

ructus

Revija študentov Veterinarske fakultete Univerze v Ljubljani / številka 44 / februar 2024

**REPRODUKCIJA
GLOBOKOMORSKIH
TRNKARIC**

**ENDOSKOPSKA
UMETNA
OSEMENITEV
OVC**

REJA JAKOV



- 4 PRIHODNOST REJE KRAV MOLZNIC IN NJEN VPLIV NA OKOLJE, DOBROBIT IN ZDRAVJE ŽIVALI**
- 8 EVOLUCIJSKI RAZVOJ STOKOVCEV TER NJIHOVE MORFOLOŠKE POSEBNOSTI**
- 16 ENDOSKOPSKA UMETNA OSEMENITEV OVC**
- 22 REJA JAKOV**
- 24 ANATOMSKE POSEBNOSTI, REJA IN BOLEZNI SLADKOSNEDE POLETUŠE VREČARICE**
- 30 UPORABA ANTIBIOTIKOV PRI ZDRAVLJENJU PRAŠIČEV IN POJAV REZISTENCE**
- 37 ANTIBAKTERIJSKI VPLIV ČEBELJIH PRIDELKOV**
- 42 PREGLED LITERATURE NA TEMO ČEZMERNEGA IZRAŽANJA HER2 V POVEZAVI S KARCINOMI PRI PSIH**
- 46 REPRODUKCIJA GLOBOKOMORSKIH TRNKARIC**
- 52 AFRIŠKA PRAŠIČJA KUGA – EPIDEMIOLOŠKA SLIKA V EVROPI V LETU 2022 IN UKREPI OB POJAVU**

Odgovorni urednici:
Ema Srebrnjak in Alja Gojznikar

Oblikovanje in prelom:
Klara Sekavčnik

Lektorica:
Selma Skenderović

Fotografija na naslovnici:
Nika Zobec

Revija študentov Veterinarske fakultete Univerze v Ljubljani
Gerbičeva 60, 1000 Ljubljana

Tisk: Belin Grafika d.o.o.

Naklada: 400

Svoje predloge, ponudbe, članke ali vprašanja pošljite na:
revija.ructus@gmail.com

- 62 EVROPSKI IVSA SIMPOZIJ 2023 V TORINU**
- 62 MEDNARODNI IVSA KONGRES 2023**
- 63 1. EQUINE NETWORK KONFERENCA V MAROKU**
- 65 MEDNARODNI IVSA SIMPOZIJ 2023 ALI KAKO SANJE SPREMENITI V REALNOST**



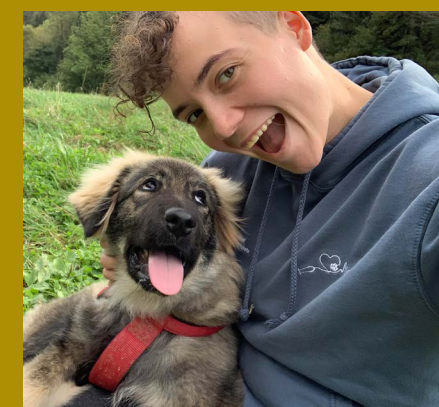
UVODNIK

Predanost, dobrovoljnost, odprtost, dobrosrčnost, skrbnost – vse to so lastnosti, ki opisujejo študente veterine in nas povezujejo v osupljivo celoto. Iz dneva v dan se tkejo nove vezi, ki se lahko, zahvaljujoč dolgemu študiju, le še utrjujejo. In saj veste – dokler so korenine globoko v zemlji, ni razloga za strah pred vetrom. Tako skupaj rastemo v čudovite veterinarje in čudovite osebe. Skupaj ustvarjamo večne spomine, ki so na koncu tisti, ki štejejo. Eden izmed teh spominov je tudi ta revija, ki ne bi mogla nastati brez našega sodelovanja. Hvaležni, predvsem pa ponosni sva, da nama je bila predana vloga urednic. Tako lahko nadaljujemo tradicijo naše, že 44. številke revije Ructus.

Želiva si, da bi se vsi zavedali, kaj vse lahko dosežemo kot posamezniki in kot skupnost. Zapomnite si, da, dokler ne boste razprli svojih kril, ne boste vedeli, kako visoko lahko letite.

Prijetno branje vam želiva,

Ema Srebrnjak in Alja Gojznikar, urednici revije Ructus



PRIHODNOST REJE KRAV MOLZNIC IN NJEN VPLIV NA OKOLJE, DOBROBIT IN ZDRAVJE ŽIVALI

Avtorja: Aja Brecelj Kolar, študentka Veterinarske fakultete in prof. dr. Jože Starič dr. vet. med., Klinika za reprodukcijo in velike živali, Veterinarska fakulteta, Univerza v Ljubljani

POVZETEK

Dobrobit živali, onesnaževanje, podnebne spremembe in biotska raznovrstnost so deležni vse večje pozornosti. Reja krav molznic lahko vpliva na vse te vidike. Velika prireja z bolj zdravimi kravami pomeni večjo količino mleka na kravo, kar znižuje ogljični odtis in tudi druge emisije na enoto proizvoda. Dodatni ukrepi, kot na primer alternativne vrste tal, ki ločujejo iztrebke in urin, ali tla, ki delujejo kot biofiltri, dodatno zmanjšajo emisije, hkrati pa omogočajo pridobivanje prvovrstnega gnojila, ki pomembno prispeva k izboljšanju tal in dodatno še sekvstrira ogljik. Z izboljšanjem zdravja krav molznic se podaljšuje njihova dolgoživost, zato je potrebno manjše število mladih živali za remont čred, kar ugodno vpliva na učinkovitost reje in dodatno zmanjšuje obremenjevanje okolja.

Ključne besede: prireja mleka; onesnaževanje okolja; toplogredni plini; alternativne rešitve

UVOD

Govedoreja je ena izmed panog, ki najbolj vpliva na okolje. Prispeva lahko k degradaciji tal, krčenju gozdov in emisijam toplogrednih plinov. Po drugi strani pa je povezana z ohranjanjem kulturne krajine ter lahko pomembno doprinese k ohranjanju tal in preprečevanju dezertifikacije. [1]

Veliko povpraševanje po mesu in mlečnih izdelkih sili kmetje k višji prireji in povečanju donosov. Tehnologije vzreje po vsem svetu se razvijajo in iščejo

rešitve, ki stremijo k trajnostni in čistejši prireji, zato je še posebej pomembno, da se ob naraščajočem trendu prireja poskrbi za dobrobit molznic in njihovo zdravje. Konec koncev gre ekonomičnost z roko v roki z dobro rejsko prakso. Novo razvijajoče rešitve ponujajo vse bolj zanimive pristope k reševanju problema prostorske stiske, gnoja, urina, mehanizacije dela, zmanjševanja toplogrednih plinov ter navsezadnje najpomembnejše – zdravja in dobrobiti krav. [2]

Nekaj primerov sodobnih rešitev s perečega področja omenjene problematike pri vzreji krav molznic bo predstavljanih v prispevku.

DOBROBIT IN ZDRAVJE MOLZNIC V PROSTIH REJAH

Zagotavljanje več ležalnega prostora na molznico, mehka ležišča in veliko prostora za gibanje v hlevih velja na splošno kot koristno za dobrobit živali. Za ta namen je bila izvedena študija na 41 kmetijah v šestih evropskih državah (Nemčija, Nizozemska, Italija, Avstrija, Slovenija in Švedska), ki analizira različne sisteme reje. Skupno je bilo ocenjenih 4036 krav molznic. Ugotovili so razlike v dobrobiti živali pod različnimi pogoji reje. Zadnje četrti in spodnji del zadnjih nog krav iz »free-walk« oz. prostih rej brez ležalnih boksov so bili bolj umazani kot pri kravah iz rej z ležalnimi boksi, vendar niso našli nobene razlike v umazanosti vimen ali saskov. Krave v »free-walk« rejah so imele manj brezdačnih mest na telesu in manj oteklin na spodnjem delu zadnjih nog ter bokih kot krave v rejah z ležalnimi boksi.



Slika 1: Tako imenovani »free-walk« ali hlev s prostim sprehajanjem. [4]

Tudi delež zdravih krav je bil večji in delež šepavosti manjši v omenjenih rejah. Preučevali so tudi vstajanje molznic, ki je v manjših prostorih lahko velik problem, zaradi konstitucije in načina vstajanja oziroma leganja živali. Krave v »free-walk« rejah so potrebovale manj časa, da so se ulegle, imele so manj težav pri vstajanju in manj trkov z okoljem kot krave v rejah z ležalnimi boksi in posledično manj poškodb. Prednosti tega sistema so tudi boljše možnosti za naravno obnašanje živali, na primer omogočajo več stikov med kravami, hkrati pa tudi več možnosti za umik, če pride do antagonističnega vedenja in celo prisotnost telet skupaj s svojimi mamami. [3]

Za »free-walk« ali tako imenovani hlev s prostim sprehajanjem (slika 1) za krave molznice je značilno, da ni ležalnih boksov, namesto betona so tla iz alternativnih materialov in z večjo površino na kravo za ležanje in premikanje. Rejci želijo še izboljšati ta inovativni sistem, zlasti v zvezi z organskimi materiali za steljo in avtomatiziranjem čiščenja. [4]

V študiji, ki je preučevala prehod privezanih rej v prosto, so med drugim ugotovili višjo prirejo, manjše število somatskih celic in možnost večje gostote naselitve molznic. Vsekakor pa tak prehod zahteva večjo začetno naložbo. [5]

IZBOLJŠAVE REJ IN NJIHOV VPLIV NA ZDRAVJE, DOBROBIT MOLZNIC TER OKOLJE

Hlajenje: Kravam je potrebno zagotoviti ustrezno gibanje zraka. Ustrezno zasnovano prezračevan-

je je velikega pomena posebej poleti, ko so krave izpostavljene vročinskemu stresu (slika 2 in 3). V rejah, kjer uporabljajo ventilatorje ali/in razpršilne naprave, ugotavljajo statistično značilen vpliv na izboljšanje počutja molznic in posledično večjo prirejo. [5]

Tla: Tla modernih sistemov so lahko pokrita s steljo ali pa so iz umetnega materiala, ki ima več slojev. Nekateri alternativni materiali za tla dajejo kravam občutek, da stojijo na površini, kot je pašnik. Taka pohodna površina zagotavlja, da je porazdelitev teže na nosilno površino parkljev zelo podobna tisti na pašniku. Prav tako tla prepuščajo urin – ta steče skozi tla in se zbira v jami, blato pa ostane na površini in ga očisti zato namenjen robot. S separacijo blata in urina že na površini pohodne in ležalne površine, se zmanjša količina amonijaka tudi do 80 %. Hkrati taka površina ostaja suha, kar zagotavlja boljše higieno in ugodje krav, prav tako pa blagodejno vpliva na zdravje parkljev in vimen. Posledično se

Slika 2: Hlev za molznice z drevesi za senco. [1]





Slika 3: Uporaba hlevov za gojenje zelenjave v poletnih mesecih. [1]

zmanjša število šepavih živali in velike ekonomske izgube, povezane s šepanjem, kar tudi pomembno vpliva na izboljšanje dobrobiti krav molznic. Krave v takih pogojih lažje ohranjajo primerno telesno kondicijo, imajo lažje telitve in zato bolj zdrava tele. Šepavost je najpogostejša posledica poškodb ali infekcij parkljev in presnovnih motenj, ki jih povzročajo neustrezno krmljenje, slabo okolje in neoptimalna oskrba črede. [6] Poleg tega zdravje živali, predvsem parkljev in vimena ter plodnost bistveno vplivajo na dolgoživost krav molznic. [4]

Čistoča in moderne reje: Rezultati raziskav kažejo, da higiena okolja statistično značilno vpliva na čistost in zdravje krav ter njihovo naravno obnašanje (leganje, vstajanje, hoja). To narekuje, da je potrebno kravam zagotoviti čiste pohodne in ležalne površine. Pogosto čiščenje tal v hlevu pripomore k izboljšanju higiene krav in njihove dobrobiti. Rešitev, ki omogoča boljše higieno hleva, je robot za čiščenje hlevskih površin, ki je že v uporabi v številnih slovenskih rejah krav molznic. [7]

Med zanimivimi inovacijami na področju higiene v hlevih je kravje stranišče, ki se eksperimentalno uporablja že danes. Kravje stranišče spodbudi kravo k izločanju in posledično skrbi za čistejše bivalno okolje. [1]

Med inovacijami, ki so primerne za krave, so tudi stavbe, narejene iz recikliranih materialov, ki se jih lahko tudi razstavi in reciklira (slika 3). [1]

Med izboljšave, pomembne za dobrobit krav molznic, spadajo krtače oz. čohalniki, ki jih ima veliko rej krav molznic v Sloveniji.

Rešitve, ki naslavlja prostorsko stisko za umestitev rej krav molznic, so med drugim multifunkcionalne

stavbe, ki poleti, ko so krave na pašnikih, služijo kot zelenjavni vrt ali za rejo prašičev. Dober primer je tudi plavajoč hlev za rejo krav molznic v Rotterdamu (slika 4), ki je poskus selitve kmetij iz podeželja v mesta. Osnovna ideja je sožitje podeželja in urbanega okolja in krajšanje poti od mesta nastanka proizvoda do potrošnikov. Prikazuje, da lahko načrtujemo bivalna okolja za živali tudi v mestih, ob upoštevanju njihovih potreb in pravic. Pri tem pa ekonomska komponenta ni prikrajšana. Oskrba z vodo, proizvodnja energije, predelava odpadkov in hranjenje so del "zaprtega sistema" plavajočega hleva. Uporaba sončne energije, zbiranje urina in gnoja za recikliranje v kompost, čiščenje in ponovna uporaba deževnice ter proizvodnja krme za živino z razsvetljavo LED in vodnimi rastlinami so sestavni deli tega novega sistema kmetije. [1,7]

Kmetijska proizvodnja je vir emisij CO₂, N₂O, NH₃ in CH₄ ter prispeva k emisijam toplogrednih plinov. Po nekaterih ocenah približno 18 % svetovnih emisij toplogrednih plinov na posredni in neposredni način proizvede živinoreja. Metan je močan toplogredni plin, zato bi bilo povečanje emisij zelo škodljivo za podnebje, vendar lahko govedo prispeva k reševanju podnebnih sprememb z zmanjšanjem količine metana, na primer s krmnimi dodatki in bolj okolju prijaznim ravnanjem z gnojem. Kljub temu je še posebej pomembna dobra

Slika 4: Plavajoča farma v Rotterdamu. [1]



praksa, ločevanje iztrebkov in urina ter potencialna uporaba gnoja kot surovine za izdelavo bioplina. Ob upoštevanju dobre rejske prakse in hkratnem izkoriščanju izločkov krav molznic za pridobivanje bioplina in izvrstnega gnojila za bogatenje tal pa lahko mlečna prireja predstavlja celo neto ponor ogljika. [8,9,10]

ZAKLJUČEK

Obstajajo tehnološke rešitve za umeščanje rej krav molznic v urbana okolja, zmanjševanje onesnaževanja in najpomembnejše – izboljšanje zdravja in dobrobiti molznic, ki se bodo v prihodnosti vedno več uporabljale.

V prostih rejah z velikimi ležalnimi površinami, v primerjavi z ležalnimi boksi, prihaja do manj poškodb, šepanja, višje prireje, boljšega zdravja vimena in hkrati možnosti večje gostote naselitve molznic.

Reje krav molznic, v katerih imajo hlajene z avtomatsko krmljenimi prezračevalnimi sistemi in/ali razpršilniki, so izboljšale dobrobit in imele boljšo prirejo.

V uporabi so že sodobni materiali za ležalne in pohodne površine hlevov, ki prepuščajo urin – ta steče

skozi tla in se zbira v jami, blato pa ostane na površini. Na ta način se zmanjša količina amonijaka tudi do 80 %. Take površine so čiste in suhe ter posledično ugodne za dobrobit in zdravje krav molznic.

VIRI IN LITERATURA

- [1] Galama P J, Ouweltjes W, Klopčič M, et al. Symposium review: Future of housing for dairy cattle. Journal of Dairy Science, 103 (6), 2020, <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17214>.
- [2] Gallegos Rivero A R, Daim T. Technology roadmap: Cattle farming sustainability in Germany. Journal of Cleaner Production, 142 (4), 2017, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.176>.
- [3] Blanco-Penedo I, Ouweltjes W, Ofner-Schröck E, Brügemann K, Emanuelson U. Symposium review: Animal welfare in free-walk systems in Europe. Journal of Dairy Science. 103(6), 2020, <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17315>.
- [4] Free walk barns 2.0. 2018. <https://eurodairy.co.uk/operational-groups/free-walk-barns-20/?researchTheme=1408> (14. 6. 2023)
- [5] Bewley J, Palmer R W, Jackson-Smith D B. A Comparison of Free-Stall Barns Used by Modernized Wisconsin Dairies. Journal of Dairy Science. 84(2), 2001, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74504-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74504-3).
- [6] Sarjokari K, Kaustell K O, Hurme T, et al. Prevalence and risk factors for lameness in insulated free stall barns in Finland. Livestock Science, 156(1–3), 2013, <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.06.010>.
- [7] DeVries T J, Aarnoudse M G, Barkema H W, Leslie K E, von Keyserlingk M A G. Associations of dairy cow behavior, barn hygiene, cow hygiene, and risk of elevated somatic cell count, Journal of Dairy Science, 95(10), 2012, <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5375>.
- [8] Huang D, Guo H. Diurnal and seasonal variations of greenhouse gas emissions from a naturally ventilated dairy barn in a cold region. Atmospheric Environment, 172, 2018, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.10.051>.
- [9] Brecelj Kolar A. Ocena vpliva izbranega kemijskega procesa na okolje po metodi LCA. Maribor : Il. gimnazija, 2016. Raziskovalna naloga.
- [10] Methane has been the Achilles's heel for cattle emissions, but it may be part of a climate solution. 2020. <https://clear.ucdavis.edu/news/methane-has-been-achilles-heel-cattle-emissions-it-may-be-part-climate-solution> (23. 10. 2023)

EVOLUCIJSKI RAZVOJ STOKOVCEV TER NJIHOVE MORFOLOŠKE POSEBNOSTI

Avtorice: Zala Ravnikar in Klara Rozman, študentki Veterinarske fakultete, prof. dr. Valentina Kubale, dr. vet. med., Inštitut za predklinične vede, Veterinarska fakulteta, Univerza v Ljubljani

IZVLEČEK

Pred približno 310 milijoni let so se predniki današnjih sesalcev, imenovani sinapsidi, sesalcem podobni plazilci, ločili od drugih vretenčarjev. Sesalci se razlikujejo od drugih vretenčarjev po kožuhi, endotermiji in večinoma po svoji manjši velikosti. Njihova reprodukcija je edinstvena zaradi brejosti, laktacije in dolge skrbi za potomce. Imajo tudi večje možgane, enostavnejši čeljustni sklep, večje število slušnih koščic in specializirano zobovje za učinkovitejše prehranjevanje. Sodobne sesalce delimo na vrečarje, stokovce in placentalne sesalce. Kljunaši in kljunati ježki spadajo v red Monotremata (stokovci) in so najbolj primitivno (nižje) razviti sesalci. Sem spadajo kljunaši in kljunati ježki, ki v nekaterih anatomskih lastnostih spominjajo tudi na plazilce in ne sledijo lastnostim sesalcem, ki so za njih karakteristične. So endemiti, ki živijo v potokih in rekah v Avstraliji, Tasmaniji in na Novi Gvineji. Stokovci naj bi bili zadnji preživeli pripadniki zgodovinske migracije južne hemisfere sesalcev, imenovanih sesalci Avstralije (Australosphenida). Imajo veliko posebnosti. Ležejo jajca, nimajo mlečnih žlez, imajo kloako, lahko imajo bodice, strupne žleze in zaznavajo svet okoli sebe s pomočjo elektroreceptorjev.

