se žučni kanal, dok se prema njegovom uzlaznom području nalazi kanal gušterače. Duodenum prelazi u jejunum i ileum. Vrijeme prolaska sadržaja kroz tanko crijevo je brzo 10 do 20 minuta, kroz jejunum i 30 do 60 minuta kroz ileum (Blass, 1998.), što ograničava vrijeme dostupno za apsorpciju na ovom mjestu.

Ileum se prije otvaranja u debelo crijevo širi i tvori okrugli sacculus rotundus koji se otvara u slijepo crijevo. Saculus rotundus ima ileocekalnu valvulu pomoću koje se sadržaj ileuma može usmjeriti u slijepo crijevo prije nego što pređe u debelo crijevo. Sacculus rotundus je saćastog izgleda i ono je jedinstveno proširenje u kunića. Često se naziva i

ileocekalna tonzila. Njegova građa bogata je limfoidnim tkivom i makrofagima unutar lamine propriae i submukoze. Ileocekalna valvula ima funkciju kontrole pasiranja sadržaja od ileuma u sacculus rotundus, kao i sprječavanje povrata sadržaja u tanko crijevo (Harcourt-Brown, 2002).

Pomoću pepsina i klorovodične kiseline u želucu započinje hidroliza bjelančevina. U tankome crijevu slijedi nastavak probave uz dodatnu pomoć enzima gušterače. Tripsin, kimotripsin i karboksipeptidaze proizvode se u gušterači i oslobađaju u crijevni lumen. Oni zajedno s crijevnim aminopeptidazama dovršavaju probavu proteina. Također, gušterača proizvodi različite vrste lipaza koje pomažu u probavi masnih kiselina i glicerola. Ove lipaze djeluju uz pomoć žučnih enzima. Žučne kiseline se ispuštaju u duodenum odmah nakon pilorusa kroz žučni kanal. Žučne kiseline važne su kao deterdženti koji razgrađuju masni ili uljni materijal u male micelle, dopuštajući apsorpciju masti i vitamina topljivih u mastima u distalnom tankom crijevu. Ostale funkcionalne komponente žuči su žučni pigmenti. Biliverdin se proizvodi kao produkt razgradnje hemoglobina, a kod većine vrsta sisavaca djelovanjem enzima biliverdin reduktaze pretvara se u bilirubin, prije nego što se izluči u žuči. Aktivnost biliverdin reduktaze je niska u kunića, 60 puta niža nego u štakora, a 63% žučnog pigmenta u zečeva nalazi se kao nepromijenjeni biliverdin. Kunići proizvode dnevno oko 100-150 ml žuči po kilogramu tjelesne težine, koja se može izlučivati neovisno o stimulaciji sekreta. Drugim riječima kunići u usporedbi sa psom iste težine izlučuju sedam puta više žuči (O' Malley, 2005.; R. Davies i R. Davies, 2003.).

Probava i apsorpcija tankog crijeva kod kunića slična je onoj kod drugih vrsta. Većina probave ugljikohidrata i jednostavnih proteina odvija se u dvanaesniku i jejunumu, a proizvodi te probave (monosaharidi, aminokiseline) apsorbiraju se preko crijevnih resica. To uključuje probavu i apsorpciju cektrofnog materijala kao što su aminokiseline, hlapljive masne kiseline, vitamini i probavljeni mikrobn organizmi. Ileum također igra važnu ulogu u regulaciji i recikliranju elektrolita koje luče želudac i proksimalno tanko crijevo reapsorpcijom bikarbonatskih iona. Najvećim dijelom apsorbiraju se aminokiseline dolaskom u jejunum. Mikroflora debelog crijeva iskoristi ostale proteine koji dođu nepromijenjeni do debelog crijeva (proteini vezani za stanične stjenke biljaka), tvoreći amonijak koji se metabolizira u aminokiseline. Unutar tankog crijeva apsorbiraju se i probavljaju jednostavni šećeri i škrob. Celuloza, hemiceluloza, pektin i lignin primarno se razlažu i probavljaju u slijepom crijevu djelovanjem bakterijske mikroflore (Quesenberry i Carpenter, 2012.). Probavi celuloze, hemiceluloze, pektina i lignina potpomognuta je i enzimima pektinazom i

ksilanazom mikrobnog porijekla, zastupljenim unutar želuca i tankog crijeva (De Blas i Wiseman, 2010.).

Kao završni produkti bakterijske fermentacije u slijepom crijevu nastaju nezasićene masne kiseline, a služe kao glavni izvor energije u kunića. Najveći udio ima octena kiselina (60-70%), zatim maslačna (15-20%) i na kraju propionska kiselina (10-15%).

Maslačna i propionska kiselina nastaju i kao produkti jetrenog metabolizma, pri čemu maslačna kiselina čini glavnu tvar za kolonocite, dok za metabolizam ekstrahepatičnog tkiva dostupna je octena kiselina. Kao i u drugih monogastričnih vrsta pankreasna lipaza, ester sterol-hidrolaza, fosfolaza A, žučne soli, odgovorne su za probavu lipida (Quesenberry i Carpenter, 2012.).

Probavom mikrobnih proteina cekotrofa potpomognuto je dodavanjem lizozima u cekotrofe dok prolaze kroz debelo crijevo (Camara i Prieur, 1984). Lizom mikroba unutar cekotrofa također se oslobađaju mikrobnii enzimi, osobito amilaze, koji poboljšavaju probavne procese kunića u daljnjoj razgradnji škroba. Procjenjuje se da je za prolaz hrane kroz želudac kunića potrebno 3-6 sati (Carabano i Piquer, 1998.). Cekotrofi se ne usitnjavaju zubima i ostaju netaknuti, zaštićeni svojim mucinoznom omotačem, unutar želuca najmanje 6-8 sati nakon gutanja (Carabano i Piquer, 1984.). Sadržaj unutar cekotrofa je za vrijeme prolaska kroz želudac zaštićen želatinoznom sluznicom u koju je inkapsuliran od nepovoljnog želučanog pH. pH u želucu tijekom razdoblja prisutnosti cekotrofa povećava se na 3 zbog puferskih učinaka laktata koji stvaraju mikrobi u cekotrofu (Blas i Gidene, 1998.).

## 2.5. Slijepo crijevo (Caecum)

Slijepo crijevo najveći je organ u trbušnoj šupljini i ima 10 puta veći kapacitet od želuca. Kunić ima proporcionalno najveće slijepo crijevo od svih sisavaca. Obično sadrži približno 40% crijevnog sadržaja (Jenkins, 2000.). Bogato je limfoidnim tkivom, a ima i sekretornu funkciju (voda i bikarbonat). Slijepo crijevo prima kratke čestice želučanog sadržaja i tekućinu koje selektivno zadržava proksimalni kolon. Zbog toga je njegov sadržaj općenito polutekuće konzistencije.

Slijepo crijevo luči lužnatu tekućinu bogatu bikarbonatnim ionima koji puferiraju nezasićene masne kiseline. Normalni pH slijepog crijeva kunića varira ovisno o stadiju cekotrofnog ciklusa, te se mijenja diurnalnim ritmom. Sadržaj slijepog crijeva najviše je lužnat ujutro, a najviše kiseo poslijepodne. Međutim, srednja poslijepodnevna pH vrijednost (najkiselije razdoblje) općenito je veća kod odraslih kunića (5,9–6,8) nego u mladim u razdoblju odbića (5,4–6,3) (Lelkes i Chang, 1987.). Amonijak i nezasićene masne kiseline kao produkti bakterijske fermentacije utječu na pH, a promjena pH slijepog crijeva utječe na mikrobnu populaciju (Varga, 2014.).

Mikrobna fermentacija primarni je mehanizam kojim se hranjive tvari oslobađaju iz unesene hrane, a zadržane čestice usmjerene od proksimalnog kolona do slijepog crijeva pružaju supstrat autohtonoj populaciji cecalnih mikroorganizama. Unutar slijepog crijeva mikroflora se sastoji od različitog broja anaerobnih i aerobnih gram negativnih i gram pozitivnih bakterija, kao i nepatogenih protozoa. Od bakterija unutar lumena mogu se naći *Bifidobacterium* spp., *Streptococcus* spp., *Endorphanus* spp, itd., dok unutar mukoze *Fusobacterium* spp., *Peptococcus* spp., *Peptostreptococcus* spp., i još mnogo nedefiniranih anaerobnih vrsta (Cheek, 1987; R. Davies i R. Davies, 2003). Također mnoge nepatogene protozoe zabilježene su unutar sadržaja slijepog crijeva uključujući i cilijarne protozoe morfološki slične onima koje nalazimo u preživača *Isotricha*, te flagelarne protozoe kao što su *Enteromonas* spp., *Eutrichomastix* spp. i ameboidni organizmi poput *Entamoeba cuniculi* (Lelkes i Chang, 1987.; R. Davies i R. Davies, 2003.). Za kunića je specifičan kvasac, *Saccharomyces* (syn. *Cyniclomyces*) *guttulatus* i često se može vidjeti u fekalnim razmazima (Forsyth, 1985.). Ovisno o različitim unutarnjim i vanjskim faktorima i stanjima kao što su prehrana, stres, tijekom dana, različiti želučano-crijevni poremećaji i starost različit će biti odnos i zastupljenost pojedinih rodova mikroorganizama.

U zdravih kunića u najvećem broju prevladavaju bakterije iz roda *Bacteroides* spp. koje su bitne za fermentaciju unutar slijepog crijeva (Fekete, 1989.). Kombinirana mikroba flora slijepog crijeva razgrađuje amonijak, ureu, proteine i enzime iz tankog crijeva i celulozu.

Produkti ovog metabolizma su proteinske i enzimske strukture samih mikroba (koji se kasnije probavljaju kao cekotrofi) i nusproizvodi mikrobne fermentacije koji se zajedno nazivaju karboksilne kiseline (octena, mravlja, propionska i maslačna kiselina). Ove karboksilne kiseline aktivno se apsorbiraju kroz stijenke slijepog i debelog crijeva, a kunić ih koristi kao izvore energije, kao i preživači (Carabao, 1998.).

Ostali proizvodi fermentacije koji se ne apsorbiraju izravno kroz stijenku slijepog crijeva, biti će izbačeni iz organizma, te ponovno preko uzimanja cekotrofa unešeni i iskorišteni u organizmu. Hranjive tvari prisutne u cekotrofima postaju dostupne kuniću kad prođu kroz želudac u tanko crijevo.

## **2.6 Debelo crijevo (intestinum crasseum)**

Debelo crijevo kod kunića dobro je razvijeno. Ono je anatomski i funkcionalno podijeljeno na proksimalno, distalno i dio koji je povezuje ova dva dijela, fusus coli.

Probavni proces kod kunića razlikuje se od uobičajenog procesa fermentacije slijepog crijeva i debelog crijeva kod drugih biljojeda jer se vlakno uklanja što je brže moguće. Slijepo crijevo djeluje kao posuda za fermentaciju koja olakšava razgradnju probavljivih vlakana i škroba, dok debelo crijevo sortira i pakira izlučevine. Proksimalno debelo crijevo je grubo karakterizirano prisutnošću različitih haustra, dok ih distalni dio nema. Proksimalni dio je mjesto razdvajanja sadržaja na probavljive i neprobavljive dijelove. Proces razdvajanja olakšan je kombinacijom funkcionalne anatomije i pokretljivosti debelog crijeva. Probavljive čestice (koje imaju tendenciju biti kraće) talože se u blizini sluznice i nakon toga se pomiču u retrogradnom (antiperistaltičkom) smjeru natrag u cekum kroz niz koordiniranih kontrakcija. Istodobno dulje, grube, neprobavljive čestice nastoje ostati u središtu lumena debelog crijeva i usmjerene su aboralno da tvore tvrde fekalne kuglice (Harcourt-Brown, 2002). Neprobavljiva frakcija nije strukturno razgrađena i stoga ne doprinosi izravno stjecanju energije ili hranjivih tvari. Unatoč tome, značajana je za poticanje normalne gastrointestinalne pokretljivosti i za održavanje vitalnih fizioloških procesa regeneracije stanica, lučenja, probave, apsorpcije, peristaltike i izlučivanja.

Na spoju između proksimalnog i distalnog crijeva nalazi se područje zadebljalog kružnog mišića koji je gusto inerviran i vaskulariziran. Ova struktura naziva se fusus coli i

jedinstvena je za lagomorfe. Ona djeluje kao stimulator pokretljivosti debelog crijeva i odgovorna je za mehaničko istiskivanje vode i elektrolita iz tvrdog izmeta prije njihovog izbacivanja. Reapsorpcija vode i otopljenih tvari na ovaj način događa se u distalnom crijevu. Na *fusus coli*, te na pokretljivost crijeva utječu hormoni aldosteron i prostaglandin. Pri tome je u fazi izlučivanja cekotrofa koncentracija aldosterone niska, a u fazi izlučivanja fecesa visoka. Prostaglandini inhibiraju pokretljivost proksimalnog dijela kolona, a stimuliraju pokretljivost distalnog kolona kako bi se brže i lakše uklonili cekotrofi (Pairet, 1986.). *Fusus coli* svojim žljezdanim dijelom podmazuje površinu kolona, time ubrzava prolaz novonastalog mekog izmeta bez separacije krutog i tekućeg dijela.

Izlučivanje izmeta slijedi izražen cirkadični ritam, naizmjenično između faze tvrdog izmeta (koja se podudara s aktivnošću hranjenja) i faze cekotrofa (koja se obično podudara s razdobljem odmora najmanje 4 sata nakon hranjenja). Na ovaj ritam utječu prehrana, dob i reproduktivni status. Fazu izbacivanja krutog izmeta još nazivaju kruta faza, a faza izbacivanja cekotrofa meka faza ciklusa. Koja faza prevladava ovisi o količini i vrsti sadržaja kao i tvorbi plinova unutar probavnog sustava (Harcourt-Brown, 2002.).

Tijekom krute faze, dolazi do sekrecije vode unutar proksimalnog kolona, koja potpomaže miješanju i razdvajanju sadržaja. Veće čestice dalje se potiskuju prema izlazu, dok se manje probavljive čestice retrogradno vraćaju u slijepo crijevo. Prolaskom tih velikih čestica kroz *fusus coli* voda se mehanički istiskuje iz vlaknastog sadržaja, te dolaskom u distalni dio kolona sadržaj kolona biva podvrgnut konačnoj apsorpciji vode, nezasićenih masnih kiselina i elektrolita i takav novonastali produkt izbacuje se kroz anus u obliku tvrdih, suhih fekalnih kuglica (suha tvar iznosi 52,7%) (Varga, 2014.; Brooks, 2004.; Sakaguchi, 2003.).