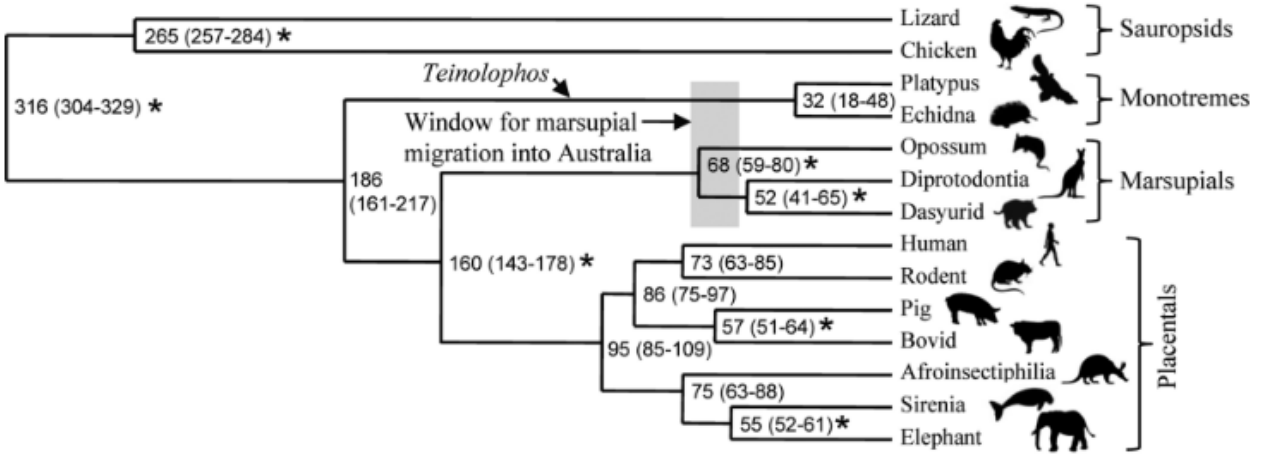
Ključne besede: stokovci; evolucijski razvoj; kljunaš; kljunati ježek; Monotremata

UVOD

Pred vsaj 310 milijoni let se je linija živali, ki vodi do sesalcev, imenovana sinapsidi (sesalci podobni plazilcem oz. sesalcem podobni amnioti), ločila od ostalih vretenčarjev. Za sinapside je bilo značilno heterodontno zobovje, povečana senčna odprtina, močnejša spodnja čeljust, enostavnejši čeljustni sklep, izguba vratnih in ledvenih reber, manjše število zapestnih in nartnih kosti, oblikovanje dveh zatilničnih čvršev ter drugačna postavitvev okončin. Predstavnik sinapsidov je bil npr. Dimetrodon, ki se je od ostalih plazilcev ločil po zobovju, saj je imel izoblikovane dve vrsti zob – ostre podočnike in meljake. Danes so potomci prvih sinapsidov sesalci (razred Mammalia), med katere spadajo vrečarji (Marsupalia), stokovci (Monotremata) in višje razviti

sesalci (Placentalia). Na neki točki se je linija sinapsidov morfološko in fiziološko močno spremenila do stopnje, ki je do takrat ni dosegel še noben od kopenskih vretenčarjev. Danes sesalce lahko prepoznamo v najrazličnejših oblikah.

Sesalci niso čisto običajni vretenčarji. Imajo kožuhe, so endotermni in so po velikosti večinoma manjši od svojih prednikov sinapsidov. Njihov način reprodukcije se močno razlikuje od ostalih živečih amniotov, kot so kuščarji in ptice, zaradi intrauterine brejosti, rojstva živih mladičev, laktacije in dolge skrbi za potomce. Imajo zmanjšano število kosti v lobanji, saj so se njihovi možgani močno povečali, hkrati pa tudi njihova inteligenca. Deli čeljustnega sklepa so migrirali v srednje uho, kjer so oblikovali dodatne slušne koščice, čeljustni sklep pa je pridol



Slika 1. Evolucijski razvoj sesalcev, ki prikazuje razvoj sinapsidov in njihov nadaljnji razvoj v red stokovcev (Monotremata), vrečarjev (Marsupalia) in višje razvitih sesalcev (Placentalia). Osenčeno časovno okno označuje selitev vrečarjev v Avstralazijo, 71–54,6 milijona let nazaj. Za pripravo prikaza na sliki so uporabili ocene analiz kombiniranih in jedrskih zaporedij (povzeto Philips MJ, 2009).

bil enostavnejšo zgradbo. Zobovje večine sesalcev je postalo visoko specializirano (heterodontno). Razvile so se različne vrste zob in tako povečale učinkovitost hranjenja. Osnovna formula prstnic sesalcev je 2-3-3-3-3.

Ločimo dve različni skupini taksonomskih izrazov, ki se uporabljajo za tri glavne skupine sesalcev: Monotremata (stokovci), Marsupialia (vrečarji) in Placentalia (višje razviti sesalci) ter Prototheria (stokovci), Metatheria (vrečarji), in Eutheria (višji ali placentarni sesalci). Redovi Monotremata, Marsupialia in Placentalia zajemajo vse živeče vrste, njihovega skupnega prednika in vse izumrle vrste, ki si delijo tega skupnega prednika. Sestavljajo jih podrazredi Prototheria, Metatheria in Eutheria, pri katerih vsak zajema določen red in katerokoli izumrlo vrsto, ki si je bolj sorodna z redom kot katera koli živeči klad. Vrečarji in placentalni sesalci oblikujejo monofiletično skupino (vsi potomci predniške

oblike) imenovano Theria (živorodni sesalci), ki izključuje stokovce. Imena Monotremata, Marsupialia in Placentalia niso najbolj primerna. Monotremata pomeni ena luknja, kar se nanaša na kloako stokovcev. Marsupialia izhaja iz imena marsupium, kar pomeni vreča. Imajo pa tudi samice kljunatih ježkov vrečo in nekatere vrste vrečarjev vreče sploh nimajo. Placentalia izhaja iz placentae, ki jo imajo na nek način tudi vrečarji in stokovci pa tudi nekatere vrste kač, kuščarjev in rib.

Kljunaši in kljunati ježki spadajo v red Monotremata (stokovci), kar že v imenu pove, da imajo kloako (stok), kar ni značilnost višje razvitih sesalcev. Vsaj 180 milijonov let nazaj (še pred dinosavri) se je linija Prototheria ločila od ostalih sesalcev. Skozi čas se je razvijala, ne da bi pustila za sabo veliko sledi v obliki fosilov. Do danes so od linije ostale le ena vrsta kljunaša in 4 vrste kljunatega ježka, ki so si med seboj zelo podobne.

Tabela 1. Lastnosti stokovcev, vrečarjev in placentálnih sesalcev.

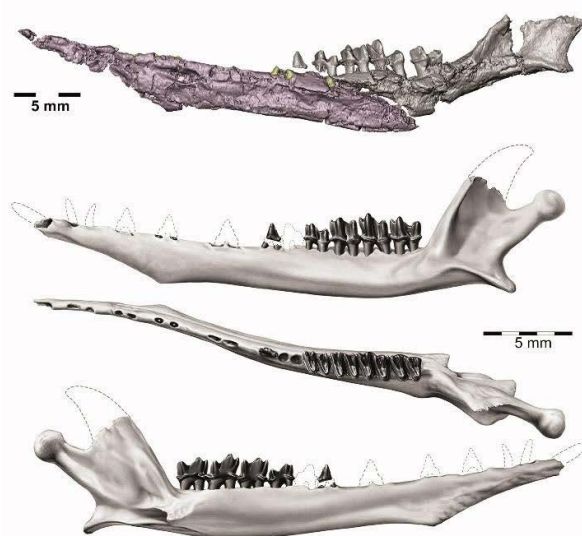
STOKOVCI	VREČARJI	PLACENTALNI SESALCI
oviparni (ležejo jajca)	viviparni (živorodni)	viviparni (živorodni)
potomci se izvalijo nedozoreli	novorojenci pridejo do materinih seskov v vreči	sesanje razvitih mladičev
laktacija (brez seskov)	laktacija s seski z obdobjem pričvrstitve na sesek	laktacija s seski, brez obdobja pričvrstitve na sesek
kratko obdobje gestacije (28 dni kljunaš)	kratko obdobje gestacije (12 dni)	dolgo obdobje gestacije (22 mesecev pri afriških slonih)
dolgo obdobje laktacije v vreči ali gnezdu	dolgo obdobje laktacije v vreči	variabilna laktacija
ohranjena krokarnica v plečnem obroču	ni ločene krokarnice od plečnice	ni ločene krokarnice od plečnice
elektrosenzitiven kljun	niso elektrosenzitivni	niso elektrosenzitivni
majhna raznolikost vrst (1 vrsta kljunaša in 4 vrste kljunatih ježkov)	višja raznolikost vrst (>330 opisanih vrst)	največja raznolikost vrst (>4500 opisanih vrst)

HIPOTEZA O NASTANKU STOKOVCEV

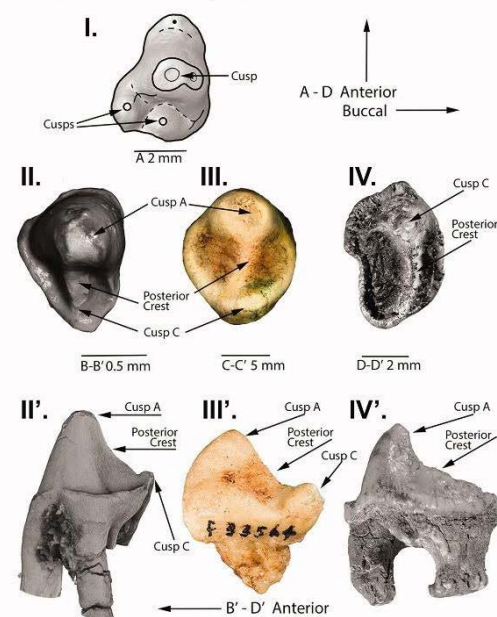
Najverjetnejša hipoteza trenutno je hipoteza, da so stokovci zadnji preživeli pripadniki zgodovinske migracije južne hemisfere sesalcev, imenovani sesalci Avstralije (Australosphenida). Različni sesalski fosili iz Avstralije, Južne Amerike in Madagaskarja izgledajo sorodno stokovcem in imajo hkrati zelo specifično in kompleksno morfologijo kočnikov (tribosfenični kočniki), ki imajo na grizni ploskvi tri vrške, od katerih sta dva zamaknjena bukalno oz. oralno. S tem so zobje pridobili dve funkciji, funk-

Slika 2. Fosilni ostanki čeljusti *Teinolophos trusleri* in zgornji premolarji stokovcev (povzeto po Flannery TH, 2022).

A *Teinolophos trusleri*



B Monotreme premolars



ciji trganja in mletja hrane. Čeprav imajo fosili australosphenidov tribosfenične kočnike, ki so zelo podobni tistim, ki jih imajo živorodni sesalci (Theria), obstajajo ključne razlike, zaradi katerih lahko sklepamo, da so se australosfenidni tribosfenični kočniki razvili konvergentno.

Kot del Australosphenidanske migracije stokovci skoraj zagotovo spadajo v Gondvansko skupino. Gondvana je predstavljala superkontinent, ki je bil sestavljen iz kasneje nastale Afrike, Madagaskarja, Nove Zelandije, Južne Amerike, Antarktike in Avstralije. Izmed njih so najdlje skupaj ostale Južna Amerika, Antarktika in Avstralija, ki so si delile skupno floro in favno. V tistem času Antarktika ni bila ledena celina, kakršna je danes, ampak je bila pokrita z deževnim pragozdom, podobnim tem, ki so v današnjem času na jugu Južne Amerike in Tasmanije. Po razpadu Gondvane je bila zadnja ločitev Avstralije od Antarktike pred približno 35 milijoni let. Takrat se je t. i. trans-Gondvanska favna in flora razdelila, kar pojasnjuje bližnjo sorodnost med nekaterimi rastlinskimi in živalskimi vrstami Južne Amerike in Avstralije.

Najstarejši najdeni fosili stokovcev so delci spodnje čeljusti z nekaj ohranjenimi zobmi iz zgodnje krede (pred približno 120–110 milijoni let) v Avstraliji. Ostanki pripadajo (velikosti miši) *Teinolophos trusleri* in veliko večjemu (velikosti mačke) *Steropodon galmani*. Za tem nikoli niso našli fosilov iz kasnejšega obdobja, ki zajema naslednjih 50 milijonov let. Naslednji najstarejši najdeni fosil in edina Južnoameriška vrsta je *Monotrematum sudamericanum*, pri katerem so našli molar in del stegenice, ki izhaja iz obdobja zgodnjega Paleocena. Po južnoameriški skupini Monotremata je obdobje 38 milijonov let, do približno 25 milijonov let nazaj, ko so našli v Avstraliji prve fosile, ki jih lahko uvrstimo med kljunaša ali kljunatega ježka.

KLJUNAŠ (*Ornithorhynchus anatinus*)

Kljunaš je s svojimi edinstvenimi anatomskimi posebnostmi nenavaden za sesalca, in to tako zelo, da so pri prvih primerkih poslanih iz Avstralije v Prirodoslovni muzej v Londonu, mislili, da gre za potegavščino. Zaradi svojega unikatnega izgleda so edinstven primer konvergentne evolucije, kar pomeni, da je veliko njihovih struktur ali načinov delovanja podobnih drugim živalskim vrstam, z njimi pa si niso v sorodu. Poleg tega se kot primitivni sesalci precej razlikujejo od višje razvitih sesalcev (Eutheria).

Uvrščamo ga v družino Ornithorhynchidae in med pet predstavnikov sesalcev iz reda Monotremata. Najdemo ga samo v sladkih vodah vzhodne Avstralije in Tasmanije. Njegovi predniki so prav tako živeli v Avstraliji v času od poznega oligocena do miocena. Spadali so v rod *Obdurodon*, poznane pa so tri vrste in sicer *Obdurodon insignis* iz poznega oligocena (okrog 25 milijonov let nazaj), *Obdurodon dicksoni* iz srednjega miocena (okrog 15 milijonov let nazaj) in zadnja odkrita vrsta *Obdurodon tharalkooschild* (5–15 milijonov let nazaj). Tudi za njih sta bila značilna permanentni set zob in podobna kostna struktura njihovega »kljuna«.

Današnji kljunaši so veliki okrog 50 cm in tehtajo do 2,5 kg. Spolni dimorfizem je pri njih razvit, saj so samci tudi do 40 odstotkov težji od samic. Njihova življenjska doba je med 5–15 let.

So delno vodne živali, ki živijo ob rekah in potokih, kjer gradijo svoje brloge. Spominjajo na vidro, s kljunom brez zob, ki je navzven podoben račjemu. Kot prilagoditev na življenje v vodi imajo podobno kot bobri med prsti plavalno kožico. Pri plavanju jim pomaga tudi drugačna postavitev okončin, ki je bolj podobna plazilskemu, kot sesalskemu telesnemu ustroju, saj so okončine postavljene bolj na bok kot pod telo, kar je značilnost sesalcev. S tem so povečali tudi hidrodinamičnost v vodi.

Njihov kožuh je zelo gost in vodoodporen, z gosto podlanko, zato so bili v preteklosti zelo priljubljeni za izdelavo krzna. Čeprav je bil lov na kljunaše prepovedan, so še danes ogrožena vrsta. Gosta dlaka pomaga tudi pri regulaciji telesne temperature, saj so toplokrvne živali, kljub bistveno nižji temperaturi od večine sesalcev, ki se giblje okrog 32 °C. Njihove okončine, kljun in spodnja stran repa niso pokriti z dlako.

Njihova posebnost je tudi biofluorescenčna dlaka. Gre za pojav pri nekaterih sesalcih, za katerega je značilno, da živi organizem absorbira kratke valovne dolžine svetlobe (od sonca ali drugega vira svetlobe) in jih ponovno oddaja kot daljše valovne dolžine svetlobe. Pojav so opazili pri številnih ribah, plazilcih, dvoživkah, pa tudi pticah. Pri sesalcih pa je bil prvi primer biofluorescence dlake pod ultravijolično (UV) svetlobo dokumentiran pri oposumu vrečarju in veverici poletuši, kljunaš pa je prvi predstavnik monotrematov, kjer so opisali podoben pojav. Njegovo biofluorescenco so najprej ugotovili v Prirodoslovnem muzeju v Chicagu, Illinois, ZDA. Pomaga jim pri lovljenju v motni vodi, še posebej ob zori in mraku, ko so najbolj aktivni. Predvideva-

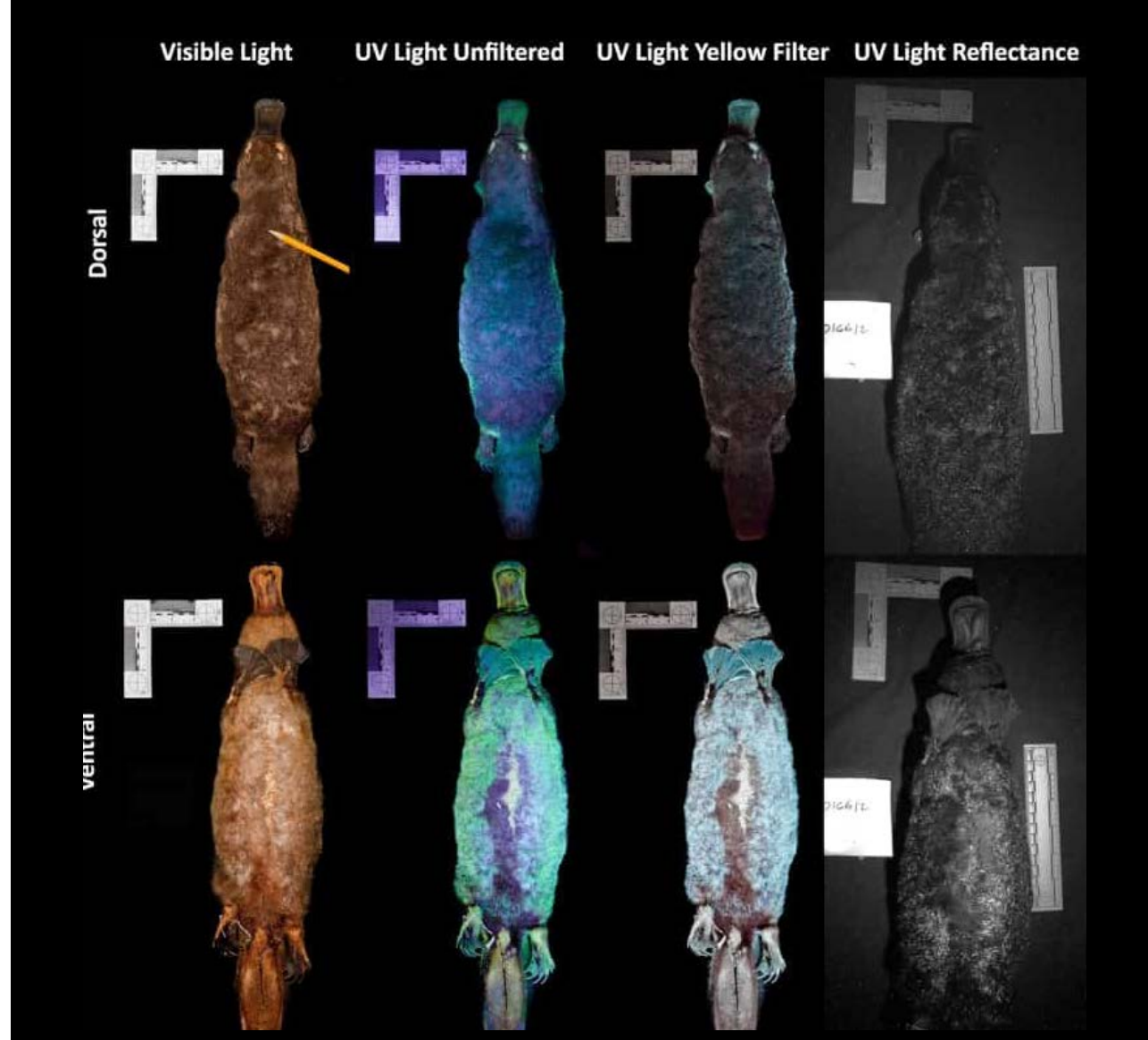


Slika 3. Fotografija kljunaša z vidnim kljunom in nosnicami na vrhu kljuna. Povzeto po (Bino G, 2019).

jo, da gre za mehanizem kamuflaže pred plenilci ali plenom, ki vidijo UV svetlobo ponoči, ker biofluorescenca deluje tako, da UV svetlobo absorbira, namesto, da jo odbije.

Biofluorescenca se razlikuje od bioluminiscence. Biofluorescenca ni kemična reakcija. Biofluorescentne rastline in organizmi, kot opisano, absorbirajo svetlobo nizke valovne dolžine ali zatemnjeno svetlobo, jo transformirajo, nato pa oddajajo svetlobo visoke valovne dolžine, zaradi katere se živali svetijo v temi (običajno zeleno, oranžno ali rdečo). To pomeni, da biofluorescentni organizmi ne oddajajo svetlobe iz lastnega vira energije, prav tako ne gre za kemično reakcijo. Oddana svetloba je popolnoma drugačne barve od tiste, ki jo absorbira. Za razliko od biofluorescence, kjer organizem oddaja svetlobo ob vzbujanju z zunanjim virom svetlobe, bioluminiscenco ustvari kemična reakcija, ki nastane v telesu organizma, ki vključuje dve pomembni molekuli – luciferin kot substrat in luciferazo kot encim. Zato ni potreben zunanji vir svetlobe, kot je sončna svetloba, in ne ustvarja toplote. Kresničke na primer uporabljajo bioluminiscenco za medsebojno komunikacijo. Globokomorska bitja, kot so globokomorske trnkarice, jo uporabljajo za iskanje hrane in privabljanje ali posnemanje plena. Ne glede na to, kako živali zasvetijo, so rezultati obeh pojavov osupljivi in očarljivi.