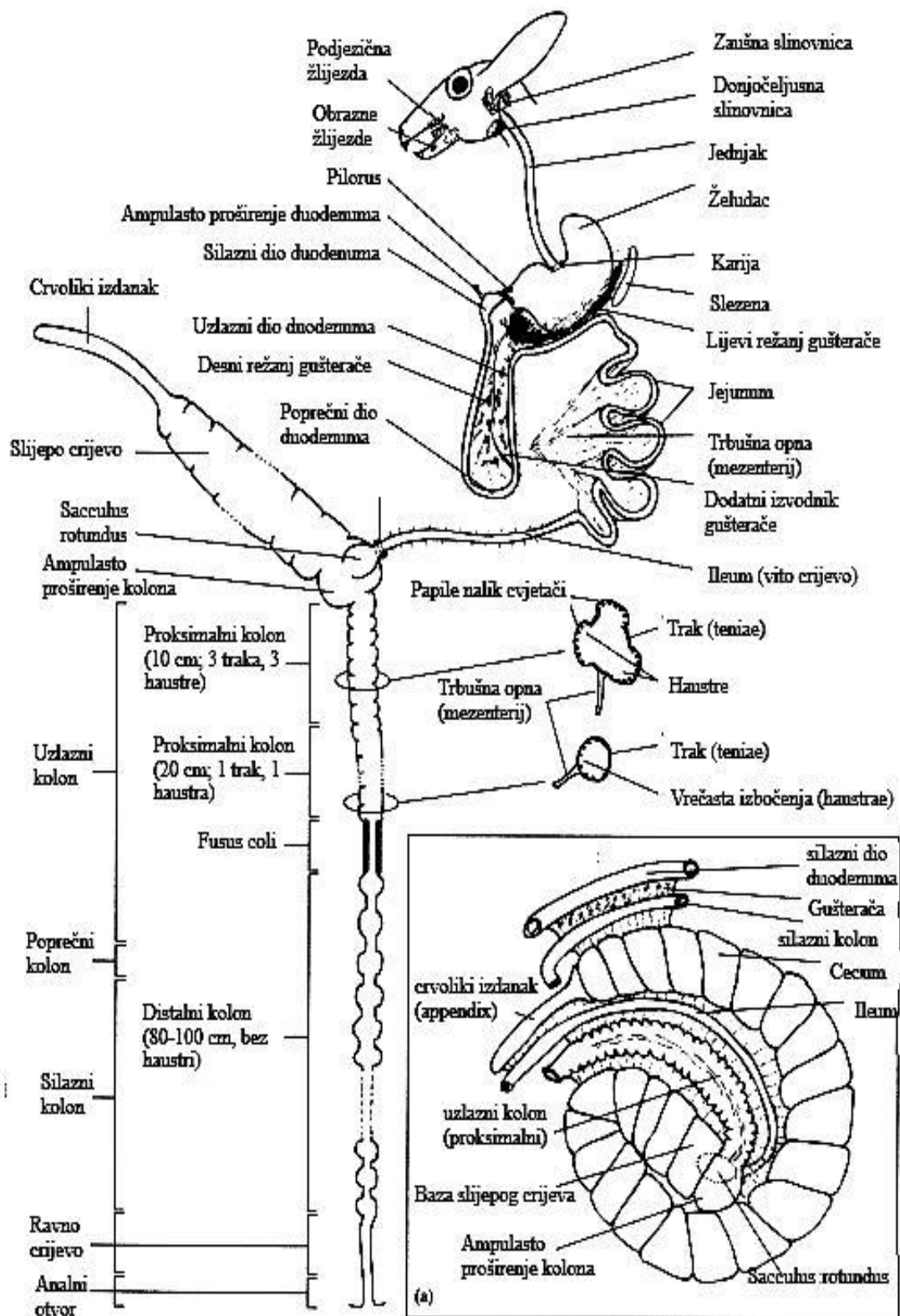
Prilikom meke faze sadržaj iz slijepog crijeva biti će istisnut u proksimalni dio kolona. Budući da se faza mekog i tvrdog izmeta pravilno izmjenjuju tako u ovoj fazi kontrakcije proksimalnog dijela su slabije i sadržaj iz slijepog crijeva brže prođe kroz taj dio. U *fusus coli* sadržaj se formira u kuglice, i ne resorbira se tekućina. Vrčaste stanice unutar debelog crijeva luče sluz koja prekriva meki izmet, tvoreći zaštitnu kapsulu i time sprječava izmjenu elektrolita sa stjenkom crijeva. Vrijeme prolaska mekih izmeta kroz debelo crijevo je 1,5-2,5 puta brže od vremena za tvrdog izmete (Fioramonti i Ruckebusch, 1976.). Nastali cekotrofi imaju promjer 5mm, obavijeni su sa sluzi i međusobno slijepljeni u nakupinama, te imaju karakterističan miris. Po kemijskom sastavu slični su sadržaju cekuma i sadrže više bjelančevina (lizin, treonin i aminokiseline sa sumporom), minerala i vitamina nego običan tvrdi feces (Mašek i sur., 2003.). Cekotrofi imaju oko 50% razine sirovih vlakana "tvrdih

izmeta". To je neovisno o razini vlakana u prehrambenom materijalu. Međutim, ako su proteini u prehrani ograničeni, razina proteina u tvrdom izmetu opada, dok se u cekotrofima očuva (Cheeke, 1987.). Konačni produkt cekotrofi izlučuju se periodički, podražajem mehanoreceptora u području ravnog crijeva, specifičnim jakim mirisom i različitim koncentracijama metabolita i hormona u krvi. Sve to djeluje poput okidača u zdravog kunića da konzumira cekotrof iz anusa (Varga, 2014.).

Kunići cekotrofe uzimaju direktno iz anusa, što se naziva cekotrofija. Gutanje cekotrofa potiče se stimulacijom rektalnih mehanoreceptora, percepcijom specifičnog mirisa cekotrofa i koncentracijom različitih metabolita i hormona u krvi (Harcourt-Brow, 2002. i Fekete, 1989.). U usnoj šupljini ne usitnjavaju ih zubima, već u nepromijenjenom obliku dolaze do želudca. U želucu se zadržavaju najmanje 6-8 sati prije njihove probave, a zaštićeni su od jakog želučanog pH, slojem sluzi. Takva obrana im omogućuje nastavak mikrobne fermentacije unutar cekotrofa, dovodeći do tvorbe mliječne kiseline koja ima ulogu pufera unutar želuca (Griffiths i Davies, 1963.). Tvorbom mliječne kiseline dolazi do porasta pH želuca sa vrijednosti od 1-2 na vrijednost od 3 (R. Davies i R. Davies, 2003). Cekotrofi koji su ponovno uneseni u probavni sustav važni su izvor hranjivih tvari u kunića (Hornicke i Bjornhag, 1980.).

Kao i tanko crijevo, debelo crijevo ima značajne količine limfoidnog tkiva povezanog s crijevima. Čak 50% ukupnog limfoidnog tkiva kunića nalazi se u debelom crijevu.





**Slika 1.** Anatomija gastrointestinalnog sustava kunića. (Izvor: Rabbit gastrointestinal physiology iz Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice: [https://www.vetexotic.theclinics.com/article/S1094-9194\(02\)00024-5/fulltext#relatedArticles](https://www.vetexotic.theclinics.com/article/S1094-9194(02)00024-5/fulltext#relatedArticles))

### **3. Hranjive tvari u obroku kunića**

#### **3.1. Voda**

Voda je sastavni dio svih živih bića i nezamjenjiv sastojak hrane. Važna je za normalno funkcioniranje organizma, stoga je neophodna i važna za život i zdravlje. Sudjeluje u razgradnji i apsorpciji hrane i olakšava probavu, oslobađa organizam od štetnih tvari.

Kunići obično piju 50-100 ml/kg/24 sata iako na tu količinu utječu sadržaj vode i sastav prehrane (Brever i Cruise, 1994.). Ako se kunići hrane suhom i peletiranom hranom potrebno im je više vode nego kad se hrane zelenom hranom. Osim prehrane, na potrebu za vodom utječe dob kunića. Tako mladi kunići trebaju dvostruko više vode nego stari (Gjurić; 1985.). Također i gravidna ženka i ženka koji doji ima povećane potrebe za vodom.

Složeni probavni procesi kunića zahtijevaju da se voda neprestano apsorbira i izlučuje duž probavnog trakta. Slina se neprestano izlučuje u usta, a voda u želudac. U slijepom crijevu voda se apsorbira iz sadržaja koji sadrži 20-25% suhe tvari (Fekete, 1989.). U debelom crijevu apsorpcija ili lučenje vode varira u svakom odjeljku debelog crijeva i ovisi o tome stvaraju li se tvrdi ili meki izmet. Tijekom faze mekog izmeta, sadržaj crijeva prolazi kroz debelo crijevo uz relativno malu promjenu sastava. Tijekom faze tvrdog izmeta voda se izlučuje u proksimalni kolon i miješa s crijevnim sadržajem. Sadržaj vode u digestiji najveći je neposredno prije fusus coli i naglo se smanjuje tijekom prolaska kroz fusus i uz distalni kolon (Snipes i sur., 1982.). Složena izmjena vode kroz crijevnu stjenku dopušta promjene u stanju hidratacije bez očitog gubitka tekućine.

## 3.2. Ugljikohidrati

Ugljikohidrati su sastavljeni od ugljika, kisika i vodika. Ovisno o složenost građe, tj. o molekulama šećera u određenom spoju dijelimo ih na jednostavne šećere (monosaharide) i složene šećere (oligosaharidi, polisaharidi). Glavna uloga ugljikohidrata je osiguravanje energije za normalnu funkciju organizma. Kod kunića ugljikohidrati se probavljaju se i apsorbiraju iz želuca i tankog crijeva ili se razgrađuju i fermentiraju pomoću crijevne mikroflore. Jednostavni monosaharidni šećeri, poput glukoze, fruktoze i galaktoze, apsorbiraju se iz tankog crijeva slično kao i kod drugih vrsta. Škrob je rezervni polisaharid kojeg ima u sjemenkama, plodovima, gomoljima i korijenu te se tijekom probave razlaže na jednostavne šećere, te se većina apsorbira iz tankog crijeva. Dio koji se ne apsorbira odlazi u slijepo crijevo i tamo ga koriste crijevne bakterije.

### 3.2.1.Škrob

Škrob nastaje kao produkt asimilacije u lišću zelenih biljaka, te se nagomilava u obliku škrobnih granula u sjemenkama, plodovima, korijenu i gomoljima biljaka koji ga koriste kao energetska zaliha tijekom mirovanja, klijanja i rasta (Mašek, 2012). Želatinizirani škrob može stvarati komplekse s proteinima koji smanjuju probavljivost i škroba i proteina (Cheeke, 1987.). Na probavu i apsorpciju škroba utječe dob kunića, vrsta škroba, količina u hrani te proces proizvodnje hrane. Tako na primjer škrob iz žitarica bolje se iskoristi od onog koji se nalazi u korijenu ili gomoljima. Nedavni radovi pokazali su da postoji razlika u probavljivosti škroba između mladih i odraslih kunića. Aktivnost amilaze u tkivu gušterače kao i sekrecija iz gušterače naglo rastu između četvrtog i šestog tjedna života kunića (Corring i sur., 1972.). Čini se da odrasli kunići učinkovitije probavljaju škrob od mladih. Vrlo male količine škroba dopiru do cekokoličnog segmenta odraslih. Čak i kod kunića u laktaciji koji konzumiraju velike količine ugljikohidrata, gotovo sav škrob se hidrolizira prije nego što dođe do slijepog crijeva (Blas i Gidenne, 1998.).

Razgradnja škroba započinje već u ustima djelovanjem enzima amilaze. Amilazu izlučuju žlijezde slinovnice i gušterača, a prisutna je i u cekotrofima kao rezultat sinteze bakterija. Aktivnost amilaze u želucu ograničena je zbog pH želuca. Aktivnost amilaze pri pH vrijednosti manjoj od 3,2 je vrlo mala ili nikakva (Blas i Gidenne, 1998.). Tijekom perioda cekotrofije, kad kunići konzumiraju samo cekotrofe želučani pH raste i aktivnost amilaze se povećava. Amilaze gušterače najvažniji je enzim za razgradnju škroba. Kod većeg unosa škroba dolazi do povećanog izlučivanja amilaze. Osim amilaze u probavi sudjeluju i drugi

enzimi kao što su amiloglukozidaza, maltaza koji su također neophodni kako bi došlo do razgradnje ugljikohidrata do jednostavnog šećera glukoze (Blas i Gidenne, 1998.). Svim ovim enzimima pogoduje neutralniji pH tankog crijeva. Kao konačni produkt razgradnje škroba nastaje glukoza koja se izravno apsorbira. Škrob koji se ne probavlja i ne apsorbira u tankom crijevu prelazi u slijepo crijevo kao supstrat za bakterijsku fermentaciju. U slijepom crijevu fermentira u laktat i niže masne kiseline i izravno se apsorbira.

Uloga škroba kao predisponirajućeg faktora za neravnotežu cecalne mikroflore i razvoj probavnih poremećaja nije u potpunosti razjašnjena. Istraživanja su pokazala oprečne podatke (Blas i Gidenne, 1998.; Cheeke, 1987.). Općeprihvaćena je činjenica da preopterećenje probavnog sustava brzo fermentirajućim ugljikohidratima u debelom crijevu povećava vjerojatnost nastanka probavnih smetnji, osobito kod osjetljivih, nedavno odbijenih kunića. Prehrambeni škrob nema utjecaja na kemijski sastav sadržaja crijeva niti na proizvodnju ili sastav mekih i tvrdih izmeta (Carabano i sur., 1988.).