Oči kljunašev so zelo majhne, imajo okrogle zenice in mrežnico bogato s paličicami, ki so pomembne pri zaznavanju luminiscence, akromatskem ter polarizacijskem vidu.



Slika 4. Samec kljunaša (*Ornithorhynchus anatinus*), ki se nahaja v muzejski zbirki v Tasmaniji, fotografiran pod vidno svetlobo, ultravijolično (UV) svetlobo valovne dolžine 385–395 nm s fotoaparatom z ali brez rumenega filtra za lečo fotoaparata. Na sredinskih fotografijah je vidna modrozeleno ali zelena biofluorescenca valovne dolžine okrog 500 nm. UV absorpcijo označujejo temna področja na skrajni desni sliki (povzeto po Spaeth AP, 2021).

Za razliko od kljunatih ježkov nimajo podkožne maščobe, temveč jo skladiščijo v repu, ki predstavlja 40 odstotkov vse telesne maščobe. Rep je zelo pomemben tudi za plavanje v vodi in jim pomaga pri krmiljenju. Z repom pa naj bi si pomagali tudi pri prenašanju materiala za gradnjo brlogov.

Najbolj prepoznavna anatomska posebnost kljunaša je njegov kljun, ki je gumijast in prekrit s kožo, podobno mehku usnju. Odrasli kljunaši so brez zob, pri drobljenju hrane jim pomaga dentalna plošča. Kljun jim tudi pomaga pri iskanju hrane v blatu v katerega se zarinejo. Kljun ima večje število elektroleptorjev, podobnih elektroleptorjem pri morskih psih in morskih listih ter mehanoreptorje za pritisk. Elektroleptorji omogočajo zaznavo električnih impulzov, ki jih živali oddajajo v vodi in jim pomagajo pri plavanju pod vodo, saj takrat zaprejo oči. Ker je njihov kljun ploščat so receptorji razporejeni po večji površini in tako omogočijo bolj-

še iskanje hrane ponoči. Pri potapljanju poleg oči zaprejo tudi nosnice in ušesa. Potapljajo se pogosto in pod vodo zdržijo tudi do 10 minut. Nosnice imajo na vrhu kljuna, podobno kot jih imajo krokodili, kar jim omogoča dihanje ko so pod vodo.

Kljunaši imajo kratek prebavni trakt in nimajo želodca, zaradi izbrisa zapisa v genomu za razvoj želodca in prebavnih encimov v njem. Zato uživajo hrano, ki se hitro razgradi, hkrati pa nimajo organa za shranjevanje zaužite hrane, zaradi česar vsak dan zaužijejo 30 odstotkov svoje teže in jedo po 12 ur na dan. Del hrane lahko shranijo v bukalnih vrečkah za čas potopa, ki pa jo hitro prežvečijo, ko se vrnejo na površino. Samice v času brejosti in laktacije zaužijejo še več. Njihova prehrana je večinoma sestavljena iz vodnih nevretenčarjev. Odrasli kljunaši uporabljajo s pomočjo majhnih kamenčkov dodatno mehanično »prežvečijo« svojo hrano. Podobno kot ptice in plazilci imajo kloako, kamor se steka-

jo izvodila spolnih žlez, ledvic in v kateri se konča črevesje.

Samice kljunašev izkopljejo rov, v katerega se kasneje izvalijo mladiči. Funkcionalen je le levi ovarij, testisi se pri samcih nahajajo znotraj telesa. V času inkubacije samica spi na izvaljenih jajcih. Za kljunaše je značilno valjenje, skrb za jajca in za mladiče. Čeprav so oviparni, dve tretjini embrionalnega razvoja poteka v maternici. Gestacija traja 21–24 dni in mladiči se izvalijo iz 1–3 jajc. Jajca so okrogle oblike v velikosti grozda, tehtajo 2 g in imajo mehko usnjeno lupino z malo rumenjaka. Kljunaši imajo manj gena za vitelogen kot ptiči in plazilci, zato se mladiči izvalijo bistveno prej in se zato hranijo z mlekom.

Kot večina mladičev, ki se izvalijo iz jajc, se tudi kljunaši izvalijo z jajčnim zobom, ki jim pomaga predreti jajčno lupino. Ob izvalitvi so mladiči goli. Ker samice nimajo seskov, mleko izločajo preko kože, kjer ga mladiči pijejo iz kožnih gub oz. ga sesajo iz materinih dlak. Mleko vsebuje dodatne protimikrobne proteine MLP (iz angl. monotreme lactation protein), ki so značilne za kljunaše, in najverjetneje ščitijo mladiče pred mikrobi, ki se nahajajo na materini koži. Mladiči se z mlekom hranijo štiri mesece, potem izgubijo zobe in se začnejo učiti plavati.

Samci kljunaša so eden izmed redkih primerov strupenih sesalcev. Na zadnji nogi imajo ostrogo, ki je povezana s strupno žlezo. Ob izvalitvi imajo strupeno ostrogo tudi samice, vendar ta sčasoma zakrni. Žleza je modificirana znojnica z izvodilom na poroženeli ostrogi. Količina njihovega strupa se poveča med paritveno sezono. Sam strup ni smrten za človeka, je pa ekstremno boleč. Lahko ubije miši, pse, mačke in druge kljunaše. Vsebuje 83 toksinov in je odporen na protibolečinska sredstva, saj uporablja drugačne signalne poti v celicah, kar je vredno raziskav v prihodnosti z namenom iskanja novih zdravil.

KLJUNATI JEŽEK (družina Tachyglossidae)

Kljunati ježki so kopenske živali, ki spominjajo na večje ježe. Imenujejo jih tudi ehidne (iz angl. echidna). Izraz izhaja iz grške besede Ekhidna, ki je bila v grški mitologija znana kot pol ženska, pol kača.

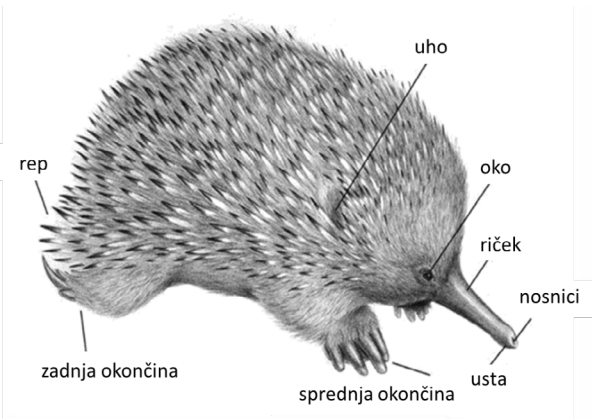
Fosili kljunatih ježkov so redkeje najdeni kot fosili kljunašev, najverjetneje, ker so brez zob, ki se od vseh delov telesa najdlje ohranijo. Prvi fosil izumrlega kljunatega ježka, ki so ga našli, je bil *Megalibgwil-*

ia robustus, iz obdobja Miocena, ostali najdeni fosili pa so iz obdobja Pleistocena in vključujejo izumrlo vrsto *Zaglossus hacketti*, ki je v dolžino meril tudi do 1 m. Nekateri menijo, da se je kljunati ježek razvil šele nedavno iz kljunašu podobnega prednika, kar dokazuje dejstvo, da imajo zelo podoben lokomotorni sistem, strupeno ostrogo in rilček, ki je pri embriih zelo podoben odraslemu kljunu pri kljunašu. Poleg tega imajo tudi kljunati ježki sposobnost elektroleptacije na rilčku, čeprav manj razvito kot pri kljunaših.

Novogvinejski dolgorili kljunati ježki (*Zaglossus attenboroughi*, *bartoni*, *bruijnii*) so relativno veliki stokovci, ki lahko kot odrasli tehtajo do 17 kg, zrastejo do 40 cm in živijo 10 let, v ujetništvu tudi dvakrat dlje. Kot vodni sesalec, je kljunati ježek omejen na območja s stalnimi vodotoki na območju vzhodne obale Avstralije in v Tasmaniji.

Poznamo dva rodova in štiri vrste kljunatih ježkov, ki se med seboj razlikujejo po dolžini telesa, dolžini rilčka in področju njihovega habitata. Kratkorile kljunate ježke (*Tachyglossus aculeatus*) najdemo v najbolj raznolikih habitatih od snežnih področij jugovzhodne Avstralije pa vse do tropskih nižin Nove Gvineje. Med kratkorile kljunate ježke spadajo tudi nekatere podvrste, specifične za določena območja. Dolgorile kljunate ježke (rod *Zaglossus*, vrste *Z. attenboroughi*, *Z. bruijnii* in *Z. bartoni*) pa najdemo v raznolikih habitatih Nove Gvineje. Vrste tega redu so si med seboj različne, kar je verjetno posledica izbire različnih habitatov. *Z. bruijnii* najdemo samo v zahodnem delu Nove Gvineje, *Z. bartoni* v centralni in zahodni Novi Gvineji. Vrsti se med seboj razlikujeta po številu krempljev na sprednji nogi. *Z. bartoni* jih ima pet, *Z. bruijnii* pa običajno tri. Čeprav so dolgorili kljunati ježki omejeni na območje Nove Gvineje, so včasih poseljevali tudi območje Avstralije, čemur pričajo kamnite poslikave Aboriginov. Še nedavno so znanstveniki mislili, da je *Zaglossus* izumrl v obdobju pleistocena, nakar pa so našli ostanke primerka, ki je živel še v 20. stoletju v odročni regiji Avstralije.

Imajo majhno glavo z podolgovatom, zašiljenim cevastim smrčkom (rilčkom) brez zob, s keratinskimi ploščami, ki je prilagojen iskanju malih nevretenčarjev, kot so črvi in ličinke žuželk, medtem ko je avstralski kratkorili kljunati ježek (*Tachyglossus aculeatus*) razvil preferenco do mravelj in termitov. Pri tem jim pomaga tudi 18 cm dolg lepljiv jezik, na katerega se ulovijo mravlje in termiti. Rilček sestavlja koža, hrustančno in kostno tkivo. Tako kot kljunaši imajo na konici rilčka elektroleptorje in mehanore-



Slika 5. Morfologija kratkorilega (*Tachyglossus aculeatus*) in dolgorilega kljunatega ježka (*Zaglossus bruijnii*) (prirejeno po Aguee ML, 2006).



receptorje. Imajo majhne oči in ušesa, njihov voh pa je dobro razvit.

Pokrivajo jih ostre bodice iz keratina, ki so pritrjene na kožo, in jih ni mogoče izpuliti, kot na primer pri ježevcu, in goste dlake, ki jih ščitijo pred nizkimi temperaturami. Imajo nižjo telesno temperaturo kot ostali sesalci, in sicer okoli 30 °C. Ta lahko čez dan niha za kar 6–8 °C. Ker se ne znojijo, iščejo ob višjih temperaturah hladna zatočišča ali pa gredo v vodo. Ostre bodice se nahajajo povsod, razen po trebuhu in okončinah in jim služijo za obrambo in ko so ogroženi se lahko, podobno kot naši ježki, zvijejo v kroglo s pomočjo mišice *m. panniculus carnosus*. Pod mišico je debela plast maščobe, ki jo imenujemo *panniculus adiposus*.

Njihove noge so izredno močne in imajo štiri močne kremplje, ki omogočajo, da se zakopljejo v zemljo. V pomoč pri kopanju so jim tudi nazaj obrnjene zadnje okončine. Dobro tudi plavajo, plezajo in se kar hitro premikajo na krajše razdalje. Najbolj so dejavni v mraku in ponoči. Sposobni so hibernacije ob mrzlem vremenu ali pomanjkanju hrane od 6 do 28 tednov. Takrat se njihova telesna temperatura spusti na 12 °C.

Imajo enovotlinski želodec z visokim pH-jem, kemična prebava pa poteka tudi v tankem črevesju. Črevesje se skupaj z izvodili izloča in reproduktivnih organov zaključijo v kloaki.

Sposobni so močno koncentrirati urin. Njihova moda se nahajajo za ledvicami. Samci imajo 4-glavi penis, ki je dolg 7 cm, vendar pri parjenju uporabljajo le dve izmed glav, ki jih izmenjujejo. Imajo 5 parov spolnih kromosomov 5X in 5Y. Samice 5 parov X kromosoma in samci 5X in 5Y. Pri parjenju kljunati ježki oblikujejo tako imenovan »echidna train«, s samico na čelu, kateri sledi 10 samcev, da

samica izbere svojega partnerja za razmnoževanje. Samice so oviparne in ležejo jajca, imajo funkcionalna oba jajčnika. Samice tri tedne po parjenju izvalijo jajce v lepljivo vrečo na trebuhu, ki se razvije v času parjenja. Mladiči se izvalijo v 10 dneh in ostanejo v vreči do 55 dni in tam pijejo mleko. Podobno kot kljunaši nimajo seskov, mleko se v kapljicah izloča na kožo. Mleko podobno kot pri kljunaših vsebuje protimikrobne učinkovine.

Samci in samice kljunatih ježkov imajo na zadnji okončini ostrogo. Na njej je izvodilo žleze, ki leži pod njo in izloča voskast sekret, ki ni strupen in je bogat s feromoni, njegova količina pa se poveča v času parjenja, ki je sezonsko. Ker imata oba spola ostrogo, moda so pri samcih v trebušni votlini, mlečne žleze pri samicah pa odsotne, je težko ločiti spol pri kljunatih ježkih. Najbolj zanesljiva metoda je palpacija penisa v kloaki, kar pa je mogoče narediti, ko je žival v splošni anesteziji.

REM SPANJE PRI KLJUNAŠIH IN KLJUNATIH JEŽKIH

Spanec pri sesalcih na grobo razdelimo v REM (iz angl. rapid eye movement) in non-REM (iz angl. non rapid eye movement) fazo. NREM faza nastopi na začetku spanca. V tej fazi se zmanjša tonus in aktivnost mišic, dihanje je enakomerno in napetost EEG-ja se poveča. V REM fazi je kortikalni EEG nizkonapetosten in se praktično ne razlikuje od EEG v budnem stanju. Samo dihanje je neenakomerno.

Zaradi študije spanja pri kljunatemu ježku, je dolgo časa veljalo, da stokovci nimajo REM faze spanja in je to novejša pridobljena lastnost sesalcev, ki se je razvila po samem začetku evolucije sesalcev. Nova študija kljunašev je dokazala, da se med spanjem pojavi hitro premikanje oči in trzanje vratu, kljuna in glave. Prav tako imajo globok spanec, iz katere-

Parameter	KRATKORILI KLJUNATI JEŽEK	DOLGORILI KLJUNATI JEŽEK	KLJUNAŠ
Telesna teža (kg)	2-7	samci 5,9-8 samice 7,4-9,8	samci 1-3 samice 0,7-1,8
Življenjska doba (leta)	do 50	do 31	do 21
Srčni utrip (udarci/min)	mirovanje: 50-68 aktivnost: 135-145		140-230
Krvni pritisk (mm Hg)	132/96		
Število vdihov/ minuto	5-6		20-50
Telesna temperatura	28-33	27-32	29-34
Teža NO/telesna teža (mm/kg)	40		257
Glukokortikoidi (mg/dl)	0,1		15
Kortizol (mg/dl)	0,07		5,4
Aldosteron (mg/dl)	0,54		nizek

Tabela 2. Izbrani fiziološki parametri za kljunate ježke in kljunaše (povzeto po Holz P, 2015).

ga se težko prebudijo. Sami kortikalni EEG med njihovo REM fazo so bili zmerni do visokonapetostni, kar sicer ni značilno za to fazo, ampak je podobno non-REM fazi. Je pa sama REM faza prepoznavna po trzanju telesa, izgube fiziološke sinusne aritmije in neenakomerni frekvenci dihanja, ki se poveča ob vdihu in zmanjša ob izdihu in aktivaciji možganskega debla. Sama faza naj bi trajala do 8 ur. Za primerjavo pri človeku ta traja 1,5 ur. Po tem je njihov vzorec spanja zelo podoben mladičem sesalcev. Ker imajo stokovci dolg samostojen evolucijski razvoj ločen od vrečarjev in sesalcev, lahko sklepamo, da REM spanje izvira pred samim pojavom sesalcev in naj bi imelo izvor iz plazilcev.

Samo razliko med gibanjem telesa v REM fazi kljunatega ježka in kljunašev pojasni njihovo okolje v katerem spijo. Kljunaši spijo v rovinah in so relativno zaščiteni pred plenilci, medtem ko so kljunati ježki veliko bolj izpostavljeni. Samo trzanje njihovih konic bi pomenilo veliko tveganje, da postanejo plen, ko so najbolj ranljivi. Vendar pa imata obe vrsti izražene visokonapetostne EEG valove, kar nakazuje na REM fazo spanja.

VIRI IN LITERATURA

Anich PS, Anthony S, Carlson M, Gunnelson A, Kohler AM, Martin JG, Olson ER. Biofluorescence in the platypus (*Ornithorhynchus anatinus*). *Mammalia* 2021; 85(2): 179–81.
Augée ML, Gooden B, Musser A. Echidna: Extraordinary Egg-laying Mammal. 2006. Csiro Publishing, Collingwood, Avstralija.
Bino G, Kingsford RT, Archer M et al. The platypus:

evolutionary history, biology, and an uncertain future. *J Mammal* 2019; 100(2): 308–27.
Flannery TF, Rich TH, Vickers-Rich P, Ziegler T, Veatch EG, Helgen KM. A review of monotreme (Monotremata) evolution. *Australasian J Palaeontol* 2022; 46 (1):3–20.
Holz P. Monotremata (Echidna, Platypus). *Fowler's Zoo Wild Anim Med* 2015; 8: 247–55.
Phillips MJ, Bennett TH, Lee MS (2009). Molecules, morphology, and ecology indicate a recent, amphibious ancestry for echidnas. *PNAS* 2009; 106(40): 17089–94.
Reinhold LM, Rymer TL Helgen KM, Wilson DT. Photoluminescence in mammal fur: 111 years of research. *J Mammal* 2023; 104(4):892–906.
Reinhold L. Fluorescent forests: of mushrooms and marsupials. *Queensland Mycol* 2020; 15: 5–12.
Rismiller P, Semour R. The Echidna. *Scientif Ameri* 1991; 264(2):96–103.
Siegel JM, Manger PR, Nienhuis R, Fahringer HM, Pettigrew JD. Monotremes and the evolution of rapid eye movement sleep. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 1998; 353(1372): 1147–57.
Weisbecker V, Beck R. Marsupial and monotreme evolution and biogeography. In: *Marsupials and Monotremes* Editors: Klieve A, Hogan L, Johnston S, Murray P. 2015; 1–29.
Wong ES. Echidna venom gland transcriptome provides insights into the evolution of monotreme venom. *PLoS One* 2013; 8(11): 1–7.
Zhou Y, Shearwin-Whyatt L, Li J al. Platypus and echidna genomes reveal mammalian biology and evolution. *Nature* 2021; 592:756–62.

ENDOSKOPSKA UMETNA OSEMENTEV OVC

Avtorja: Lara Puc, študentka Veterinarske fakultete in prof. dr. Jože Starič, dr. vet. med., Klinika za reprodukcijo in velike živali, Veterinarska fakulteta, Univerza v Ljubljani

IZVLEČEK

Pri rejji ovc se stroka poslužuje različnih asistiranih reprodukcijskih tehnik, z namenom doseganja boljših reprodukcijskih parametrov in večjega odstotka uspešnih oploditev, s tem pa posledičnega povečanja same proizvodnje. Hkrati asistirana reprodukcija predstavlja zaščito pred prenosom kužnih bolezni. Do pričetka uporabe endoskopske umetne osemenitve je veljalo, da uporaba zamrznjenega ovnovnega semena pri klasičnih postopkih umetne oploditve ovc ne prinaša zadovoljivih rezultatov, saj je bil odstotek uspešnosti oploditve med 25 in 45 %. Rešitev tega problema je prinesla endoskopska umetna oploditev, ki je intrauterina metoda osemenitve in vključuje sinhronizacijo estrusa ter enkratno, časovno določeno osemenitev ovce z uporabo manjšega, minimalno invazivnega kirurškega posega. Operater operira z laparoskopom, togim optičnim pripomočkom, ki ga uvede skozi trebušno steno. To omogoča operaterju, da natančno locira reproduktivni trakt in nato vbrizga seme v lumen vsakega materničnega roga. S to tehniko namreč obide maternični vrat ovce, ki je ozek in zavrt, ter predstavlja oviro pri klasičnih tehnikah umetne osemenitve. Pri endoskopski umetni osemenitvi je za uspešno oploditev potrebna bistveno manjša količina semena kot pri osemenjevanju preko materničnega vratu, največkrat pa se poslužujejo uporabe odmrznjenega semena, ki je bilo predhodno hranjeno v tekočem dušiku. Na ta način se ob pravilni izvedbi postopka odstotek uspešnih oploditev giblje med 60 in 80 %. Za pravilno izvedbo posega pa je za razliko od klasičnih postopkov umetne osemenitve potrebne veliko več specializirane opreme, strokovno znanje, daljše pa je tudi samo trajanje postopka. Prav zaradi slednjih dejstev se endoskopska umetna osemenitev v Sloveniji še ni uveljavila kot rutinska, jo pa aktivno opravljajo na Kliniki za reprodukcijo in velike živali, med tem ko se te metode za umetno osemenjevanje vsakodnevno poslužujejo v Avstraliji (Sathe S. R., 2018).

Ključne besede: endoskopska osemenitev; umetno osemenjevanje; reprodukcija; drobnica

1 POMEN ENDOSKOPSKE UMETNE OSEMENTEV

Endoskopska umetna osemenitev prinaša veliko prednosti v vzreji ovc, predvsem s stališča selekcije. S tovrstnim načinom osemenjevanja se namreč močno poveča genetski spekter, saj je zaradi novodobnega načina transportiranja mogoča uporaba semena geografsko bolj oddaljenih samcev. Zaradi te možnosti lahko rejci na podlagi lastnosti svojih ovc in karakteristik plemenskih samcev izberejo ustrezno seme glede na proizvodne lastnosti, ki jih želijo doseči. Poleg tega je pomemben aspekt endoskopske umetne osemenitve zdravstveno varstvo drobnice pred spolno prenosljivimi

bolezni. Pri tem načinu osemenjevanja se namreč poslužujejo uporabe predhodno analiziranega, kakovostnega semena, ki prihaja od preverjenih samcev, testiranih na določene bolezni. Sam postopek je za živali manj stresen od klasičnih tehnik umetnega osemenjevanja in predstavlja minimalno poseganje v organizem, hkrati pa ob ustreznih izkušnjah operaterja omogoča natančno, hitro in nebolečo izvedbo. Kljub nekaterim tveganjem, ki jih prinaša endoskopska umetna osemenitev ovc, pa poseg odtehta potencialne probleme zaradi visokega nivoja skrbi za dobrobit živali. Ovce so namreč tekom posega sedirane, zato se ne zavedajo dogajanja v svoji okolici, z uporabo analgetikov pa jim omilijo tudi zaznavanje bolečine. Po posegu ov-

cam aplicirajo še protivnetna zdravila in po potrebi antibiotike, s čemer preprečijo okužbe in razvoj vnetja. Živali so takoj po posegu vrnjene k svojemu tropu, kar je pri ovcah zaradi močnega črednega nagona še posebej pomembno. Uveljavljanje postopka v Sloveniji torej močno pripomore k doseganju višjega nivoja skrbi za dobrobit in zdravstveno varstvo živali, hkrati pa predstavlja pomemben mejnik v razvoju ovčjereje in z njo povezane veterinarske medicine.

2 PREDNOSTI IN SLABOSTI ENDOSKOPSKE UMETNE OSEMENTEV OVC

Endoskopska umetna osemenitev ovc ob pravilni izvedbi prinaša boljši in hitrejši selekcijski napredek, saj je odstotek uspešnih oploditev z intrauterino metodo višji od klasičnih tehnik umetnega osemenjevanja. Ker pri tovrstni metodi najpogosteje uporabljajo zamrznjeno seme, to omogoča osemenitev veliko večjega števila ovc s semenom enega plemenjaka, saj za uspešno oploditev zadostuje že 20 do 25 milijonov živih spermijev, med tem ko je za klasično vaginalno oploditev potrebnih približno 400 milijonov, za trans-cervikalno oploditev pa 100 do 200 milijonov živih spermijev. Prav tako lahko uporabijo seme plemenjaka, ki je geografsko oddaljen, saj se zamrznjeno seme lahko transportira. Sam postopek omogoča vizualizacijo in natančen vpogled v reprodukcijski trakt, zato lahko izkušen operater opazi morebitne nepravilnosti ali odstopanja, prav tako pa se lahko prepriča o uspešnosti sinhronizacije reprodukcijskega ciklusa, saj so maternica in maternična rogova v estrusu močnejše prekrvavljeni in fiziološko povečani. Pravilno izveden postopek omogoča natančno aplikacijo semena v vsakega izmed materničnih rogov z minimalnim poseganjem v žival, kar je tudi manj stresno za živali. Slaba stran endoskopske osemenitve ovc je velika količina potrebne specializirane opreme, ki jo je treba vzdrževati. Za poseg mora biti osebje ustrezno usposobljeno, operater pa mora biti pri delu zelo natančen in previden. Sam postopek zahteva več predpriprave in ga je potrebno izvajati v čistem okolju, prav tako pa je za razliko od klasičnih tehnik umetnega osemenjevanja nekoliko bolj dolgotrajen in je pri izvajanju potrebnih več pomočnikov.

3 POTREBNA SPECIALIZIRANA OPREMA

Poleg osnovne opreme za pripravo ovc na poseg, kot so na primer britvice, vedro čiste vode in mila ter razkužilo, je za endoskopsko osemenitev potrebne tudi nekaj specializirane opreme, ki mora



Fotografija: osebni arhiv

biti po vsakem posegu skrbno očiščena in sterilizirana. V trebušno steno se uvede posebna igla, imenovana Veresova igla, preko katere trebušno votlino za boljšo vizualizacijo insuflirajo z zrakom. Za to je potrebna enota za vpihovanje zraka. Za zagotovitev idealnega trebušnega tlaka je mogoče uporabiti enoto za insuflacijo zraka medicinske kakovosti z rezervoarjem za ogljikov dioksid, vendar je oprema draga in okorna za premikanje, zlasti pri izvajanju tega postopka na terenu, poleg tega pa je hitrost insuflacije sorazmerno počasna, kar podaljša sam kirurški postopek. Namesto tega je možna uporaba komercialnega sistema vakuumske črpalke, kar omogoča, da se poleg ogljikovega dioksida za insuflacijo lahko uporabljajo tudi drugi alternativni plini, kot je medicinski ali sobni zrak. Slabost uporabe sobnega zraka je, da je uporaba v prašnem okolju tvegana zaradi nevarnosti peritonitisa. Stopnja insuflacije je pri takem načinu vpihovanja zraka subjektivna in temelji na perkusiji trebuha in stopnji napihnjenosti. Za prebadanje trebušne stene je potreben oster kovinski inštrument, imenovan trokar. Skozi nastali odprtini nato uvedejo opremo za vizualizacijo notranjosti trebušne votline; lapa-



roskop, video kamero z ekranom ter vir svetlobe. Priporočljiva je tudi kirurška oprema za laparotomijo v primeru zapletov ali perforacije organov med samim postopkom. Za samo osemenitev je potrebna še oprema za procesiranje zamrznjenega semena ter vodila in inštrumenti za aplikacijo semena v maternična rogova. Za fiksacijo ovc je potrebno posebno stojalo, ki omogoča namestitve živali v Trendelenburgov položaj, kar pomeni, da ovca leži v previsni legi z glavo navzdol in zadnjima nogama navzgor. Priporočljiva je uporaba aluminijastih stojal, saj so ta lažja in bolj uporabna pri delu na terenu.

4 POSTOPEK ENDOSKOPSKE UMETNE OSEMENITVE

4.1 SEDACIJA IN PREMEDIKACIJA

Za blago sedacijo ovc se najpogosteje poslužujejo uporabe alfa-2-agonistov (ksilazin) ali trankvilantov (acepromazin), možna pa je tudi uporaba opioidov (butorfanol), ki sicer zagotovijo še dodatno analgezijo, vendar ne dosežajo enake stopnje sedativnega učinka, kar pri živalih povzroča stres ob dajanju v Trandelenburgov položaj. Dodatno se aplicira še protivnetna zdravila (flunixin meglumin), dolgotrajajoče antibiotike ter subkutano lokalni anestetik (lidokain) na mesto, kjer se kasneje uvede trokar.

4.2 PREDOPERATIVNA PRIPRAVA

Ovco osamijo, aplicirajo sedative in počakajo na ustrezno stopnjo sedacije – stupor, pri katerem se ovca ne zaveda svoje okolice, vendar se še vedno odziva na bolečino. Ko je ta zadovoljiva, živali obrijejo ventralni del abdomna od mlečne žleze in kranialno do popka. Obrit predel temeljito umijejo s čisto vodo in milom ter razkužijo z alkoholom. Ovco šele nato premaknejo v stojalo in namestijo v Trandelenburgov položaj, saj je zaradi pritiska trebušnih organov na pljuča priporočljivo, da je ovca v tem položaju čim krajši čas. Pri tem noge fiksirajo z jermeni in pokrijejo glavo. Na obritem področju določijo kirurško polje, kjer bodo trebušno steno prebodli s trokarjem in to mesto označijo z alkoholnim flomastrom. Predel se navadno določi na vsaki strani trebuha, približno eno dlan v kranialni smeri od mlečne žleze in ob levi in desni mlečni ter površinski epigastrični veni. Mesto je lahko medialno ali lateralno od ven, izbira pa je odvisna od želje kirurga in velikosti ovce. Pri večjih živalih je bolj priporočljiv medialni pristop, saj je trebuh večji in se ob insulaciji z zrakom še poveča, pri manjših živalih pa se poslužujejo lateralnega pristopa. Ko sta mes-

ti izbrani in ustrezno označeni, aplicirajo lokalni anestetik subkutano v označeno področje.

4.3 OPERATIVNI POSTOPEK

Skozi označeno mesto uvedejo Veresovo iglo, na katero je pritrjena enota za vpihovanje zraka, in zadostno napolnijo trebušno votlino z zrakom. Pri tem morajo biti pozorni, da ne bi napihovali vampa ali podkožja. Ko dosežejo zadovoljiv pritisk v trebušni votlini, na obeh straneh s kovinskim trokarjem previdno prebodejo trebušno steno. Skozi odprtino nato vstavijo enoto s kamero in virom svetlobe na eni in operativni endoskopski inštrument na drugi strani. Operater tako operira z obema rokama. Preko kamere in ekrana poišče maternico in maternična rogova, ki sta ob ustreznem odgovoru na sinhronizacijo estrusa praviloma polnokrvna in nekoliko povečana. Ko je reproduktivni trakt vizualiziran, operater skozi odprtino za operativni inštrument vstavi laparoskopsko pištolo, v kateri je semenska slamica z odtajanim semenom. Ta inštrument nato nastavi na področje velike krivine materničnega roga in z odločnim, sunkovitim gibom prebode maternični rog ter aplicira polovico semena v en in polovico semena v drug maternični rog. Iglo s semenom mora zabosti dovolj globoko, da prepreči uhajanje semena v trebušno votlino, to pa lahko doseže tudi tako, da pred izvlekom igle iz materničnega roga v brizgi ustvari podtlak tako, da bat brizge nekoliko izvleče in s tem semenu prepreči uhajanje iz brizge med prehodom od enega k drugemu materničnemu rogu. Po opravljenem postopku operater preveri, ali je kje v trebušni votlini čezmerna krvavitev ali celo raztrganina organov, nato pa odstrani inštrumente iz trebušne votline. Zrak se pri tem izprazni iz trebuha, pomočniki pa ovco premestijo v vodoravni položaj. V nekaterih primerih se priporoča zapiranje ran s šivalnim materialom, česar pa se v praksi ne poslužujejo redno, saj gre za majhne rane ki se hitro zacelijo same, zato nanje zgolj nanesejo pršilo za rane na osnovi aluminija, brez dodatka antibiotika.

5 ZAPLETI PRI ENDOSKOPSKI UMETNI OSEMENITVI

5.1 PERFORACIJA ORGANOV

Pri neustreznem in slepem uvajanju Veresove igle ali trokarjev skozi trebušno steno se lahko zgodi perforacija spodaj ležečih trebušnih organov. Anatomsko gledano so to sečni mehur, vijuge tankega in slepo črevo ter kavdalni del vampa. Da bi se izognili perforaciji katerega izmed naštetih

organov, je pomembno, da živalim pred posegom umaknejo krmo in vodo ter izpraznijo sečni mehur. Pomembna je tudi ustrezna insuflacija trebušne votline ter pravilno uvajanje trokarjev skozi trebušno steno. Če le te uvajajo preveč kranialno, lahko pride do perforacije kavdalne vampe vreče, preveč medialno pa lahko vbodejo mlečno veno, sečni mehur ali perforirajo slepo in tanko črevo. Priporočljiva je uporaba manjših trokarjev, saj se te lažje vstavi skozi trebušno steno. Večji trokarji namreč ustvarijo precejšen upor in posledično je za prebadanje potrebna večja sila, s tem pa se poveča tveganje za predrtnje trebušnih organov. En izmed prvih znakov perforacije gastrointestinalnega trakta je vonj po metanu in zeleno-rumena vsebina na trokarju, pri perforaciji sečnega mehurja pa se v trebušni votlini pojavi večja količina tekočine s krvjo.

5.2 SUBKUTANI EMFIZEM

Pri večjih živalih s širokim obsegom trebuha obstaja tveganje za nastanek podkožnega emfizema, če so trokarji nameščeni preveč lateralno. Pri tem se namreč trokar ujame med različne plasti trebušne stene in zrak se namesto v trebušno votlino insuflira v podkožje živali. Če se to zgodi, je potrebno vpihovanje zraka takoj prekiniti, odvečni zrak pa nežno iztisniti iz podkožja skozi mesto reza. V kolikor se je nabrala znatna količina zraka, je najbolje mesto vboda zašiti ter narediti nov vbod.

5.3 PERITONITIS IN SEPSA

Ob perforaciji organov pride do kontaminacije trebušne votline z vsebino iz gastrointestinalnega trakta ali s sečem iz sečnega mehurja. Pri tem pride do draženja tkiva in posledičnega vnetja, ki se lahko razvije v hud peritonitis in sepsa. Peritonitis pa se lahko pri manjšem odstotku živali razvije tudi brez predhodne perforacije organov, zaradi neupoštevanja osnovnih načel asepse in površnega čiščenja inštrumentarija med posameznimi posegi.

6 ZAKLJUČKI

Endoskopska umetna osemenitev ovc prinaša dobre rezultate, saj močno poveča odstotek uspešnih osemenitev z zamrznjenim semenom;

V Sloveniji ta način asistiran reprodukcije pri ovcah še ni splošno uveljavljen, vendar imamo inštitucije, ki so za tovrstne posege ustrezno usposobljene in imajo potrebno specializirano opremo;

Postopek je ob pravilni izvedbi minimalno invaziven in živalim ne predstavlja dodatnega stresa, saj so med posegom sedirane;

Za strokovno izvedbo je potrebna specializirana oprema, ki predstavlja veliko finančno investicijo, ustrezno izurjeno osebje ter obsežna predpriprava; Pri posegu so možni blažji in hujši zapleti, ki lahko povzročijo podaljšanje kirurškega postopka ali celo smrt živali.

Posebna zahvala gre doc. dr. Primožu Klincu, dr. vet. med., ter Kliniki za reprodukcijo in velike živali, ki so mi omogočili aktivno sodelovanje pri endoskopskih osemenitvah ovc ter dovolili uporabo slikovnega gradiva.

VIRI IN LITERATURA

- Ptaszynska M. Compendium of animal reproduction. Intervet International, 2002: 132–34
- Kukovics S., Gyoker E. Artificial Insemination of Sheep - Possibilities, Realities and Techniques at the Farm Level. In: Manafi M., eds. Artificial Insemination in Farm Animals. Rijeka, Croatia. InTech, 2011: 27–33
- Sathe S. R. Laparoscopic Artificial Insemination Technique in Small Ruminants – A Procedure Review. Front. Vet. Sci. 2018: 1–8 doi: 10.3389/fvets.2018.00266 <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2018.00266/full> (07.03.2023)
- Evans G, Maxwell W. Salamon's Artificial Insemination of Sheep and Goats. Sydney: Butterworths 1987: 154–9

Za zaščito pred zajedavci izberite Krkine učinkovite rešitve.

od UHLJA do REPA.com

Easy to Give
isfm Approved



Milprazon®
CHEWABLE

FYPRYST®
combo



Deluje na
črevesne gliste, trakulje in srčno glisto.



Deluje na
bolhe, razvojne oblike bolh, klope in uši.

KRKA

Pred uporabo natančno preberite navodilo!
O tveganju in neželenih učinkih se posvetujte z veterinarjem ali s farmacevtom.

REJA JAKOV

Avtorja: Ana Korenč, študentka Veterinarske fakultete in prof. dr. Jože Starič, Klinika za reprodukcijo in velike živali, Veterinarska fakulteta, Univerza v Ljubljani

IZVLEČEK

Udomačen jak ali latinsko *Bos grunniens* izvira iz divjega jaka (*Bos mutus*). Divji jak je večji in težji od udomačenega, vendar pa ga nekateri ne priznavajo za ločeno vrsto. Je govedu podoben sesalec z dolgim kožuhom in kratkimi nogami in je zaradi svojih fizičnih karakteristik sposoben preživetja na visoki nadmorski višini v težkih podnebnih razmerah. Domestikacija jakov naj bi segala 4500 let nazaj in je bila esencialna za naselitev ljudi na tibetansko planoto. Uporabljajo ga za meso, mleko, dlako in gnoj. Obnesejo pa se tudi kot transportne živali. (1,2)

Ključne besede: jak; tibetanska planota; prehrana; reprodukcija; uporaba.

FIZIČNE KARAKTERISTIKE

Domači jak je manjši od divjega. Samci tehtajo od 350–580 kg, samice pa od 225–255 kg. Krzno je grobo in dolgo, pokriva tudi rep. V divjini najdemo predvsem jake črno do temno rjave barve, ki jih ščiti pred močno sončno radiacijo, hkrati pa maksimalno vpije toploto. Predstavniki udomačenih živali pa se pojavljajo v veliko različnih barvnih kombinacijah in odtenkih. Poleg tega imajo udomačeni jak širše parklje in nekoliko krajše noge, rogove pa ni tako močno kot pri divjih živalih ali pa ga živali sploh nimajo. (3,4)

Da bi bila izmenjava kisika kar se da učinkovita in s tem pljučna kapaciteta večja, imajo jak 14 parov tankih reber, ki so precej narazen. Tudi sapnik ima hrustančne obročke nekoliko bolj razmaknjene. Hemoglobin ima zelo visoko afiniteto do kisika, poleg tega pa je pri teh sesalcih čez celo življenje prisoten tudi fetalni hemoglobin, za katerega je značilna še večja afiniteta do kisika. Višja afiniteta hemoglobina za kisik je najverjetneje posledica zamenjave valina na 135 mestu v drugi beta verigi hemoglobina. (3) V Tibetu so temperature konstantno nizke. Povprečna zmerjena letna temperatura naj bi bila le -4 °C, zimske temperature pa se spustijo do -40

°C zato je ohranjanje toplote bolj pomembno kot njeno oddajanje. S tem namenom imajo jak kratke noge in vrat, majhna ušesa in majhno razmerje med površino in volumnom telesa. V koži imajo nefunkcionalne apokrine žleze, razen na smrčku, dobro pa so razvite mišice za piloerekcijo. Zaradi teh prilagoditev na mraz jak kaže znake toplotnega stresa že pri 13 °C. (3,5)

PREHRANA

Jak svoj dnevni obrok pokrije s pašo. Poleti je to enostavnejše, saj je paše v izobilju. Takrat se prehranjuje s travami, šaši in zelmi, napajajo pa se v bližnjih rekah. Poleti je čas paše lahko podaljšan in se živali pasejo tudi do polnoči. Pozimi pa je situacija precej otežena. Rastlinja je zelo malo, velikokrat popasejo tudi razne mahove in lišaje. Živali uporabijo parklje, rogove in smrčke za odkopavanje rastlin pokritih z debelo plastjo snega. Navadno se jak izogibajo zaužitju strupenih rastlin, vendar pa pozimi večkrat pride do zastrupitev zaradi pomanjkanja krme. V mrzlih mesecih svoje potrebe po vodi pokrijejo z lizanjem snega. (1)

Jaki zaradi manjšega volumna vampa zaužijejo manj krme kot govedo. Z dodajanjem koncentratov lahko izboljšamo produkcijo in zagotovimo ohranjanje telesne mase ob revni paši. Dodatek metionina živalim v laktaciji je povišal zaužitje suhe snovi in prirejo mleka, poleg tega pa je to mleko vsebovalo več mlečnih beljakovin. Z dodajanjem glutamina pa je prišlo do hitrejše rasti živali, ki so prej počasneje rastle. Velikokrat pa so zabeležena tudi pomanjkanja soli, bakra in molibdena. (1)