### 3.2.2. Vlakna

Vlakna se definiraju kao onaj dio unesene hrane koji se ne može razgraditi crijevnim enzimima i sokovima monogastričnih životinja i stoga prolazi kroz tanko crijevo i debelo crijevo neprobavljen (Blood i Studerrt, 1999.). Međutim iako je kunić monogastrična životinja ova definicija nije u potpunosti točna jer se dio vlakana ipak razgradi pomoću dobro razvijene crijevne mikroflore. Sama razgradnja vlakna odvija se pomoću bakterija. Rezultati razgradnje vlakana ovise o veličini čestice, kemijskim svojstvima, molekularnoj strukturi te površini na koju prijanja bakterija. Stoga, kod biljojeda vlakna mogu biti ili "probavljiva" ili "neprobavljiva", a probavljivost varira ovisno o vrsti i njihovoj probavnoj fiziologiji. Izraz "fermentabilna" vlakna također se može koristiti za opisivanje probavljivih vlakana koja se razgrađuju mikrobnom fermentacijom. U kunića se vlakna odvajaju u proksimalnom crijevu na velike i male čestice. Čestice veće od 0,5 mm ne ulaze u slijepo crijevo i brzo se izbacuju neprobavljene. Čestice manje od 0,3 mm vraćaju se u slijepo crijevo gdje se probavljaju bakterijskom fermentacijom. Unutar slijepog crijeva probavljivost vlakana ovisi o kemijskom sastavu i veličini čestica. Lakoća s kojom bakterije mogu razgraditi čestice vlakana ovisi o molekularnoj strukturi i kemijskim svojstvima vlakna te o površini na koju se bakterije mogu prilijepiti. Vlakna se sastoje od staničnih stjenki biljaka, a stanične stjenke su građene od mikrofibrila celuloze u matriksu koji se sastoji od lignina, hemiceluloze, pektina i bjelančevina (Gidenne, 2003.). Lignin i celuloza kombiniraju se kako bi biljkama osigurali

strukturnu krutost. Između lignina i biljnih polisaharida i proteina stanične stjenke postoje snažne kemijske veze koje smanjuju probavljivost ovih spojeva. Lignin je gotovo potpuno neprobavljiv, a sadržaj lignina u biljkama raste s godinama. Lignin je prisutan u velikim količinama u drvu, trupovima i slami. Upravo velike čestice koje nepromijenjene izlaze iz probavnog trakta kunića uglavnom se sastoje od lignina i celuloze.

Kod kunića postoje dokazi da se djelomična probava vlakana može dogoditi u želucu i tankom crijevu djelovanjem enzima poput pektinaza i ksilanaza (Gidenne i sur.,1998.). Međutim, većina probave vlakana odvija se mikrobiološkom florom unutar slijepog crijeva. Probavljivost unutar slijepog crijeva ovisi o prirodi biljnog materijala i u manjoj mjeri, o postupcima prerade. Probavljivost vlakana unutar slijepog crijeva utječe na zečji apetit i brzinu rasta. Veličina čestica unutar slijepog crijeva utječe na vrijeme zadržavanja za mikrobnu fermentaciju (Gidenne i sur., 1998.). Male čestice imaju veću površinu na koju se bakterije mogu pridržavati pa ih tako lakše razgrade. Duljina čestica vlakana ovisi o biljnom izvoru i postupcima obrade. Neki sastojci stanične stjenke, poput pektina i gume, hidrofilni su i skloni su stvaranju gelova u kombinaciji s vodom. U kunića se ti spojevi premještaju u slijepo crijevo gdje upijaju vodu i povećavaju vrijeme zadržavanja.

Kunići imaju prirodan apetit za vlaknastu hranu. Skidat će i jesti koru, žvakat će korijenje i osušenu vlaknastu vegetaciju i mogu jesti sijeno radije od svježe zelene hrane. Neprobavljiva vlakna igraju važnu ulogu u održavanju dobrog zdravlja kunića. Žvakanje i mljevenje hrane u ustima važno je za normalno trošenje i rast zuba kako bi se održala fiziološka žvačna površina. Prehrana s nedostatkom vlaknastih materijala uključena je u prerastanje zuba (Crossley, 1995.). Prehrana koja sadrži malo neprobavljivih vlakana može dovesti do smanjene pokretljivosti želučano-crijevnog trakta i zadržavanje hrane i kose u želucu, koji tvori trihobezoare (grudice kose). Usporena pokretljivost crijeva i produljeno vrijeme zadržavanja hrane u stražnjem crijevu mogu rezultirati promjenama u crijevnoj flori i razvojem enterotoksemije. Prehrana bogata neprobavljivim vlaknima kod kunića kućnih ljubimaca smanjuje unos neprehrambenih proizvoda, poput vlakana tepiha ili plastičnih kutija za obavljanje nužde. Žvakanje i čupanje krzna također je povezano s prehranom koja sadrži malo vlakana ( Quesenberry, 1992.). Prehrana bogata neprobavljivim vlaknima povećava apetit zeca za cekotrofima (Fekete i Bokori, 1985.).

Kod kunića kućnih ljubimaca važno je potaknuti pokretljivost crijeva i spriječiti pretilost (Lowe, 1998.). Zato su neprobavljiva vlakana u prehrani važniji od fermentiranih

vlakana. Različiti autori navode različite preporučene razine sirovih vlakana za kuniće kućne ljubimce. Lowe (1998.) preporučuje 13–20% sirovih vlakana s razinom od 12,5% neprobavljivih vlakana. Jenkins (1991.) preporučuje razinu vlakana od 18-24% za kućne ljubimce, iako vrsta vlakana nije navedena. Novija literatura i istraživanja, Gidenne (2015.), govori kako bi udio ukupnih vlakana trebao biti od 20-25%, što se postiže davanjem ad libitum neprobavljivih vlakana kao što su sijeno i trava, uz napomenu kako su tada druge prehrambene komponente limitirane kako bi se osigurao unos vlakana. Treba obratiti pažnju na kvalitetu sijena, da nije prljavo i neukusno, ili da nema bolesne, bolne zube što može značajno smanjiti unos neprobavljivih vlakana, te iako je ponuđeno kunić ih ne jede. Trava i sijeno dobri su izvori probavljivih i neprobavljivih vlakana za kuniće. Sijeno se može dati uz travu ili umjesto nje. On nije samo izvor vlakana, već i obogaćuje okoliš i sprječava abnormalno ponašanje (Berthelsen i Hansen, 1999.). Lucerna je izvor vlakana koja se koristi u komercijalnoj prehrani zečeva u mnogim zemljama. Sijeno lucerke ne samo da sadrži vlakna, već ima i visok sadržaj iona kalcija. U slučaju da se cijelo vrijeme jede samo jedna vrsta namirnice mogu nastati problemi, stoga je preporučena mješovita prehrana koja sadrži barem tri različite namirnice svaki dan.

### **3.3. Bjelančevine**

Bjelančevine su hranjive tvari izgrađene od aminokiselina. Aminokiseline koje životinja ne može sintetizirati metaboličkim procesima vlastitog organizma te ih je neophodno unositi kroz prehranu nazivamo esencijalnim aminokiselinama. Na potrebnu količinu esencijalnih aminokiselina u organizmu životinje utječu događaji poput rasta, laktacije, trudnoće i proizvodnje vune. Kod kunića u esencijalne aminokiseline ubrajamo: arginin, histidin, glicin, izoleucin, leucin, lizin, sumporne aminokiseline: metionin i cistin, fenilalanin i tirozin, triptofan, valin, treonin (Lang, 1981). Određene aminokiseline mogu se zamijeniti sa alternativnim aminokiselinama koje posjeduju određene sličnosti u građi i strukturi karakterističnih aminokiselinskih grupa. Kao primjer možemo navesti metionin koji se može zamijeniti cisteinom te tirozin koji djelomično može zamijeniti fenilalanin.