REPRODUKCIJA

Jaki se gonijo sezonsko in na njihov reproduktivni cikel močno vplivajo okoljski dejavniki. Sezona parenja doseže vrh od julija do avgusta, saj je takrat temperatura v primerjavi z drugimi meseci višja in imajo živali več paše. Znaki pojatve niso tako očitni kot pri govedu, spolni cikel pa traja 20 dni. Samice v tem obdobju manj jejo, so bolj živahne in občasno



<https://www.coniferousforest.com/wild-yak.htm>

naskakujejo druge samice v čredi. Na reproduktivsko aktivnost jakov pa poleg količine trave za pašo vpliva tudi nadmorska višina in zemljepisna širina. Višja temperatura pozitivno vpliva tudi na kvaliteto semena pri samcih, ki med mesecem julijem in septembrom doseže najvišjo kvaliteto, kvantiteto in gibljivost spermijev. (1,3)

Živali spolno dozori pri starosti 3–4 leta, vendar pa so plemensko zrele šele pri 6–7 letih. Samica je breja 258–270 dni in ima po navadi od 4 do 5 telet v celem življenju. Abortusi in mrtvorojenost se pojavljata v 5 do 10 %, katerih razlogi niso znani. Jaki so živali z visokim procentom naravne oploditve, 78 % samic je bregov po prvem zaskoku, 15 % po drugem in 7 % po tretjem. (1,3)

UPORABA JAKOV

Jaki igrajo pomembno vlogo v življenju ljudi na tibetanski planoti. Zaradi zelo težkih življenjskih razmer na nadmorski višini od 3000 m do 5400 m, kjer je zelo nizka vrednost kisika, so nizke temperature in je na voljo zelo malo trave za pašo, ni možnosti vzreje navadnega goveda. Domačini jake uporabljajo za transport, meso, mleko in mlečne izdelke, usnje, dlako in gnoj. (1)

V tradicionalni vzreji jakov se te le pasejo in ne dobivajo dodatne krme. Zaradi tega pozimi zgubijo do 25 % telesne mase in posledično je zmanjšan prirast. Da bi se temu izognili, so se odločili da jake pri koncu pitanja postopoma dohranjujejo in tako izboljšajo produkcijo. Meso jakov vsebuje več beljakovin, esencialnih aminokislin, maščobnih kislin in mineralov, manjša pa je vsebnost maščob. (1,3) Mleko jakov je bolj hranljivo od kravjega mleka. Vsebnost maščob variira med 5.5 in 7.5 %, vsebnost beljakovin je med 4,9 in 5,9 %, delež laktoze pa je

4.0–5.9 %. Mleko predelajo v maslo in sir, ki sta zaradi pomanjkanja sadja in zelenjave ter druge hrane pomembna za prehrano ljudi. (1,3)

Dlako teh živali tamkajšnji ljudje uporabijo kot sestavni del šotorov, saj ne prepušča vode in jih tako obvaruje pred dežjem. To omogoča gosta podlanka, ki pozimi doseže gostoto do 3000 dlačic na kvadratni centimeter. Gnoj uporabljajo kot gnojilo in kot gradbeni material za zgradbe. (1,3)

ZAKLJUČEK

Jaki so bili udomačeni že pred 4500 leti na tibetanski planoti. Zaradi ekstremnih razmer v visokogorju so razvili določene fizikalne značilnosti za lažje preživetje. Jaki imajo večjo pljučno kapaciteto od navadnega goveda, dlaka je groba in dolga, primarno temno rjave ali črne barve, koža pa nima apokrinih žlez. Glavni vir hrane tem živalim predstavlja pašna, ki je poleti bogata, pozimi pa zelo skromna. Spolna zrelost nastopi pri 3–4 letih, samice so breje 258–275 dni in imajo v življenju 4–5 telet. Jake uporabljajo v različne namene, najbolj pomembna sta vzreja za meso in mleko, uporabljajo tudi njihov gnoj in krzno, lahko pa je tudi transportna žival. Menim, da bi bila vzreja jakov zaradi njihovih karakteristik uspešna tudi v Alpah.

VIRI IN LITERATURA

- Mujtaba Shah A., Bano I., Hyder Qazi I., Matra M., Wanapat M. »The Yak«- A remarkable animal living in a harsh environment: An overview of its feeding, growth, production performance and contribution to foodsecurity. *Front. Vet. Sci.* 2023; 10:1086985: 1–8. doi: 10.8339/fvets.2023.1086985.
- Zhang K., Lenstra J.A., Zhang S., Liu W., Liu J. Evolution and domestication of the bovine species. *Animal genetics*; 246, 247. *Stitching International Foundation for Animal Genetics* 2020; 10-12 doi: 10.1111/age. 12974.
- Leslie D. M., Schaller G. B. *Bos grunniens* and *Bos mutus*. *Mammalian species* 836:1–17. *The American Society of Mammalogists* 2009; 836: 3–12. doi: 10.1644/836.1.
- Animal Diversity Web. *Bos grunniens yak*. University of Michigan Museum of Zoology 2020. https://animaldiversity.org/site/accounts/information/Bos_grunniens.html (2. 6. 2023)
- Lalthantluanga R., Wiesner H., Braunitzer G. Studies on Yak hemoglobin: Structural basis for high intrinsic oxygen affinity. *De Gruyter* 2009; vol.366; 63–68. doi: 10.1515.

ANATOMSKE POSEBNOSTI, REJA IN BOLEZNI SLADKOSNEDE POLETUŠE VREČARICE

Avtorice: Alma Košan in Nika Osredkar, študentki Veterinarske fakultete, prof. dr. Valentina Kubale, dr. vet. med., Inštitut za predklinične vede, Veterinarska fakulteta, Univerza v Ljubljani

IZVLEČEK

Sladkosneda poletuša vrečarica je nočna žival. Uvrščamo jo med vrečarje (Marsupalia), zaradi posebnih anatomskih lastnosti, povezanih predvsem z njihovo reprodukcijo, kot so vreča ali *marsupium*, podvojena rodila samic ter razcepljen penis samcev. Posebna evolucijska pridobitev sladkosnedih poletuš vrečaric je njihova jadralna membrana ali *patagium*, ki jim omogoča lebdenje med drevesi z večjih razdalj. Prav tako so za njih značilne velike, izbuljene oči. Prvi del njihovega imena v slovenščini se nanaša na večinski del njihove prehrane, med katero spadata sladki sadni nektar ali med. Uvrščamo jih med omnivore, saj drugi del prehrane predstavljajo razni insekti kot vir beljakovin, ki se hišnim poletušam vrečaricam daje predvsem v obliki komercialnih briketov ali peletov. Ker so zelo socialne živali, moramo biti v ujetništvu pozorni, da skupaj namestimo več živali, ponavadi enega samca z več samicami, saj teritorialni samci svoje območje markirajo s štirimi posebnimi t. i. dišečimi žlezami. Bolezni udomačenih poletuš vrečaric so večinoma posledice stresa zaradi napačne oskrbe. Poleg nekaterih bakterijskih, protozojskih in neoplastičnih obolenj se pogosto tudi samopoškodujejo. Za rokovanje z njimi je dobro poznati fiksacijske prijeme, saj so občutljive majhne živali.

Ključne besede: vrečarji; *Petaurus breviceps*; jadralna membrana; reprodukcija; prehrana; obnašanje; fiksacija; bolezni

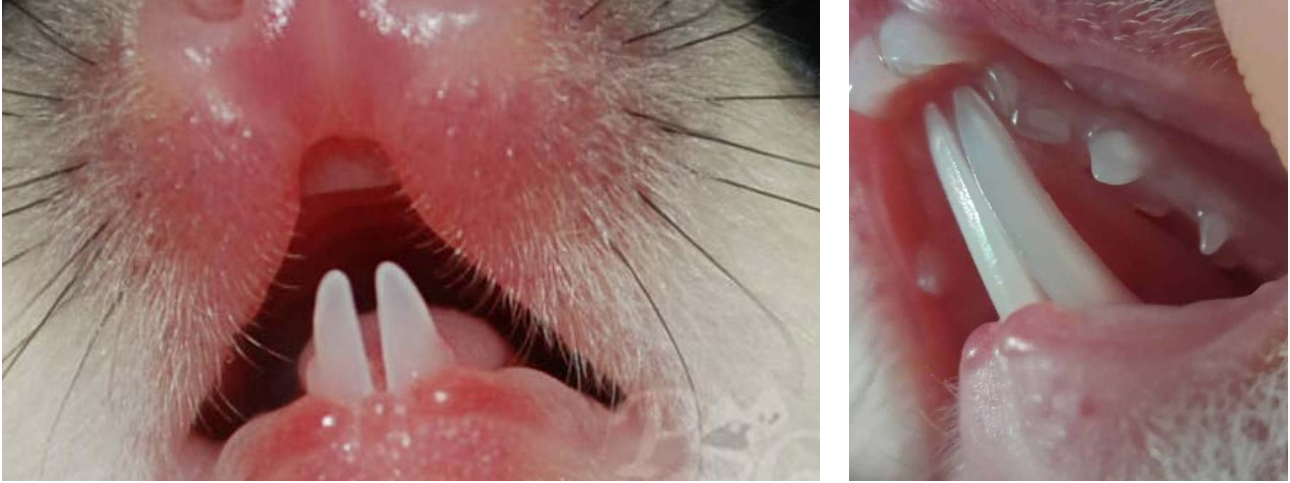
UVOD IN IZVOR

Sladkosneda poletuša vrečarica (*Petaurus breviceps*), angleško sugar glider, je majhen vsejed, ki spada med vrečarje. Avtohtoni so v Avstraliji, Tasmaniji in Indoneziji (tudi Novi Gvineji). Od leta 1959 je prepovedan njihov izvoz iz Avstralije. Splošno ime se nanaša na njihovo nagnjenost k zauživanju sladke hrane, kot sta sok in nektar, in njegovo sposobnost lebdenja po zraku, podobno kot letéča veverica. Imajo zelo podobne navade in videz kot letéča veverica, čeprav niso tesno povezani. Med njimi gre za primer konvergentne evolucije.

Divje sladkosnede poletuše vrečarice imajo sivo dlako in sredinsko črno črto na hrbtu in na glavi. Udomačene so lahko podobne divji vrsti, vendar so na voljo tudi v več barvnih različicah (beli, albino, mozaik, lisasti ...).

Tabela 1: Normalne fiziološke vrednosti pri sladkosnedi poletuši vrečarici.

Kloakalna temperatura	32°C
Utrip	200–300/min
Dihanje	16–40/min
Telesna teža	80–160 g (samica je lažja)
Povprečna življenjska doba	12–14 let v ujetništvu 4–5 let v divjini
Spolna zrelost	samice: 8–12 mesecev samci: 12–14 mesecev
Gestacija	15–17 dni
Porodna teža	30–50 g
Velikost legla	1–2 mladiča
Odstavitvena starost	110–120 dni



Slika 1. Sekalci (incizivi) pri sladkosnedi poletuši vrečarici. Imajo par zgornjih sekalcev in par precej daljših spodnjih sekalcev, ki raste navzven in sta prilagojena za dolbenje drevesnega lubja in pridobivanje žuželk izpod lubja dreves (povzeto po <https://www.petsugargliders.com/canatomy.php>).

ANATOMSKE POSEBNOSTI

Ušesa so tanka, večinoma brez dlake in razmeroma velika. Vsako uho se lahko premika neodvisno, kar živali omogoča, da hitro in učinkovito prepozna vir najmanjšega zvoka. Oči so velike in nekoliko izbuljene, kar jim omogoči izredno široko vidno polje. Ker so po naravi nočne živali, imajo odličen nočni vid. Iz solznih kanalov lahko izločajo belo mlečno snov, ki jim pomaga pri negi.

Sladkosnede poletuše vrečarice so diprodonti, kar pomeni, da imajo zgornja dva sekalca in dva precej daljša spodnja sekalca, ki gledata naprej. Za razliko od glodavcev se jim rast zob, tudi sekalcev, ustavi. Zobna formula je $I \frac{3}{2} C \frac{1}{0} PM \frac{3}{3} M \frac{4}{4} = 40$.

Slika 2. Lebdenje sladkosnede poletuše vrečarice (povzeto po <https://www.wilderness.org.au/sugar-gliders>).

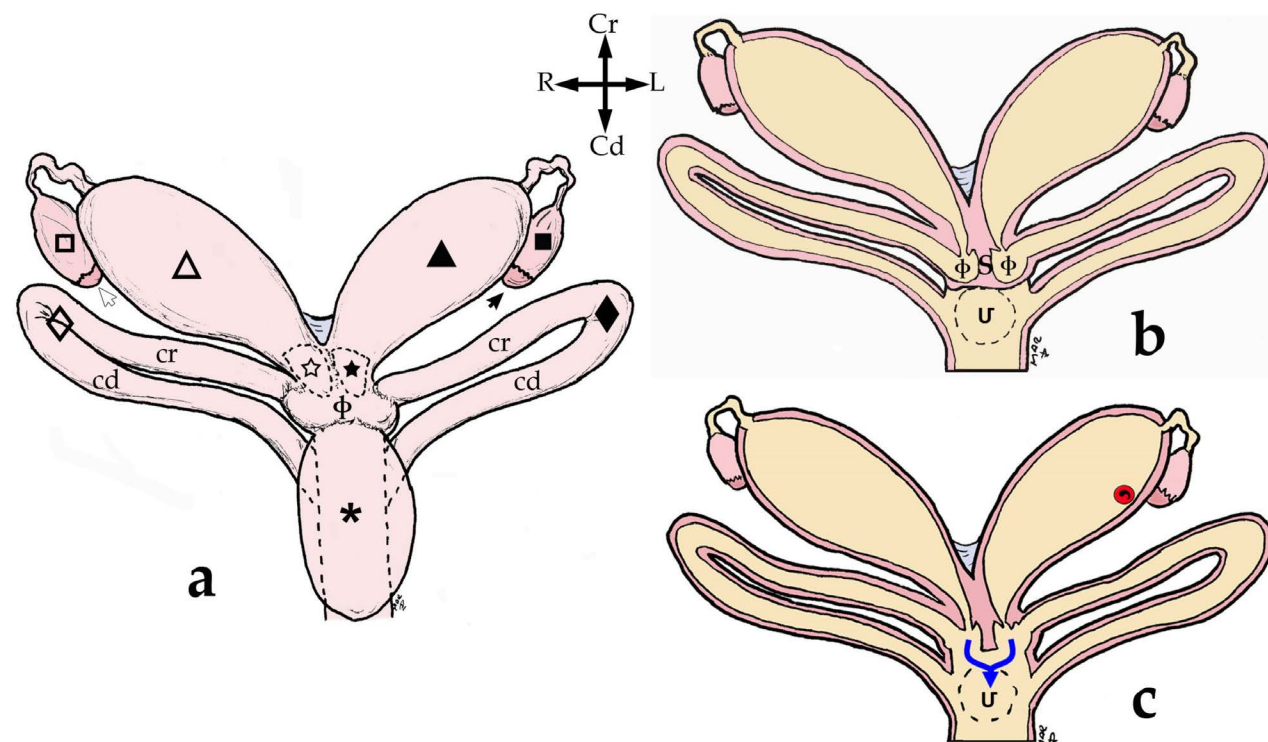


Na vsaki nogi imajo pet prstov. Na zadnjih nogah imajo palca obrnjena pravokotno na ostale prste. To jim pomaga pri lažjem plezanju, negovanju in držanju hrane ali igrač. Vsi prsti, razen nasprotnih palcev, imajo kremplje. Na zadnjih tačkah sta drugi in tretji prst delno zraščena skupaj (*Syndactylous*), kar jim pomaga pri negi. Četrty prst na prednjem stopalu je podaljšan in podolgovat, kar pomaga pri pridobivanju žuželk izpod lubja dreves. Rep uporabljajo za stabilizacijo, omogoča jim enostavno spreminjanje smeri, ima pa tudi oprijemalno funkcijo.

Jadralna membrana ali *patagium* je kožna guba, ki se razteza na obeh straneh telesa od petega prsta prednjega stopala do prvega prsta zadnjega stopala. Omogoča jim, da lebdi do 50 m daleč in iščejo hrano z manj energije. Membrana je podprta z dobro razvitimi mišicami *m. tibiocarpalis*, *m. humero-dorsalis* in *m. tibioabdominalis*, njeno gibanje pa te podporne mišice nadzirajo v povezavi z gibanjem trupa, okončin in repa.

REPRODUKCIJA

Samice so sezonsko poliestrične (29-dnevni cikel), spolna zrelost nastopi pri 12 mesecih. Imajo dve stranski vagini, dve maternici in na trebuhu vrečo (*marsupium*) za prenašanje potomcev. Vreča se odpre spredaj, dva stranska žepa pa se razširita zadaj, ko so prisotni mladiči. V vreči so običajno prisotni štirje seski, čeprav so bila zabeležena poročila o posameznih samicah z dvema seskoma. Pogosto imajo dvojčke. Gestacija traja od 15 do 17 dni, po tem času mladiči (angleško »joeys«), ki tehtajo le 0,2 g, migrirajo v vrečo, da se še naprej razvijajo in jo zapustijo po 70–74 dneh. V gnezdu votlih dreves ostanejo do 120. dneva, ko prenehajo sesati. V koloniji ostanejo do starosti 7–10 mesecev. Gnezdenje je v



Slika 3. Shematični prikaz ženskih spolnih organov samice sladkosnede poletuše vrečarice. (a) intaktni in (b,c) odprti organ, da je viden lumen, urogenitalni sinus je označen s prekinjeno črto. (a) Sečni mehur je zavihan nazaj. (b) Shematični prikaz ženskih spolnih organov nebreje samičke sladkosnede poletuše vrečarice z dvema ločenima vaginama. (c) Shematični prikaz ženskih spolnih organov breje samičke sladkosnede poletuše vrečarice, kjer je vidna enojen sredinski kanala nožnice (modre puščice) (⇒, ⇐) jajniki, (□, ■) infundibulum jajcevoda (Δ, ▲) maternično telo (☆, ★) maternična vratova (◇, ◆) stranska kanala nožnice s kranialno in kavdalno zanko (cd), (φ) dodaten sinus, (U) sinus urogenitalis (povzeto po Mar Yllera M, 2023).

jugovzhodni Avstraliji sezonsko, mladiči se skotijo samo pozimi in spomladi (od junija do novembra). Sladkosnede poletuše vrečarice imajo manjše število težjih potomcev na leglo. To omogoča samcam, da ohranijo sposobnost drsenja tudi med brejostjo.

Spolna zrelost samcev nastopi pri 12 do 15 mesecih. Imajo razcepljen penis, ki se ujema z podvojeno vagino samice in trajno spuščene testise v skrotumu, ki se nahaja kranialno od penisa. Samci urinirajo na bazi namesto na konici penisa. Imajo veliko prostato in Cowperjeve (bulbouretralne) žleze.

Tako samci kot samice imajo dišeče žleze, s katerimi označujejo teritorij in drug drugega. Samci imajo štiri dišeče žleze, in sicer dve ob kloaki (parakloakalni), na čelu (frontalna) in na prsnem košu (sternalna). Samice imajo tudi parakloakalno dišečo žlezo in dišečo žlezo znotraj vrečke. Slednja naj bi privabljala slepe mladiče iz maternice. Vonj

žlez spominja na pokvarjeno, gnilo sadje. Markirajo tudi z urinom.

Mladiči se skotijo pretežno nerazviti, z izjemo vonja in brez dlake. V ramenskem obroču imajo neprekinjen lok hrustanca, ki izgine kmalu po rojstvu. To podpira sprednje okončine in pomaga pri plezanju v vrečko. Mladiči nimajo razvite termoregulacije, dokler niso stari 100 dni.

OBNAŠANJE IN NARAVNO OKOLJE

Sladkosnede poletuše vrečarice so poligamne, teritorialne in živijo v kolonijah od 5 do 12 osebkov z enim dominantnim samcem. So zelo socialni, igrivi, radovedni in vokalni. Podnevi spijo v drevesnih duplih, ponoči pa iščejo hrano. Idealna temperatura zanje je med 24 in 27 °C. Prenašajo širok razpon okolijskih temperatur. Pri 40 °C se hladijo z lizanjem dlake in pitjem majhnih količin vode. V hladnem vremenu se bodo sladkosnede poletuše vrečarice

stisnile skupaj ali celo otrpnile. Otrplost se od hibernacije razlikuje po tem, da je otrplost običajno kratkotrajen dnevni cikel, ki traja nekje 2–23 ur. Njihovi glavni naravni plenilci so sove, zato moramo paziti pri njihovi namestitvi v domovih, saj jim zvoki ptic povzročajo stres.

SO RES SLADKOSNEDE?

Poletuše vrečarice so vsejede. Spomladi in poleti se prehranjujejo z žuželkami, ličinkami, pajkovci in majhnimi vretenčarji. Rastlinski del hrane, kot so sok, cvetovi in nektar, predstavljajo večino prehrane v jesenski in zimski deževni sezoni. Imajo dobro razvito slepo črevo, ki pomaga pri prebavi kompleksnih ogljikovih hidratov, pridobljenih iz gume in soka.

RAVNANJE IN PRIJEMI ZA FIKSACIJO

Popoln klinični pregled je najbolje opraviti v začetku dneva, ko so manj aktivne, v primeru, da grizejo, se poslužujemo anestezije. Fiksiramo jih tako, da jih zavijemo v brisačo (t. i. »burito« prijem), ob tem je potrebno paziti na prste. Telo držimo v eni dlani, glavo pa primemo z zadnje strani ob čeljusti s prvimi tremi prsti. Za palpacijo abdomna lahko primemo koren repa in nekoliko privzdignemo zadnji konec živali, pri čemer sprednje okončine ostanejo v stiku s podlago ali nečem, česar se lahko oprimejo.

JEMANJE KRVI IN APLIKACIJA ZDRAVIL

Najpogostejša aplikacijska mesta za injekcije so i/m v epaksialno muskulaturo ali *m. biceps femoris*, s/c v medlopatično področje, i/v v *v. cephalico* ali *v. sapheno lateralis*, ponavadi s predhodno sedacijo ali splošno anestezijo z izo- ali sevofluranom. Izogibamo se dajanju injekcij ali tekočinskih terapij v *patagium*, zaradi slabe absorpcije in, ker lahko povzročijo boleče edeme.

Za pomoč pri postavitvi klinične diagnoze je možno vzeti vzorce krvi iz kranialne v. cave, jugularne vene, medialne tibialne arterije ali lateralne repne vene. Zbere se lahko količina krvi do 1 odstotka telesne teže, običajno 0,5–1 ml.

NAJPOGOSTEJŠE BOLEZNI IN URGENCE

Sladkosnede poletuše vrečarice so dovzetne za okužbo z bakterijami, in sicer z *E. coli*, *Mycobacte-*

rium sp., *Sallmonelo*, *Pasteurello multocido* (možen prenos od kuncev), *Clostridium*, leptospirami, stafilkoki in streptokoki. Klinični znaki so lahko nespecifični, pri čemer se najpogosteje kažejo depresija, izguba apetita in teže. Okužba z *Actinomyces israeli* povzroča grudasto (kepasto) čeljust t. i. »lumpy jaw«, za katero so značilne bule po vratu in glavi, ki je lahko smrtna.

Notranji paraziti ob dobri oskrbi redkokdaj povzročajo bolezen. Ektoparaziti v ujetništvu niso pogosti, medtem ko so pri divjih vrstah lahko prisotne številne pršice in bolhe.

Pri živalih v ujetništvu so najpogosteje opazili protozoje iz rodov *Giardia*, *Toxoplasma* in *Trichomonas*. Toksoplazmoza je pogosta in resna bolezen vrečarjev, ki se običajno kaže z nevrološkiimi znaki. Sladkosnede poletuše vrečarice se lahko okužijo z oocistami toksoplazmoze preko mačjih iztrebkov.

Sladkosnede poletuše vrečarice so nagnjene tudi k prehranskim boleznim. Ob dieti z visoko vrednostjo maščob ali beljakovin so podvržene debelosti. Po drugi strani pa so zaradi premajhne količine beljakovin v obroku nagnjene k prehranski osteodistrofiji. To stanje je posledica neravnovesja kalcija, fosforja in vitamina D v prehrani in se klinično kaže kot posteriorna pareza, ki napreduje v paralizo zadnjih okončin, tresenje mišic, patološke zlome kosti in v napredovalih primerih tudi napade. Kronična podhranjenost lahko povzroči povečane jetrne in ledvične parametre, hipoproteinemijo in anemijo. Ob uživanju mehke hrane so nagnjeni k nastanku zobnega kamna in periodontalni bolezni. Ne smemo izključiti niti zastrupitve z aflatoksini, če uživajo okužene oreščke ali črčke krmljene z okuženimi oreščki.

Pri starejših se pogosto pojavljajo tudi neoplazije. Najpogostejša je limfoidna neoplazija, dokaj pogosti pa so tudi hepatocelularni tumor, adenokarcinom mlečne žleze, melanom in tumor dišečih žlez. Zaradi velikih bulbusov so bolj dovzetni za poškodbe roženice, ulceracije, konjunktivitise ali retrobulbarne abscese.

Samopoškodovanje je odgovor na stresne situacije. Najpogosteje si poškodujejo penis (v resnejših primerih sledi amputacija, ki pa ne moti kasnejšega uriniranja), skrotum, rep ali okončine. Tudi koprofagija, alopecija in hiperfagija so lahko posledica stresnega odziva.

V UJETNIŠTVU

Sladkosnede poletuše vrečarice so nezakonite v več državah, vključno z Aljasko, Havaji in Kalifornijo. Ker so družabne živali, je najbolje, da nastanimo enega samčka z več samičkami. Potrebujemo veliko kletko, v kateri morajo imeti možnost plezanja in skakanja. Namestimo jim lahko police, veje, gugalnice, kolesa in igrače za žvečenje. Potrebujemo več ur gibanja na dan. Če nimajo zadostne obogatitve ali socializacije s človekom, lahko postanejo agresivni ali depresivni, v primeru, da so sami, se lahko samopoškodujejo. Zagotoviti jim je potrebno tudi mesto za gnezdenje (npr. obesimo vrečo). Hrana in posodice z vodo morajo biti nameščene po več lokacijah v kletki. Najbolje jih je rokovati v večernih urah, saj gre za nočno aktivne živali. Zato je kletko za sladkosnede poletuše potrebno namestiti na mirno mesto, predvsem za čez dan. Podnevi so namreč lahko razdražljive in nas ob bujenju lahko ugriznejo.

Za hišne sladkosnede poletuše vrečarice so zelo priljubljeni umetni nektarji (med, javorjev sirup ...) in peletirani pripravki iz insektov. Sveže sadje in zelenjavo je potrebno ponuditi zmerno, manj kot 10 odstotkov celotne prehrane, saj mnoga nimajo zanje bistvenih vitaminov, mineralov in beljakovin ter vsebujejo večinoma vodo.

ZAKLJUČEK

Sladkosnede poletuše vrečarice v zadnjih letih postajajo vedno bolj pogost eksotični hišni ljubljenček. V primerjavi z ostalimi malimi sesalci te velikosti, imajo poletuše vrečarice relativno dolgo življenjsko dobo, njihov naravni nočni način življenja, dieta in anatomske posebnosti vrste pa pogojujejo njihovo rejo in nego.

VIRI IN LITERATURA

Chastain C. B. Animal handling and physical restraint. University Of Missouri, Columbia (USA). CRC Press, 2017: 139– 41.
Endo H, Yokokawa K, Kurohmaru M, Hayashi Y. Functional anatomy of gliding membrane muscles in the sugar glider (*Petaurus breviceps*). *Annal anatom: Anatom Anzeig* 1998; 180(1): 93–6.
Mar Yllera M, Alonso-Peñarando D, Lombardero M. Gross Anatomy of the female reproductive system of sugar gliders (*Petaurus breviceps*) *Animals* 2023; 13: 2377.
Hess L. Sugar Gliders. <https://www.msdsvetmanual.com/exotic-and-laboratory-animals/sugar-gliders/sugar-gliders> (15. 11. 2022).

McLeod L. Should you keep sugar glider as a pet? Characteristics, housing, diet, and other information. <https://www.thesprucepets.com/sugar-gliders-as-pets-1237334> (15. 11. 2022).
Pollock C. Sugar glider (*Petaurus breviceps*). <https://lafeber.com/vet/basic-information-for-sugar-gliders/> (15. 11. 2022).
Wilderness Society. Meet the sugar glider. <https://www.wilderness.org.au/sugar-gliders> (15. 11. 2022).
Sugar glide anatomy. <https://www.petsugargliders.com/canatomy.php> (15. 11. 2022).
Sirois M. Laboratory animal and exotic pet medicine: principles and procedures - Second edition. St. Louis, Missouri (USA). Mosby, 2015: 173–7.



Lara Puc

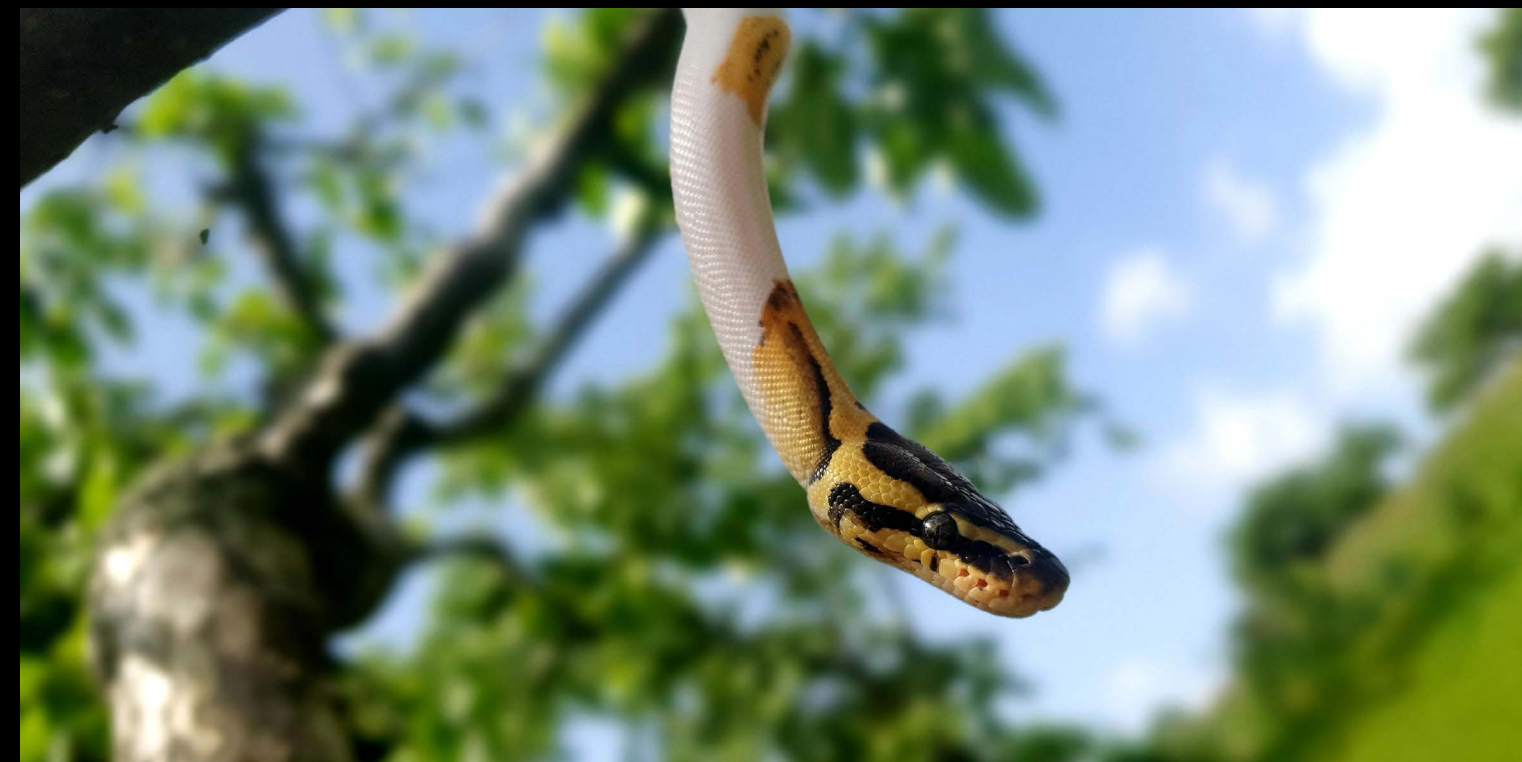


Nika Zobec

Eva Vodopija



Lara Puc



UPORABA ANTIBIOTIKOV PRI ZDRAVLJENJU PRAŠIČEV IN POJAV REZISTENCE

Avtorici: Mihaela Velkovska, študentka Veterinarske fakultete in izr. prof. dr. Marina Štukelj, Klinika za reprodukcijo in velike živali, Veterinarska fakulteta, Univerza v Ljubljani

IZVLEČEK

Antibiotiki se uporabljajo za terapijo različnih bakterijskih okužb že več kot 70 let. Njihova pogosta uporaba v današnjem času povzroča razvoj odpornosti bakterij nanje. Ker je odpornost vse pogostejša, mnogih bolezni ni mogoče zdraviti tako učinkovito kot v preteklosti. Najpogostejše bakterijske vrste, ki so razvile odpornost na antibiotike, so *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* (MRSA), *Streptococcus pyogenes*, *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae* in *Mycobacterium tuberculosis*. Odpornost je največja proti najpogostejše uporabljenim antibiotikom, tako v humani kot v veterinarski medicini. Pri prašičih se najpogostejše uporabljajo penicilini in tetraciklini. V prašičereji z antibiotiki najpogostejše zdravimo okužbe prebavnega in dihalnega trakta. Obstajajo razlike med uporabo različnih razredov antibiotikov pri različnih starostih prašičev. V študijah so poročali o razlikah v uporabi kritično pomembnih protimikrobnih zdravil v različnih državah, čemur botrujeta nacionalna zakonodaja in nadzor nad njenim uveljavljanjem. Ponekod je na primer profilaktična uporaba antibiotikov v prašičereji še vedno dovoljena. V novejših raziskavah so prašiči omenjeni kot eden izmed pomembnih rezervoarjev protimikrobne odpornosti, tveganje za prenos odpornih bakterij na ljudi je veliko. Alternative antibiotikom se še vedno raziskujejo, vendar je hitrost razvoja, v primerjavi z naraščanjem števila okužb z MDR bakterijam (bakterije, odporne na več zdravil, MDR – *multidrug resistance*), zelo počasna. Uporaba antibiotikov v današnjem času mora biti natančno nadzorovana.

Ključne besede: antibiotiki; protimikrobna odpornost; bakterijske okužbe; prašičereja.

1 NAMEN IN NAČIN UPORABE ANTIBIOTIKOV V PRAŠIČEREJI

Glavne indikacije za uporabo antibiotikov v prašičereji so bakterijske bolezni, vendar se v praksi uporabljajo tudi za izvajanje profilaktičnih ali metafilaktičnih ukrepov (Trautfler in sod., 2014). Le nekaj študij poroča o očitni razliki med metafilaktično in profilaktično uporabo, kajti »profilaktična uporaba« pomeni zdravljenje zdravih prašičev brez kliničnih znakov z namenom preprečevanja pojava bolezni, »metafilaktična uporaba« pa pomeni zdravljenje zdravih prašičev v isti skupini, kjer so nekatere živali pokazale klinične znake določene bolezni. Na primer v Belgiji so temeljite raziskave uporabe antibiotikov v metafilaktične namene pokazale, da je bilo

dejansko 93 % vseh uporabljenih antibiotikov uporabljenih *profilaktično*, medtem ko je bil *terapevtsko* uporabljen le preostanek – 7 % deleža (Lekagul in sod., 2019).

Šest študij je preučevalo povezavo med uporabo antibiotikov in kategorijo prašičev (Lekagul in sod., 2019). V vseh študijah so ugotovili, da so se antibiotiki najpogostejše uporabljali med sesanjem in po odstavitvi. Ena študija je poročala, da je bilo več kot 80 % uporabljenih antibiotikov pri starosti manj kot desetih tednov. Štiri študije pa so poročale, da so odstavljeni prašiči prejeli največ antibiotikov (Lekagul in sod., 2019). Zanimivo je dejstvo, da je porazdelitev nekaterih protimikrobnih učinkovin podobna v različnih starostnih skupinah. Nemška



Slika 1: Priprava na aplikacijo zdravila (povzeto in prilagojeno po UConn Today, 2016)

raziskava navaja, da so betalaktami, tetraciklini in polipeptidi uporabljeni v vseh starostnih skupinah prašičev (Schaekel in sod., 2017).

Lekagul in sod. (2019) navajajo, da so tetraciklini, linkozamidi, plevromutilini in makrolidi najpogostejše uporabljeni razredi antibiotikov za zdravljenje gastrointestinalnih okužb pri vseh kategorijah prašičev, medtem ko so bili klortetraciklin, tetraciklin in amoksicilin zdravila najpogostejša izbira za zdravljenje okužb dihal. Pri sesnih pujskih in odstavljenih je bil za bolezen prebavil najpogostejše uporabljen kolistin, pri pitancih pa tilozin. Plevromutilini se pogosto uporabljajo za okužbe dihalnih poti pri svinjah in pujskih. Na splošno je peroralna oblika zdravljenja z antibiotiki najpogostejša v prašičereji.

2 NAJPOGOSTEJŠI RAZREDI ANTIBIOTIKOV, KI SE UPORABLJAJO V PRAŠIČEREJI

Uporaba antibiotikov v prašičereji se v različnih državah zelo razlikuje. Na splošno velja, da se naj-

pogostejše uporabljajo penicilini in tetraciklini, velikokrat pa tudi linkozamidi in makrolidi.

2.1 PENICILINI

Penicilini delujejo baktericidno proti Gram negativnim in Gram pozitivnim bakterijam. Uporabljajo se za profilakso in zdravljenje septikemije, okužb dihal in sečil. Rezultati švedske raziskave kažejo, da predstavljajo benzilpenicilini 61 % celotne uporabe antibiotikov pri ljudeh. Poleg Švedske, tudi Nemčija in Kanada so poročali, da aminopenicilini predstavljajo 30–40 % njihove celotne uporabe antibiotikov (Lekagul in sod., 2019).

Amoksicilin je pogosto uporabljena protimikrobna snov v prašičereji za zdravljenje in nadzor hudih sistemskih okužb, kot so na primer okužbe s *Streptococcus suis*. Uspešno se uporablja tudi pri bakterijskih okužbah dihal, ki jih povzročata *Actinobacillus pleuropneumoniae* in *Pasteurella multocida*. Amoksicilin trenutno velja za izjemno dragoceno protimikrobno zdravilo v humani in veterinarski medicini in spada med kritično pomembne antibi-

otike, poleg fluorokinolonov, makrolidov in cefalosporinov tretje in četrte generacije (Burch in Sperling, 2018).

2.2 TETRACIKLINI

Tetraciklini so širokospektralni antibiotiki, ki delujejo proti Gram pozitivnim in Gram negativnim bakterijam ter atipičnim povzročiteljem, kot so klamidije, mikoplazme in rikecije, ter celo protozojem. Številne študije z Danske, Nizozemske, iz Španije, Francije, Japonske in Avstralije navajajo, da so tetraciklini najpogostejše uporabljeni antibiotiki v prašičereji (Lekagul in sod., 2019). Tetraciklini, enako kot penicilini, se pri prašičih uporabljajo za zdravljenje bolezni dihal, ki jih povzročata *A. pleuropneumoniae* in *P. multocida*. Odpornost na tetracikline je zelo pogosta. Nekatere študije poročajo, da je 22 % izolatov iz *P. multocida*, 15 % izolatov iz *A. pleuropneumoniae* in 82 % izolatov iz *Streptococcus suis* odpornih na tetracikline (Lekagul in sod., 2019). Že v petdesetih letih prejšnjega stoletja so poročali o razvoju odpornosti na tetracikline. Ko so svinje v laktaciji, ki so v svoji prehrani dobivale tetraciklin, dojele pujske, so iztrebki pujskov vsebovali visok delež odpornih sevov *E. coli*. Odporni sevi so v prebavilih prašičev vztrajali še sedem mesecev po zdravljenju (Smith, 1959).

2.3 LINKOZAMIDI

Poleg penicilinov in tetraciklinov so tudi linkozamidi zelo pogosto uporabljeni antibiotiki v prašičereji. Na kmetijah za pitanje v Avstriji neredko uporabljajo linkozamidi, z 71,9 % celotne uporabe antibiotikov. Ti antibiotiki delujejo bakteriostatično in imajo zelo dobro delovanje proti Gram pozitivnim bakterijam. Najpogostejše uporabljen linkozamid v prašičereji je linkomicin. Ima kratko razpolovno dobo in je učinkovit proti *Mycoplasma* spp., zaradi česar je zdravilo prve izbire za zdravljenje artritisa pri prašičih v končni fazi pitanja. Uporablja se tudi peroralno za zdravljenje prašičje dizenterije, ki jo povzroča *Brachyspira hyodysenteriae* in za zdravljenje prašičje proliferativne enteropatije, ki jo povzroča *Lawsonia intracellularis* (Zhitnitskiy, 2021).