Kunići po načinu prehrane spadaju u biljojede, pa usprkos ovoj činjenici u tovu kunića koristili su se i životinjski izvori bjelančevina kao što su riblje, mesno i koštano brašno. De Blas i Wiseman (2010), te Varga (2014), podijelili su bjelančevine u dvije grupe, bjelančevine

unutar sjemenki i lista. Bjelančevine krmnih biljaka koncentrirani su u lišću, čvrsto vezani za celulozu u staničnoj stjenici. Sjemenke leguminoza i sjemenke uljarica bogatije su albumina i globulina nego zrna žitarica. Osim toga bjelančevine iz leguminoza su lakše probavljive, nego bjelančevine iz zrna žitarice. Sjemenke mahunarki (grašak i grah) dobri su izvori proteina (bogate lizinom) i često se koriste u mješavini sa žitaricama kako bi se nadopunio njihov nedostatak lizina (Varga, 2014). Razine bjelančevina u prehrani važne su za postizanje dobrih stopa rasta i performansi kod komercijalnih zečeva i glavni su čimbenik pri komercijalnoj hrani za zečeve. Visoka razina proteina nije potrebna za održavanje neproduktivnih kućnih ljubimaca.

Trava je dobar izvor bjelančevina, a samim time i aminokiselina potrebnih za rast i razvoj kunića. Bogata je argininom, glutaminom i lizinom, no metionin i izoleucin su limitirajući supstrati u njenom sastavu. Sadržaj bjelančevina u travi smanjuje se sa sazrijevanjem, iako se relativni udjeli aminokiselina ne mijenjaju drastično i slični su među biljnim vrstama (McDonala i sur., 1996.). Nadomještanje aminokiselina koje sadrže sumpor, kao što su metionin i cistein, potrebno je kako bi se omogućila proizvodnja vune kod angora kunića, jer su upravo one ključne sastavnice u izgradnji keratinskih vlakana (Lebas i sur., 1998.). Također, važno je istaknuti kako proteini žitarica imaju smanjeni udio određenih aminokiselina, osobito lizina i metionina, što je problem koji se rješava nutritivnim balansiranjem s dodatkom drugih hranjivih tvari.

Potreba organizma za bjelančevinama je različita. Kod mlađih kunića dok su u rastu i razvoju potrebne su veće količine. Također kod gravidnih ženki, u laktaciji i tovu te rastu vune potrebe za bjelančevinama se povećavaju. Najmanja potreba za bjelančevinama je u neaktivnosti. Iako se zna da kunići u potpunoj neaktivnosti može biti zadovoljen sa 10% bjelančevina u obroku, no prema standardima uzdržne bi potrebe bile zadovoljene sa 10 - 15% probavljivih proteina u obroku (Gjurić, 1995.). Optimalna razina bjelančevina u prehrani za maksimalni rast je 16% i 18-19% za laktaciju (Cheeke, 1994.). Ova količina bjelančevina kod kunića kućnih ljubimaca je previsoka. Potrebno je održavanje dobre kondicije kunića kako ne bi došlo do pretilosti i količinu bjelančevina smanjiti kod smanjene tjelesna aktivnosti. Preveliki unos bjelančevina smanjuje potrebu za cektrofima, mijenja crijevnu mikrofloru te povećava pH, što pogoduje rastu patogenih bakterija. Prilikom hranjenja sa hranom bogatom bjelančevinama, u kunića moguća je pojava respiratornih smetnji i infekcije konjunktiva uslijed prevelikog stvaranja amonijaka i njegovog otpuštanja u slabo ventiliranim prostorijama

(Harcourt-Brown, 2002.). Suprotno ovome nedostatak bjelančevina u prehrani ili esencijalnih aminokiselina dovodi do smanjene regeneracije tkiva te slabije zaštite organizma. Treba izbjegavati prehranu s izrazito niskim udjelom proteina, a pritom je kod kućnih ljubimaca, osim zadovoljavanja potrebne količine proteina, važno paziti i na kvalitetu proteina korištenih u prehrani, kako bi se omogućio što kvalitetniji rast, razvoj i održavanje zdravlja samih ljubimaca (Lowe, 1998.). Lizin i metionin su ograničavajuće esencijalne aminokiseline, odnosno aminokiseline čiji je nedostatak najučestaliji u takvoj prehrani. Ukoliko kunići, neovisno iz kojih razloga ne jedu svoje cektrofe ili su selektivno hranjeni ograničenom prehranom mogu bolovati od nedostatka esencijalnih aminokiselina i to najčešće manjka lizina i metionina (Lowe, 1998.).

### **3.4. Masti**

Probava i apsorpcija masti u kunića slična je monogastričnim životinjama, gdje se glavna probava masti odvija u duodenumu. Tijekom probave masti, masne kuglice emulgiraju se pomoću djelovanja žučnih soli prije nego se razgrade lipazom gušterače i apsorbiraju iz tankog crijeva. Masne tvari predstavljaju najbolje izvore energije i pri istoj težini daju blizu dva i pol puta više energije od ugljikohidrata (Gjurić, 1985.). Stoga se masti i ulja koriste u obrocima kunića kako bi se osigurao dodatan izvor energije, a uz to smanjuje prenapunjenost, a samim time i preopterećenje stražnjih crijeva prekomjernom količinom ugljikohidrata. Dijetalna mast smanjuje crijevnu apsorpciju kalcija zbog procesa saponifikacije koji dovodi do stvaranja kalcijevih sapuna u crijevima. Samim time ovaj proces smanjuje količinu dostupnog kalcija potrebnog za izgradnju koštanog tkiva. Mast unutar probavnog trakta potiče gastrointestinalnu pokretljivost i poboljšava okus prehrane. Biljna ulja su se u prehrani kunića pokazala kao probavljiviji izvor triglicerida od životinjskih masti, što ih čini povoljnijima za korištenje u svrhu prehrane istih (Cheeke, 1987.). U tovu kunića količina od 2 do 2.5% masti smatra se dovoljnom za povećanje energije, potrebne za rast kunića. Osim toga što je mast dobar izvor energije, umiješana u hranu za kuniće poboljšava okus te samim time povećava se konzumacija obroka. Kvalitativni i kvantitativni sadržaj masti također utječe i na očuvanje kvalitete peleta te troškove proizvodnje.

Visoka razina masti i ulja u prehrani kunića kućnih ljubimaca nepovoljna je zbog sklonosti kunića da postanu pretili, što dodatno povećava rizik od drugih bolesti. Prehrana sa visokim udjelom masti može dovesti do jetrene lipidoze, mijenjajući metabolizam lipida i



potičući ketogenezu i hipoglikemiju tijekom razdoblja gladovanja (Jean-Blain i Durix, 1995.). Pretila životinje s masnom jetrom imaju veliki rizik od razvoja smrtonosne masne degeneracije jetre i bubrega ako postanu anoreksične.

#### 4. Zaključak

1. Probavni sustav kunića prilagođen je probavi velike količine vlaknaste hrane.
2. Svi zubi kunića za života neprestano rastu i površine im se neprestano troše.
3. U debelom crijevu hrana se odvaja na velike neprobavljive čestice i male probavljive čestice, i svaki dio kreće u svome smjeru.
4. Slijepo crijevo je veliko, ispunjeno crijevnim sadržajem i crijevnom mikroflorom i tu se odvija bakterijska fermentacija.
5. Cekotrofi se unose pri izlasku iz anusa i probavljaju radi opskrbe dodatnim izvorom hranjivih tvari i taj proces se naziva cekotrofija.
6. Neprobavljiva vlakna potiču peristaltiku crijeva, sprječavaju dosadu i probleme ponašanja, povećavaju apetit i unos cekotrofa, dok su probavljiva vlakna izvor hranjivih tvari i sadržaja cekotrofa.
7. Preveliki unos proteina smanjuje potrebe za cekotrofima, mijenja crijevnu mikrofloru i povećava pH.

## 5. Literatura

1. Bergdall, V. K., R. C. Dysko (1994.): The Biology of the Laboratory Rabbit, Second Ed., Academic Press. 15., 335-353.
2. Berthelsen H., L.T. Hansen (1999.): The effect of hay on the behaviour of caged rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) Animal Welfare. 149–157.
3. Blas, E., T. Gidenne (1998.): Digestion of starch and sugars. U: The Nutrition of the Rabbit. (DeBlas, C., J. Wiseman). CABI Publishing. 17–38.
4. Blood, D. C., V. P. Studdert (1999): Ballieres Comprehensive Veterinary Dictionary, Second Ed. Balliere Tindall
5. Brewer N.R., L.J. Cruise (1994.): Physiology. U: Manning P.J., Ringler D.H., Newcomer C.E., editors. The Biology of the Laboratory Rabbit. second ed. Academic Press. 63–70.
6. Brooks, D. L. (2004.): Nutrition and gastrointestinal physiology. U: Ferrets, rabbits and rodents: clinical medicine and surgery. 2nd ed. (Quesenberry K. E., J. W. Carpenter, eds.). St. Louis: WB Saunders. 155-160.
7. Carabaño R., Fraga M.J., Santoma G., J.C. de Blas (1988.): Effect of diet on composition of cecal contents and on excretion and composition of soft and hard feces of rabbits. J. Anim. Sci. 66., 901–910.
8. Camara V.M., D.J. Prieur (1984.): Secretion of colonic isozyme of lysozyme in association with cecotrophy of rabbits (Abstract) Am. J. Physiol. 247., 19–23.
9. Carabano, R., J. Piquer (1998.): The digestive system of the rabbit. U: The Nutrition of the Rabbit. (DeBlas, C., J. Wiseman). CABI Publishing. 1-16.
10. Carabaño R., Fraga M.J., Santoma G., J.C. de Blas (1988.): Effect of diet on composition of cecal contents and on excretion and composition of soft and hard feces of rabbits. J. Anim. Sci.
11. Cheeke, P. R. (1987.): Digestive physiology. Rabbit feeding and nutrition. Orlando: Academic Press. 15–33.
12. Cheeke, P. R. (1994.): Nutrition and nutritional diseases. U: The Biology of the Laboratory Rabbit, second ed. (Manning, P. J., D. H. Ringler, C. E. Newcomer, (Eds.)). Academic Press. 321–333.
13. Crossley, D. A. (1995.): Clinical aspects of lagomorph dental anatomy: The rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). J. Vet. Dent. 12.,137–140.

14. DeBlas, C., J. Wiseman (2010.): Nutrition of the Rabbit, 2nd Edition, CABInternational, Oxfordshire, UK. 4., 56-65.
15. Dojana, M., Costache M., A. Dinichiotu (1998.): The activity of some digestive enzymes in domestic rabbits before and after weaning. *Animal Science*. 66., 501–507.
16. Fekete, S. (1989.): Recent findings and future perspectives of digestive physiology in rabbits: a review. *Acta Vet Hung*. 37., 265-279.
17. Fekete S., Bokori J. (1985.): The effect of the fibre and protein level of the ration upon cecotrophy of rabbit. *J. Appl. Rabbit Res*. 8., 68–71.
18. Fioramonti, J., Y.Ruckesbusch (1976.): Caecal motility in the rabbit. III Duality of faecal excretion (Article in French, English Abstract). *Ann. Rech. Vet*. 7., 281–295.
19. Giddene, T. (2015.): Dietary fibres in the nutrition of the growing rabbit and recommendations to preserve health: a review. *Animal*. 9 (2)., 227-242.
20. Gidenne T., Carabaño R., Garcia J., C. de Blas (1998.): Fibre digestion. In: de Blas C., Wiseman J., editors. *The Nutrition of the Rabbit*. CABI Publishing. 69–88
21. Gjurić, A. (1985.): *Kuničarstvo*, Zagreb: Nakladni zavod Znanje. 211-246
22. Griffiths, M., D. Davies (1963.): The role of the soft pellets in the production of lactic acid in the rabbit stomach. *J Nutr*. 80., 171–180.
23. Guyton, C., J. E. Hall, (2006.): *Medicinska fiziologija*, Jedanaesto Izdanje, Medicinska Naklada, Zagreb. 63., 784-789; 65., 808-816; 77., 951.
24. Harcourt-Brown, F. (2002.): *Textbook of Rabbit Medicine*, Reed Educational and Professional Publishing Ltd, Oxford, UK. 1., 3-13; 2., 24-49; 3., 52-54.
25. Hornicke, H., G. Bjornhag (1980.): Coprophagy and related strategies for digest utilization. U: *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants* (Ruckebusch, Y., P. Thivend,) AVI, Westport Connecticut 53., 707-730.
26. Jenkins, J. R., (2000.): Rabbit and ferret liver and gastrointestinal testing. U: *Laboratory medicine: Avian and exotic pets*. (A.M. Fudge (ed.)). Philadelphia: WB Saunders. 291-305.
27. Jean-Blain, C., A. Durix, (1985.): Effects of dietary lipid level on ketonaemia and other plasma parameters related to glucose and fatty acid metabolism in the rabbit during fasting. *Reprod. Nutr. Dev*. 25., 345–354.
28. Kapitan, T. (2006.): *Kuničarstvo i standard kunića*. Nova knjiga Rast, Zagreb. str 31-38.
29. Kōnig, H. E., H.G. Liebich (2009.): *Anatomija domaćih sisavaca, udžbenik i atlas u boji za studente i praktičare*. Treće, prerađeno i prošireno njemačko izdanje. Prvo hrvatsko izdanje. (Zobundžija M.,K. Babić, V. Gjurčević-Kantura, Eds.) Naklada Slap, Hrvatska. 7., 309-310.