3 UPORABA HIGH PRIORITY ANTIBIOTIKOV V PRAŠIČEREJI

WHO kategorizira protimikrobna zdravila, ki se uporabljajo v zdravju ljudi kot "kritično pomembna" (angl. *critically important*; CIA), "zelo pomembna" (angl. *highly important*) in "pomembna" (angl. *important*) za zdravje ljudi. Kritično pomembna

protimikrobna sredstva so torej najpomembnejša za zdravje ljudi in živali. CIA-ji so nadalje razvrščeni v CIA z najvišjo prioriteto (angl. *highest priority critically important antibiotics*) (HP-CIA) in CIA z visoko prioriteto (angl. *high priority critically important antibiotics*). Skupina HP-CIA vsebuje protimikrobna zdravila, namenjena za uporabo v humani in veterinarski medicini, vključno s cefalosporini 3. in 4. generacije, fluorokinoloni, makrolidi in polimiksini. Glede na pomen HP-CIA za zdravje ljudi, se teh protimikrobnih zdravil ne sme uporabljati profilaktično ali kot zdravilo prve izbire pri živalih. Uporabljati jih je treba le, če ni na voljo učinkovitih alternativnih protimikrobnih zdravil za zdravljenje morebitnih okužb (WHO, 2018).

O uporabi kritično pomembnih protimikrobnih zdravil so različno poročali po državah. Študije iz Francije in Avstrije so poročale o uporabi makrolidov pri 20 % in 7,4 % celotne uporabe antibiotikov pri ljudeh (Lekagul in sod., 2019). Na podlagi elektronske evidence iz 75 prašičjih farm v Avstriji so poročali o uporabi fluorokinolonov z 2,4 % celotne uporabe, cefalosporinov tretje in četrte generacije pa z 2,2 % celotne uporabe. Fluorokinoloni ter cefalosporini 3. in 4. generacije se uporabljajo za zdravljenje okužb z *E. coli* in *Salmonella* spp. pri živalih. Predstavljajo skoraj edino razpoložljivo možnost zdravljenja za hudo obliko okužbe z *E. coli* in *Salmonella* spp. (Trauffler in sod., 2014). Poleg tega imajo fluorokinoloni (skupaj z aminoglikozidi in beta laktami) bakteriциден način delovanja in delujejo škodljivo tudi na gostiteljeve celice.

3.1 MAKROLIDI

Makrolidi se lahko uporabljajo tudi za zdravljenje pogostih okužb v prašičereji. Seznam WHO iz leta 2017 uvršča makrolide v zelo pomembnih protimikrobnih zdravil, ki se jim je treba izogibati pri proizvodnih živalih. Zato makrolidi spadajo v t. i. HP-CIA antibiotike. Kadar ni druge možnosti, mora biti uporaba teh antibiotikov upravičena in racionalna.

Najnovejši makrolidni antibiotiki za parenteralno uporabo imajo zelo dolgo razpolovno dobo, kar omejuje njihovo večkratno aplikacijo. Tako enkratno parenteralno aplikacijo kot tudi peroralno dajanje makrolidnih antibiotikov povzročata dolgo karenco.

V preteklosti so makrolide uporabljali kot pospeševalce rasti, posebej spiramicin in tilozin, v EU vse do leta 1998. (Pyörälä in sod., 2014). Tilmikozin je bil

prvi dolgodelujoči makrolidni antibiotik za proizvodne živali, namenjen za parenteralno uporabo z enim samim odmerkom. Tildipirozin je pa najnovejši makrolidni antibiotik, ki je bil odobren na trgu leta 2011. Je zelo učinkovit proti *Actinobacillus A. pleuropneumoniae*, nekatere študije poročajo tudi o učinkovitosti proti *Glaesserella parasuis*, (Peres in sod., 2020).

Danes so makrolidi načeloma indicirani za zdravljenje in preprečevanje enzootske pljučnice, ki jo povzroča *Mycoplasma hyopneumoniae*, in okužb dihal, ki jih povzročajo *A. pleuropneumoniae*, *P. multocida* in *G. parasuis*. Tilvalozin je odobren v EU za peroralno uporabo, uporablja se za preprečevanje proliferativne enteropatije prašičev, ki jo povzroča *Lawsonia intracellularis*, prašičje dizenterije, ki jo povzroča *Brachyspira hyodysenteriae*, in prašičje enzootske pljučnice. (Pyörälä in sod., 2014).

3.2 POLIMIKSINI

Razred polimiksinov vključuje pet različnih kemičnih spojin (polimiksini A, B, C, D in E). Od zgoraj navedenih antibiotikov sta polimiksin B in kolistin (imenovan kot polimiksin E) edina dva polimiksina, ki se uporabljata klinično (Rhouma in sod., 2016). Kolistin se v humani medicini uporablja za zdravljenje okužb z MDR Gram negativnimi bakterijami, kot so *Pseudomonas aeruginosa*, *A. baumannii*, *K. pneumoniae* in *Enterobacteriaceae* spp., in se uporablja kot zadnja možnost za zdravljenje teh okužb. Leta 2011 je WHO prerazvrstila kolistin v kategorijo antibiotikov kritičnega pomena. Vendar pa se kolistin že od šestdesetih let prejšnjega stoletja obsežno uporablja pri proizvodnih živalih in zlasti pri prašičih za nadzor okužb z *Enterobacteriaceae* spp. Približno 99 % uporabe kolistina v prašičereji je zaradi množičnega zdravljenja črevesnih okužb v intenzivnih rejah (Rhouma in sod., 2016). Ta antibiotik ni odobren za uporabo v prašičereji v Kanadi in ZDA. V Evropi se vsaj dve desetletji ne uporablja kot krmni dodatek za spodbujanje rasti. Vendar pa je po vsem svetu najpogostejša uporaba kolistina v prašičereji metafilaktična uporaba (Trauffler in sod., 2014). Evropska agencija za zdravila (EMA) priporoča uporaba kolistina pri proizvodnih živalih le z namenom metafilakse ali zdravljenja. Vse indikacije za profilaktično uporabo bi morale biti prepovedane in indikacije za zdravljenje s kolistinom bi morale biti omejene samo črevesnih okužb, ki jih povzroča občutljiva *E. coli*. Z nedavnim odkritjem plazmidno posredovane odpornosti na kolistin, ki jo kodira gen *mcr-1*, in z večjo razširjenostjo vzorcev, ki vsebujejo ta gen v živalskih izolatih, so

ugotovili da so proizvodne živali, vključno s prašiči, glavni rezervoar teh genov.

4 POJAV ODPORNOSTI NA ANTIBIOTIKE IN NJENO PREUČEVANJE

4.1 SEKVENCIRANJE CELOTNEGA GENOMA (WGS)

Povezava med razvojem odpornosti bakterij in povečano uporabo antibiotikov je zelo dobro znana. Sekvenciranje celotnega genoma (angl. *Whole Genome Sequencing*; WGS) je revolucioniralo bioznanost in je ena od metod, za katero se predvideva, da bo omogočila hitro odkrivanje novih, predvsem pa učinkovitih antibiotikov, saj omogoča hitro odkrivanje protimikrobne odpornosti bakterij. S pomočjo WGS tehnologije je bila leta 2005 odkrita F0 podenota ATP sintaze. Ta podenota je tarča delovanja betakvilina, ki je postal prvi predstavnik novega razreda antibiotikov proti tuberkulozi. Sekvenciranje gena, ki kodira F0 podenote, bo omogočilo znanstvenikom preveriti, ali bo bedakvilin deloval proti drugim vrstam iz rodu *Mycobacterium* spp. To je pomemben korak, ker se v zgodnjih fazah razvoja zdravila uporabljajo le majhna števila izolatov. Posledično bi lahko izpustili določene odporne seve, to pa se je zgodilo pri testiranju antibiotika proti tuberkulozi PA-824 (Köser in sod., 2014).

4.2 E. COLI KOT MARKER ZA SPREMLJANJE PROTIMIKROBNE ODPORNOSTI

E. coli je komenzalni organizem, ki živi v prebavnem traktu sesalcev in je pogosto uporabljen marker za spremljanje protimikrobne odpornosti. Posebej zaskrbljujoča je povečana incidenca okužb, ki jih povzročajo izolati *E. coli*, ki proizvajajo β -laktamaze razširjenega spektra (ESBL), zaradi česar je uporaba cefalosporinov tretje generacije proti temu patogenu vse manj učinkovita (de Been in sod., 2014). V devetdesetih letih prejšnjega stoletja sta bila najpogostejše najdena geni bla_{TEM} in bla_{SHV} , njihovo širjenje pa je potekalo predvsem z navzkrižnim prenosom v bolnišnicah. Danes je pa najbolj razširjen gen bla_{CTX-M} , okužbe z *E. coli*, ki proizvaja ESBL, pa se pojavljajo tudi v vsakodnevnem življenju in ne le v bolnišnicah. Črevesni trakt sesalcev in ptic je pomemben rezervoar za *E. coli*, ki proizvaja ESBL, vendar še vedno ni povsem jasno, v kolikšni meri se te bakterije lahko razširijo na ljudi. Načini prenosa MDR bakterij so lahko različni – odporne bakterije so bile odkrite v mesu ter v zraku in okolju prašičjih farm (Trauffler in sod., 2014; de Been in sod., 2014).



Slika 2: Disk difuzijski test. Na agarju na desni strani je sev bakterije, ki je odporen na vse testirane antibiotike. (povzeto in prilagojeno po Science History Images/Alamy 2022)

4.3 REŠITVE ZA PROTIMIKROBNO ODPORNOST

Glavno izhodišče za boj proti protimikrobni odpornosti je zmanjšanje uporabe antibiotikov v veterinarski medicini na splošno. Zato je pomembno redno in natančno spremljati porabo antibiotikov. V ta namen so bili v zadnjih letih vzpostavljeni različni sistemi, na primer v Avstriji, na Danskem, Nizozemskem, Norveškem in Švedskem. V zadnjih letih je bil v Belgiji ustanovljen strokovni center, katerega cilji niso le spremljanje uporabe antibiotikov pri živalih in primerjalna analiza, temveč tudi zmanjšanje uporabe antibiotikov in promocija alternativ (Schaekel in sod., 2017). Alternative antibiotikom, kot so bakteriofagi in AMP, se še vedno raziskujejo. Bakteriofagi so v zadnjem času pridobili na popularnosti, ker so učinkovitejši od antibiotikov in so neškodljivi za gostiteljeve celice. Poleg tega njihova uporaba ne prizadene normalne mikroflore, s tem pa se zmanjša verjetnost za oportunistične okužbe in pojave driske kot posledice antibiotičnega zdrav-

ljenja (Uddin in sod., 2021). V raziskavi Speck in sod. (2014) je bila raziskana uporaba AMP kot nadomestila antibiotikov pri konzerviranju prašičjega semena, saj sveža semenska tekočina lahko vsebuje tudi bakterije (*E. coli*, *S. aureus*, *Proteus spp.*), ki pri nadaljnjem konzerviranju negativno vplivajo na kvaliteto semenčic. Dokazalo se je, da te molekule hitro uničijo bakterije v epruveti, ob tem pa kvaliteta semena ni bila prizadeta.

Probiotiki so še vedno eni izmed najpomembnejših dodatkov pri zdravljenju z antibiotiki, oziroma zmanjševanju njihove porabe. Bakterije iz rodov *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* in ostalih, so bili posebej izbrani, da ne prispevajo k širjenju odpornosti s tem da ne prenašajo odpornosti na antibiotike. Dokazano je, da sočasna uporaba antibiotikov in probiotikov zmanjša resnost, trajanje in pojavnost driske. Še vedno se raziskuje, v kolikšni meri probiotiki neposredno preprečujejo prenos odpornosti na antibiotike. Ohranjanje zdrave mikroflore med jemanjem antibiotikov je izredno velikega pomena (Uddin in sod., 2021).

Tudi izboljšanje biovarnosti na prašičjih farmah posledično privede do manjše uporabe antibiotikov. Biovarnost bistveno onemogoči prenos nevarnih bolezni na farmah, skrbi za dobro počutje živali in hkrati prepreči širjenja zoonoz (Stygar in sod., 2020).

5 ZAKLJUČEK

Rezultati številnih strokovnih člankov jasno kažejo, da postaja protimikrobna odpornost vse večji problem, tako v prašičereji kot v humani medicini. Več študij je poročalo o povezavi med razširjenostjo odpornih bakterij pri živalih in njihovo pojavnostjo pri ljudeh (WHO, 2018; Lekagul in sod. 2019; Uddin in sod., 2021).

Vzroki za širjenje odpornosti na antibiotike so zapleteni, prav tako so tudi strategije za boj proti tej grožnji. Najpomembnejši vzrok pa je prav gotovo prekomerna uporaba antibiotikov v humani in veterinarski medicini. Poleg tega se novi antibiotiki odkrivajo zelo počasi – kar je večinoma zaradi pomanjkanja razumevanja in finančnih sredstev. Nekateri avtorji menijo, da se približujemo k dobi po antibiotikov – t. i. *post-antibiotic era*, v kateri se bodo uporabljali alternative antibiotikom (Uddin in sod., 2021).

V prašičereji je najpogostejša uporaba antibiotikov pri novorojenih sesnih pujskih, po tem sledi uporaba antibiotikov pri odstavljenih in svinjah. Pitanci so dobivali najmanjše količine antibiotikov, kar je razumljivo z vidika karence. Najpogostejše kužne bolezni v prašičereji, za katere so potrebna protimikrobna zdravila, so bolezni prebavnega sistema in kužni bolezni dihal. Za zdravljenje kužnih bolezni prebavnega sistema so bili uporabljeni tetraciklini, linkozamidi, plevromutilini in makrolidi, medtem ko so bili klortetraciklin, tetraciklin in amoksicilin najpogostejši antibiotiki za zdravljenje okužb dihal. Neredko uporabljeni je peroralni način dajanja zdravila, saj z aplikacijo zdravila v krmo ali vodo dosežemo metaflaktični učinek, ki prav tako prevladuje v prašičereji. Med različnimi razredi antibiotikov, se je uporaba *“high priority”* antibiotikov zmanjšala v današnjem času. V preteklosti so se pri prašičih zelo pogosto uporabljali makrolidi kot pospeševalci rasti, danes pa se ti antibiotiki uporabljajo le v izrednih primerih. Antibiotiki, ki se uporabljajo v največjih količinah po svetu so penicilini in tetraciklini, saj so najbolj poceni in delujejo proti širokim spektrom bolezni. Široka uporaba penicilinov in tetraciklinov v prašičereji je razumljiva, ker so v primerjavi z drugimi antibiotiki relativno poceni in še vedno precej

učinkoviti. Ostali razredi antibiotikov, kot so cefalosporini, fluorokinoloni ali plevromutilini se uporabljajo le v majhnih deležih (Lekagul in sod., 2019; Schaekel in sod., 2017).

Alternative antibiotikom so v prašičereji še premalo zastopane, poleg tega pa tudi še ne dovolj raziskane v praktični uporabi. Vendar pa AMP ne predstavljajo zamenjave za antibiotike; za zdaj so učinkovit dodatek, ki pripomore k zmanjšanju količine uporabljenih antibiotikov. Znanstveniki raziskujejo nove pristope, kako zmanjšati prekomerno uporabo antibiotikov, ne da bi zmanjšali kakovost življenja živali. Biovarnost velja za prioriteto v reji živali, ker izboljša njihovo počutje in zdravje ter zaščiti okolico in delavce, ki delajo na farmi. Uporaba probiotikov ostane kot glavno priporočilo pri predpisovanju protimikrobnih zdravil (Stygar in sod., 2020; Uddin in sod., 2021).

Da bi se izognili širjenju odpornosti na antibiotike, morajo rejci predvsem skrbeti za čistočo in higieno hleva, veterinarji pa se morajo kar se da držati principa asepse. Antibiotike je dovoljeno predpisovati le, če je nujno potrebno, v skladu z obstoječimi priporočili. Pri potrditvi suma na bolezen priporočeno je narediti še antibiogram, ki je eden izmed metod testiranja občutljivosti na antibiotike. Z izpostavljanjem bakterij antibiotikom in opazovanju učinka antibiotika na rast bakterij potrdimo točno določen antibiotik, ki bo uspešno pozdravil bakterijsko okužbo. Poleg antibiograma obstaja še genetsko testiranje, ki temelji na prepoznavanju specifičnih genetskih markerjev bakterij. Uporabljene metode so lahko kvalitativne, kar pomeni, da rezultat kaže, da je odpornost prisotna ali ne; ali kvantitativne, z uporabo minimalne inhibitorne koncentracije (MIC) za opis koncentracije antibiotika, na katero je bakterija občutljiva (van Belkum in sod., 2018).

Nekatere države so že vzpostavile sistem sledenje bolezni, odpornih na antibiotike. Prav tako sledijo celotni uporabi antibiotikov na ravni države (Schaekel in sod., 2017). Nedvomno je treba izobraževati rejce o pravilni uporabi antibiotikov in pomenu protimikrobne rezistence. Potrebno je poudariti tveganje za zlorabo antibiotikov in pojasniti, na kakšen način bo to vplivalo na živali in ljudi. Cepljenje je treba uporabiti kot primarno zaščito živali pred boleznimi, s tem se bo zmanjšala profilaktična uporaba antibiotikov. V splošnem mora biti uporaba antibiotikov bolj urejena, tako na lokalni kot na globalni ravni, tudi v razvitih državah. Potrebna je večja globalna ozaveščenosti ljudi, da bi zmanjšali količino uporabe antibiotikov

in tveganje okužbe z MDR bakterijam. To nam bo omogočilo pridobiti čas, potreben za raziskovanje novih metod in alternativ za premagovanje protimikrobne odpornosti.

VIRI IN LITERATURA

WHO. New report calls for urgent action to avert antimicrobial resistance crisis. Joint News Release, 2019.

WHO. Critically Important Antimicrobials for Human Medicine, 2018.

Uddin TM, Chakraborty AJ, Khusro A in sod. Antibiotic resistance in microbes: History, mechanisms, therapeutic strategies and future prospects. *Journal of Infection and Public Health* 2021; 14(12): 1750–66. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2021.10.020>

Song L, Wang C, Jiang G in sod. Bioaerosol is an important transmission route of antibiotic resistance genes in pig farms. *Environment International*, 2021; 154. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106559>

Trautfler M, Obritzhauser W, Raith J in sod. The use of the “Highest Priority Critically Important Antimicrobials” in 75 Austrian pig farms – Evaluation of on-farm drug application data. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 2014; 9: 375–83. DOI 10.2376/0005-9366-127-375

Lekagul A, Tangcharoensathien V, Yeung S. Patterns of antibiotic use in global pig production: A systematic review. *Veterinary and Animal Science*, 2019; 7. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2019.100058>

Schaekel F, May T, Seiler J in sod. Antibiotic drug usage in pigs in Germany—Are the class profiles changing? *PLoS ONE* 2017; 12(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182661>

Burch DGS, Sperling D. Amoxicillin—current use in swine medicine. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 2018; 41(3): 356–68. <https://doi.org/10.1111/jvp.12482>

Williams Smith H. The effect of the continuous administration of diets containing tetracyclines and penicillin on the number of drug-resistant and drug-sensitive *Clostridium welchii* in the faeces of pigs and chickens. *The Journal of Pathology and Bacteriology*, 1959; 77(3): 79–93. <https://doi.org/10.1002/path.1700770108>

Zhitnitskiy P. Lincosamides. *Swine Antibiotherapy Handbook*, 2021; 7. <https://open.lib.umn.edu/swinedrugs/>

Pyörälä S, Baptiste KE, Catry B in sod. Macrolides and lincosamides in cattle and pigs: Use and development of antimicrobial resistance. *The Veterinary Journal*, 2014; 200(2): 230–9. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.02.028>

Peres PR, Prigol SR, Martin CBG in sod. Tildipirosin:

An effective antibiotic against *Glaesserella parasuis* from an in vitro analysis. *Veterinary and Animal Science*, 2020; 10. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2020.100136>

Rhouma M, Beaudry F, PThériault W in sod. Colistin in Pig Production: Chemistry, Mechanism of Antibacterial Action, Microbial Resistance Emergence, and One Health Perspectives. *Frontiers in Microbiology*, 2016. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01789>

Köser CU, Ellington MJ, Peacock JS. Whole-genome sequencing to control antimicrobial resistance. *Trends in Genetics*, 2014 Sep; 30(9): 401–7. doi: 10.1016/j.tig.2014.07.003

de Been M, Lanza VF, de Toro M in sod. Dissemination of Cephalosporin Resistance Genes between *Escherichia coli* Strains from Farm Animals and Humans by Specific Plasmid Lineages. *PLoS Genetics*, 2014; 10(12). DOI: 10.1371/journal.pgen.1004776

Speck S, Courtiol A, Junkes C in sod. Cationic Synthetic Peptides: Assessment of Their Antimicrobial Potency in Liquid Preserved Boar Semen. *PLoS One*. 2014; 9(8). DOI: 10.1371/journal.pone.0105949

Stygar AH, Chantziaras I, Toppari I in sod. High biosecurity and welfare standards in fattening pig farms are associated with reduced antimicrobial use. *Animal* 2020; 14(8): 2178–86. <https://doi.org/10.1017/S1751731120000828>

van Belkum A, Bachmann TT, Lüdke G in sod. Developmental roadmap for antimicrobial susceptibility testing systems. *Nat Rev Microbiol*. 2019; 17(1): 51–62.