30. Lang, J. (1981.): The nutrition of the commercial rabbit. Part 1. Physiology, digestibility and nutrient requirements. *Nutrition abstr rev. Series B.* 51., 197–217.
31. Lebas F., Gidenne T., Perez J.M., D. Licois (1998.): Nutrition and pathology. In: de Blas C., Wiseman J., editors. *The Nutrition of the Rabbit.* CABI Publishing. 197–213
32. Lelkes, L., C. L. Chang, (1987.): Microbial dysbiosis in rabbit mucoid enteropathy. *Lab Anim Sci.* 37 (6)., 757–764.
33. Lowe, J. A. (1998.): Pet rabbit feeding and nutrition. U: *The Nutrition of the Rabbit.* (DeBlas, C., J. Wiseman). CABI Publishing.. 309–332.
34. Lucić, H. (2014.): Anatomija laboratorijskih životinja; Anatomija štakora; Zagreb. 23-32.
35. Manning, P. J., D. H. Ringler, C. E. Newcomer (1994.): *The Biology of the Laboratory Rabbit, Second Ed.,* ACADEMIC PRESS, INC. 15., 335-353.
36. McDonald, P., R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh, C. A. Morgan (1996.): *Animal Nutrition, Fifth Ed.* Longman
37. Mašek T., V. Šerman, Ž. Mikulec, N. Mas (2003.): Fiziološke osobitosti hranidbe kunića u uzgoju., *Krmiva.* 45., 293-299.
38. Mašek T., Ž. Mikulec, M. Svedrec (2012.): Ugljikohidrati u hranidbi kunića II: Dijetetska vrijednost, *Veterina portal*
39. O´Malley, B. (2005.): *Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species: Structure and Function of Mammals, Birds, Reptiles, and Amphibians,* Elsevier Saunders. 8., 164-187.
40. Quesenberry, K. E., J. W. Carpenter (2012.): *Ferrets, Rabbits and Rodents, Clinical Medicine and Surgery, Third Ed.,* Elsevier, Saunders. 12., 161- 163; 14., 183-190
41. Quesenberry K.A. (1994.): Rabbits. In: Birchard S.J., Sherding R.G., editors. *Saunders Manual of Small Animal Practice.* W.B. Saunders. 1345–1363
42. Pairet M., Bouyssou T., Y. Ruckesbusch (1986.): Colonic formation of soft feces in rabbits: a role for endogenous prostaglandins. (Abstract) *Am. J. Physiol.* 250., 302–308.
- 43.. Rees Davies, R., J. A. E. Rees Davies (2003.): *Rabbit gastrointestinal physiology,* *Vet Clin Exot Anim.* Elsevier Science, USA. 6., 139-153.
44. Reece, W. O. (2015.): *Dukes´ physiology of domestic animals, 13th Ed.,* Wiley Blackwell, Danvers. 1139-1185.
45. Sakaguchi, E. (2003.): Digestive strategies of small hindgut fermenters. *Anim Sci J.* 74., 327-337.
46. Stilinović, Z., (1993.): Fiziologija probave i resorpcije u domaćih životinja, *Školska knjiga, Zagreb.* 3., 84-86; 6., 134-136.

47. Snipes R.L., Clauss W., Weber A., H. Hörnicke (1982.): Structural and functional differences in various divisions of the rabbit colon. *Cell Tissue Res.* 225., 331–346.
48. Varga, M. (2014.): *Textbook of Rabbit Medicine*, Second Edition, Elsevier Ltd. 1., 9-114; 8., 307-353.
49. Verstraete, F. J., M. A. Osofsky (2005.): Dentistry in pet rabbits. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian.* 27., 671-684.

## 6. Sažetak

Kunić (*Oryctolagus*) pripada redu dvojezubaca (*Lagomorpha*) i porodici zečeva (*Leporidae*). Prema načinu prehrane spadaju u obligatne biljojede. Kunići imaju mogućnost unosa velike količine hrane koja brzo prolazi kroz organizam. U želucu i tankom crijevu probava i apsorpcija slična je kao kod monogastričnih životinja. Posebnost probavnog sustava je razdvajanje većih od manjih čestica u proksimalnom dijelu debelog crijeva gdje svaka od navedenih komponenti biva posebno odvojena. Veće čestice se izluče dok se manje čestice vraćaju u slijepo crijevo. Unutar slijepog crijeva sadržaj je podvrgnut djelovanju crijevne mikroflore što rezultira sintezom aminokiselina, hlapljivih masnih kiselina i vitamina topljivih u vodi. Neki hranjivi sastojci apsorbiraju se kroz stjenku debelog crijeva, a preostali sadržaj tankog crijeva tvori meku pastu tamne boje bogatu bakterijama, aminokiselinama, vitaminima i mineralima. Pasta se izbacuje kao mekani izmet kojeg nazivamo cekotrofi. Cekotrofi su ponovno progutani kao važan izvor hranjivih tvari. Ova probavna strategija koristi bakterijsku fermentaciju za sintezu hranjivih tvari i izbjegava potrebu skladištenja velikih količina hrane u probavnom traktu te na taj način nema potrebe dugog boravka na ispaši i izloženosti grabežljivcima.

Osnovni element hranjivih tvari je voda koja sudjeluje u razgradnji i apsorpciji hrane, olakšava probavu i oslobađa organizam od štetnih tvari. Ugljikohidrati su važan izvor energije nezamjenjivi za fiziološku motoriku crijeva i glavni su sastojak cekotrofa. Uz ugljikohidrate kao izvor energije koriste se i masti, a za normalan rast, razvoj, obranu i izgradnju organizma neophodne su bjelančevine. Također za održavanje fiziološkog stanja organizma kunića potrebni su vitamini i minerali koju sudjeluju u monogobrojnim metaboličkim procesima i u regulaciji koncentracije nužnih nutrijenata.

**Ključne riječi:** kunić, probavni sustav, hranjive tvari

## 7. Summary:

### ANATOMICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF A RABBIT AND THEIR IMPORTANCE IN PROPER NUTRITION

Rabbit (*Oryctolagus*) are species from order of Lagomorpha and family of Leporidae. Based on their diet rabbits are obligatory herbivores. Rabbits have ability to ingest big quantities of food, which passes quickly through their system. Digestion and absorption in stomach and small intestine are similar to those in monogastric animals. Peculiarity of their gastrointestinal system is separation of larger particles from smaller ones in proximal colon, where each particle becomes individually sorted. Bigger particles are being excreted, while smaller ones are recirculating back into appendix. Inside appendix food content is exposed to intestinal microbiome, which in turn produces aminoacids, volatile fatty acids and water soluble vitamins. Some nutrient are then absorbed through wall of the colon, whereas remaining content inside small intestine forms dark colored soft paste, rich in aminoacids, bacteria, vitamins and minerals. Paste is being extracted as specific, nutrient dense faeces named caecotroph, which is then ingested for the second time, as it is important source of nutrients. This digestive strategy is based on bacterial fermentation through which it synthesises nutrients and therefore avoids the need for accumulating large food quantities inside digestive tract, which is another advantage as it reduces amount of time during which rabbits are exposed to danger of predator presence.

Core element of nutrition is water which is involved in digestion and absorption of food and also reduces concentration of toxic substances in organism. Carbohydrates are main ingredient of caecotrophs and important source of energy as their importance is irreplaceable for physiology of bowel movement. Rabbits also have ability to use fatty acids as their energy source, while on the other hand proteins are crucial for normal growth, development and immune system function. Another important part of rabbit nutrition are vitamins and minerals which are enabling numerous metabolic processes and regulating concentration of vital nutrients.

**Keywords:** rabbit, gastrointestinal system, nutrients



## 8. Životopis

Rođena sam 12.10.1982. godine u Rijeci. Nakon završene osnovne škole u Viškovu, upisujem srednju Medicinsku smjer sanitarni tehničar u Rijeci. Nakon završene srednje škole 2001. godine upisujem Veterinarski fakultet. Na drugoj godini studija sudjelujem na Zavodu za prehranu i dijetetiku životinja na projektu uz vodstvo stručnog suradnika Željka Horvata. Na apsolventskoj godini 2009. se udajem i sa suprugom selim u Samobor, i tu započinjem svoju ulogu supruge i majke. Naše prvo dijete Mihaelu rodila sam 2010., zatim Domagoja 2012., Jakova 2014. i na kraju Roka 2017. godine. U rujnu 2019. upisujem integraciju u bolonjski sustav veterinarskog fakulteta.