DOI: 10.1038/s41579-018-0098-9

ANTIBAKTERIJSKI VPLIV ČEBELJIH PRIDELKOV

Avtorici: Živa Muršič, študentka Veterinarske fakultete in prof. dr. Vlasta Jenčič dr. vet. med., Inštitut za patologijo, divjad, ribe in čebele, Enota za zdravstveno varstvo in gojitev divjadi, čebel in akvakultur, Veterinarska fakulteta, Univerza v Ljubljani

IZVLEČEK

Čebeljo družino sestavlja veliko posameznic, ki si delijo zalogo hrane in gnezdo, ta pa je privlačno mesto za različne povzročitelje bolezni, proti katerim se čebele kot družabne žuželke razvile socialno imunost. Socialno imunost čebelje družine predstavlja organiziranost posameznih starostnih skupin čebel, medsebojna nega in čiščenje, higiensko vedenje, uravnavanje temperature v gnezdu, umiranje zunaj panja in nenazadnje samozdravljene s pridelki, ki jih bodisi prinašajo v gnezdo ali pa jih proizvedejo s pomočjo svojih žlez. Med, propolis in v celice vskladiščen cvetni prah vsebujejo naravne antibiotike, protivirusne in protiglivične spojine rastlinskega izvora. Podobne zdravilne učinke imata tudi matični mleček in čebelji strup. Poleg vrednosti čebeljih pridelkov za prehrano ljudi imajo zato čebelji pridelki za mnoge uporabnike tudi ali predvsem zdravilne učinke. Zlasti v zadnjem času, ko je v humani in veterinarski medicini pereč problem naraščajoča odpornost na različne antibiotike, so čebelji pridelki z antibakterijskim delovanjem predmet raziskav, izmed katerih so nekatere dale obetavne rezultate, v poskusih *in vitro* so bili učinkoviti tudi proti MRSA (metilicilin rezistentni *Staphylococcus aureus*).

Ključne besede: čebelja družina; antibakterijski učinek; čebelji pridelki; socialna imunost; MRSA

1 SOČIALNA IMUNOST ČEBELJE DRUŽINE

Vretenčarje pred boleznimi ščitita prirojena in pridobljena imunost, žuželke pa pred povzročitelji bolezni in strupenimi snovmi ščiti samo prirojeni imunski sistem. Prirojena imunost je sestavljena iz fizikalnih barier (hitinski ekoskelet prekrit z dlačicami, trahealni sistem in črevesna sluznica) ter celičnih in humoralnih mehanizmov. Med celične mehanizme uvrščamo hemocite, ki uravnavajo fagocitozo, nodulacijo, enkapsulacijo in melanizacijo. Humoralni mehanizmi pa pri obrambi proti patogenom uporabljajo antimikrobne peptide. Prirojena imunost temelji le na enem osebku/čebeli in ne na celotni čebelji držini. Analiza čebeljega genoma je odkrila, da čebelji genom v primerjavi z večino žuželk vsebuje le tretjino njihovih genov zadolženih za imunski odziv. Ta primanjkljaj so čebele kot superorganizem nadomestile z učinkovito socialno imunostjo, ki temelji na značilnih vedenjskih vzorcih čebelje družine in medsebojnem sodelo-

vanju. V socialno imunost uvrščamo organiziranost čebelje družine, medsebojno nego in čiščenje, higiensko vedenje, propoliziranje, uravnavanje temperature v gnezdu, umiranje zunaj gnezda in nenazadnje samozdravljenje, saj ima njihova hrana antimikrobne lastnosti. Socialna imunost čebelje družine je odvisna tudi od genetskih dejavnikov, zato je za učinkovito preprečevanje bolezni v čebelarstvu pri vzreji čebeljih matic pomembna izbira linij z izrazito socialno imunostjo, zlasti s čistilnim vedenjem. Čistilno vedenje vključuje identifikacijo in odstranitev mrtvega ali okuženega/obolelega zaroda ter čebel mrtvic iz panja. K socialni imunosti sodi tudi negovanje, ko si s čeljustmi s telesa odstranjujejo tujke in zunanje zajedavce, tudi varo-je. Čebele čistijo bodisi samo sebe ali pa se čistijo med seboj (socialno čiščenje), kar pa ni pogosto. Pomemben dejavnik socialne imunosti je tudi termoregulacija. S skupinsko vročino, ko temperaturo dvignejo na vsaj 45 °C, čebele onesposobijo ose in sršene, ki pridejo v panj. Na tak način ubijejo tudi azijskega sršena, ki evropskim čebelam predstavlja

zelo nevarnega plenilca. S povišanjem temperature čebele tudi zmanjšajo in celo preprečijo razvoj poapnele zalege, saj plesni *Ascosphaera apis* bolj ustreza nizka temperatura.

Bolne čebele se izogibajo drugih čebel in umirajo zunaj gnezda/panja, da s širjenjem okužbe ne bi ogrožale drugih čebel. Če je temperatura v panju neprimerna ali nimajo na razpolago dovolj hrane in jim grozi lakota, čebele kanibalizirajo svoj zarod in s tem preprečijo razvoj patogenih mikroorganizmov v mrtvem zarodu ter v teh izrednih razmerah dobijo hranilne snovi za preživetje.

Primer socialne imunosti je tudi samozdravljenje, saj čebelji pridelki med, cvetni prah in propolis vsebujejo naravne antibiotike, protivirusne in protiglivične spojine rastlinskega izvora, ki vplivajo na kakovost hrane in higiene v gnezdu. Poznano je, da čebele naberejo več propolisa, če so ličinke zelo prizadete s plesnijo *Ascosphaera apis*. Propoliziranje je nenazadnje eden pglavitnih elementov socialne imunosti.

2 ANTIBAKTERIJSKI VPLIV ČEBELJIH PRIDELKOV

V poglavju bomo obravnavali čebelje pridelke s poudarkom na njihovem antibakterijskem delovanju.

2.1 MED

Med pridelujejo medonosne čebele z nabiranjem medicne, ki jo predstavljata nektar in mana, ki jima primešajo izločke svojih žlez in ju shranijo v satne celice, kjer med dozori. Dolgo je že poznano, da ima med antibakterijski učinek tako na Gram negativne kot na Gram pozitivne bakterije. Že več stoletij ga uporabljajo kot pomoč pri zdravljenju bolezni in ran. Izredno učinkovit je pri celjenju opeklin. 10 % koncentracija medu lahko nekaterim bakterijam v ustni votlini prepreči tvorbo biofilma in tako zmanj-

Slika 1: Osmukanec (fotografija: Mitja Smrdel).



ša količino patogenov v ustni votlini. Prav tako je med učinkovit pri preprečitvi tvorjenja biofilmov nastalih iz MSSA (*Methicilin-susceptible S. aureus*), MRSA in *Pseudomonas aeruginosa*.

Kantibakterijski aktivnosti medu pripomore več dejavnikov, med katere spada visoka viskoznost, nizek pH in v medu prisoten vodikov peroksid. Visoko viskoznost ima med zaradi vsebnosti veliko sladkorjev in relativno malo vode, kar v kombinaciji z drugimi sestavinami medu ustavi rast bakterij. Območje pH medu med 3,2 in 4,5 zavira rast bakterij, saj jih večina raste pri pH v območju med 6,5 in 7,5. Vodikov peroksid v medu nastane s pomočjo encimatskih procesov, v katerih sodeluje glukozna oksidaza, ki se prične šele v razredčenem medu, ker je pH drugače prenizek. Med vsebuje še tudi druge sestavine z antibakterijskim učinkom, med katere uvrščamo flavonoide in metilogliksokal. Če zaključimo, je antibakterijski učinek medu od vodikovega peroksida bodisi odvisen ali pa neodvisen.

2.2 PROPOLIS

Propolis so drevesne smole, ki jih čebele prinašajo v panj in jim primešajo izločke svojih žlez. S propolisom, imenovanim tudi zadelovina, čebele »zadelajo« špranje v panju in obložijo tujke v gnezdu/panju, če jih ne morejo iz njega izvleči. Propolis ima antiseptični in protimikrobni učinek. Na propolis so Gram negativne bakterije bolj odporne kot Gram pozitivne, kar je najverjetneje vzrok v njihovih membranah. Gram negativne bakterije imajo namreč poleg peptidoglikanskega sloja tudi lipopolisaharide, kar jim omogoča dodatno odpornost. Nekatere bakterije izločajo tudi hidrolitične encime, ki uničijo bioaktivne substance v propolisu. Zaradi protibakterijskega učinka se propolis lahko uporabi kot pomoč pri protimikrobnem zdravljenju, ko so bakterije odporne na antibiotike.

2.3 CVETNI PRAH

Čebele se med obletavanjem cvetic in nabiranjem nektarja navzamejo cvetnega prahu imenovanega tudi pelod in jih v svojih koških prenesejo v panj; ga obdelanega s svojimi izločki vskladiščijo v celice tik ob zalegi in ga prekrijejo s tanko plastjo medu. Tudi cvetni prah ima antibakterijsko aktivnost ter je učinkovit proti Gram pozitivnim in Gram negativnim bakterijam. Mehanizem, zaradi katerega ima cvetni prah antibakterijski učinek, še ni dobro raziskan. Predvideva se, da je učinek povezan s sestavo fenolov v cvetnem prahu ali pa z glukozno oksidazo, ki jo cvetnemu prahu dodajo čebele.



Slika 2: Med, matični mleček, osmukanec (fotografije: Metka Pislak Ocepek in Mitja Smrdel).

2.4 MATIČNI MLEČEK

Matični mleček je proizvod hipofaringealnih žlez delavk – krmilk, s katerim hranijo mlado čebeljo zalego ter matico. Proteini, predvsem glikoproteini, sestavljajo 50 % suhe snovi matičnega mlečka in imajo pomembno vlogo pri antibakterijski aktivnosti mlečka. Eden teh proteinov je tako imenovani royalactin oziroma apalbumin, ki ima antibakterijsko delovanje proti Gram pozitivnim in Gram negativnim bakterijam. Uporabo matičnega mlečka v farmaciji je omejena, saj sta oba oba glavna proteina matičnega mlečka alergena.

Matični mleček tudi vsebuje protein rojalisin, ki preprečuje kontaminacijo mlečka z gram pozitivnimi bakterijami, ne deluje pa na gram negativne bakterije, kot je npr. *E. coli*. Ugotovili so, da se količina tega proteina pri čebeljih družinah razlikuje.

2.5 ČEBELJI STRUP

Čebelji strup se tvori v strupni žlezi čebel delavk in matice ter jim pomaga pri obrambi čebelje družine pred vsiljivci. Čebelji strup ima med drugim protinetno, protimikrobno in antioksidantno delovanje. Znižuje tudi krvni tlak, zmanjšuje ali odstranjuje bolečine in zmanjšuje količino holesterola v krvi. V telo ga lahko vnašamo z mazili ali intradermalno, vendar je treba upoštevati, da je čebelji strup za nekatere alergen, ki povzroči anafilaktično reakcijo, v nekaterih primerih pa celo smrt.

Čebelji strup je sestavljen iz peptidov, encimov in nepeptidnih sestavin. Med peptide uvrščamo melitin, mastocyte-degranulirajoči peptid, apamin in adolapin, med encime pa fosfolipazo A2 in hialuronidazo. Sestavine čebeljega strupa so še histamin, epinefrin, lipidi, ogljikovi hidrati in proste amino kisline. Sestava čebeljega strupa se med različnimi čebeljimi vrstami razlikuje, zato ima strup ob piku tudi različne učinke.

Glavna sestavina čebeljega strupa je melitin in predstavlja 40–50 % suhe snovi strupa. Ima izrazite protimikrobne značilnosti, deluje antitumorsko in pro-

tivnetno, vendar je tudi citotoksičen, kar je za živali in ljudi problematično. Melitin je najbolj toksična sestavina čebeljega strupa in ob čebeljem piku povzroča bolečino, ne pa tudi alergijske reakcije; to povzroči fosfolipazo A2, ki je najmočnejši alergen in imunogen v čebeljem strupu. Po čebeljem piku se zato pojavita bolečina in lokalno vnetje kože. Lahko pride tudi do izrazitejših alergijskih reakcij ter anafilaktičnega šoka, ki lahko vodi v smrt. Proti negativnem delovanju čebeljega strupa lahko uporabimo kortikosteroide, antihistaminike in adrenalin.

Domnevajo, da je za antibakterijski učinek čebeljega strupa najbolj pomemben ravno melitin. Ekstrakt melitina iz čebeljega strupa čebele *Apis cerana* je pri poskusih *in vitro* izkazal najučinkovitejše protimikrobno delovanje. Najbolje deluje na Gram pozitivne, nekoliko slabše na Gram negativne bakterije in glive, kar je verjetno posledica razlike v strukturi celičnih membran bakterij. Sintetični melitin ima tudi antibakterijsko delovanje, vendar mora biti njegova koncentracija v primerjavi z naravnim melitinom višja.

3 MRSA IN ČEBELJI PROIZVODI

MRSA oziroma proti meticilinu odporni *Staphylococcus aureus* so bakterije, odporne proti antibiotiku meticilinu in mnoge druge antibiotike. Ljudje se z njo najpogosteje okužijo v bolnišničnem okolju, zato to obliko imenujemo hospital-acquired MRSA oziroma HA-MRSA. Obstaja tudi CA-MRSA oziroma community-acquired MRSA, ki nima predhodne povezave z bolnišničnim okoljem, vendar se lahko tja razširi. Poznamo tudi tako imenovano LA-MRSA. Ta se širi na ljudi preko stika z rejnimi živalmi, ki so večinoma samo kolonizirane ampak redko obolijo. Za prenos te okužbe so veterinarji med najbolj ogroženimi poklici.

Melitin v čebeljem strupu učinkovito deluje proti Gram pozitivnim bakterijam, kot so *Staphylococcus aureus* in MRSA. In vitro je na MRSA melitin izkazal toksični in inhibitorni učinek na proizvodnjo toksinov, zato bi se lahko čebelji strup proti tem okužbam uporabljal skupaj z antibiotiki ali pa bi



Slika 3: Cvetni prah v celicah satja (fotografija: Lucija Žvokelj).

jih celo nadomestil. Seveda pa je treba pred tem po pravilih, ki veljajo za tovrstna preiskovanja, uspešnost delovanja čebeljega strupa in melitina posamično preiskovati tudi *in vivo*, pri čemer ne bi smelo biti kritičnih stranskih učinkov za organizem.

V eni od raziskav so opazovali z MRSA okužene miši, ki so imele pljučnico in so jim inokulirali čebelji strup. Čebelji strup je znižal virulenco ter število bakterij in omilil znake pljučnice. V drugi raziskavi je po inzulaciji čebeljega strupa veliko miši poginilo, preživele pa so miši, ki so jim inokulirali samo izoliran melitin. Ta ugotovitev nakazuje možnost, da je izoliran ali sintezni melitin za zdravljenje bakterijskih okužb morda boljša izbira kot neobdelan čebelji strup. Na kunčji koži, na katero so inokulirali bakterije MRSA, je nastala večja oteklina in lokalna nekroza kože, če pa so poleg MRSA inokulirali še čebelji strup, se to ni zgodilo. *In vitro* na bakterioloških ploščah z agarjem je čebelji strup popolnoma inhibiral rast MRSA, kar z gotovostjo nakazuje, da ima čebelji strup potencial za zdravljenje okužb z MRSA.

Sintezni melitin izkazuje podoben antibakterijski in anti-MRSA učinek *in vitro* kot naravni melitin, le da je sintezni melitin *in vitro* proti humanim epitelnim celicam manj toksičen. Vzrok za to najverjetneje v sestavi naravnega melitina, v katerem so lahko še druge snovi, ki mu povečajo toksičnost.

Tudi matični mleček in med imata *in vitro* antibakterijski učinek na MRSA, saj je med v 24 urah zmanjšal število bakterijskih kolonij MRSA, da jih ni bilo več možno detektirati. Problem pa je v tem, ker bo treba učinke in uporabo medu ter drugih čebeljih proizvodov proti okužbam z MRSA preveriti tudi *in vivo*.

VIRI IN LITERATURA

Alandejani T, Marsan J, Ferris W, Slinger R, Chan F. Effectiveness of honey on *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* biofilms. Otolaryn-

gol Head Neck Surg 2009; 141 (1): 114–118 doi: 10.1016/j.otohns.2009.01.005.

AL-Ani I, Zimmermann S, Reichling J, Wink M. Antimicrobial Activities of European Propolis Collected from Various Geographic Origins Alone and in Combination with Antibiotics. Medicines. 2018; 5(1): 2. doi: 10.3390/medicines5010002.

Baqer LK, Yaseen RT. The Effect of Whole Honey Bee Venom (*Apis mellifera*) on Reducing Skin Infection of Rabbits Caused by Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*: An *In vivo* Study. J Pure Appl Microbiol 2018. 12(4): 2111–2116 doi: 10.22207/JPAM.12.4.48.

Choi JH, Jang AY, Lin S, Lim S, Kim D, Park K, Han SM, Yeo JH, Seo HS. Melittin, a honeybee venom-derived antimicrobial peptide, may target methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. Mol Med Rep 2015; 12(5): 6483–90. doi: 10.3892/mmr.2015.4275.

Evans JD, Aronstein K, Chen YP, Hetru C, Imler JL, Jiang H, Kanost M, Thompson GJ, Zou Z, Hultmark D. Immune pathways and defence mechanisms in honey bees *Apis mellifera*. Ins Mol Bio 2006; 15: 645–656. doi: 10.1111/j.1365-2583.2006.00682.x

Kong R, Lee YS, Kang DH, Wang S, Li Q, Kwon DY, Kang OH. The antibacterial activity and toxin production control of bee venom in mouse MRSA pneumonia model. BMC Complement Med Ther 2020; 20(1): 238. doi: 10.1186/s12906-020-02991-8.

Maitip J, Mookhploy W, Khorndork S, Chantawanakul P. Comparative Study of Antimicrobial Properties of Bee Venom Extracts and Melittins of Honey Bees. Antibiotics (Basel) 2021; 10(12): 1503. doi: 10.3390/antibiotics10121503.

McLoone P, Warnock M, Fyfe L. Honey: A realistic antimicrobial for disorders of the skin. J Microbiol Immunol Infect. 2016; 49(2): 161–7. doi: 10.1016/j.jmii.2015.01.009.

Morfin N, Anguiano-Baez R, Guzman-Novoa E. Honey Bee (*Apis mellifera*) Immunity. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 2021; 37(3): 521–533. doi: 10.1016/j.cvfa.2021.06.007.

Nader RA, Mackieh R, Wehbe R, El Obeid D, Sabatier JM, Fajloun Z. Beehive Products as Antibacterial Agents: A Review. Antibiotics (Basel). 2021;10(6): 717. doi: 10.3390/antibiotics10060717.

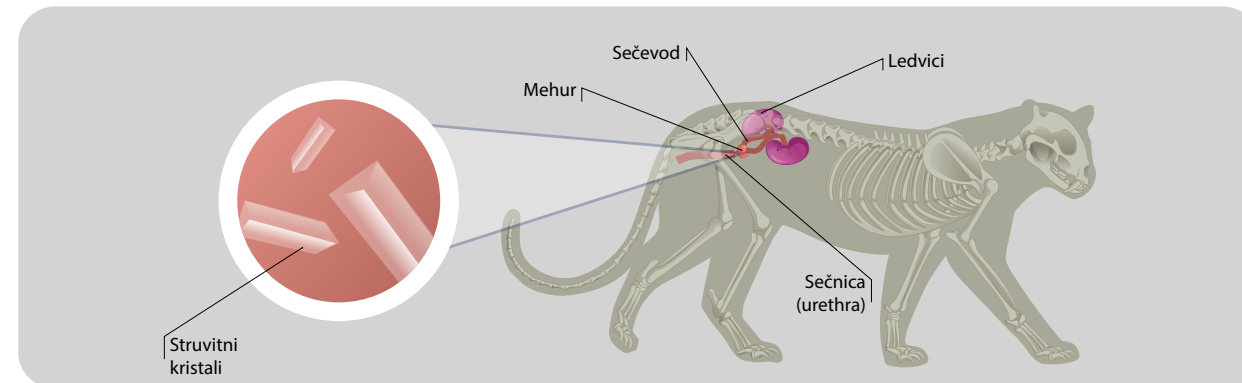
NIJZ. Staphylococcus aureus MRSA in CA-MRSA. Ljubljana: Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2015. <https://nijz.si/nalezljive-bolezni/nalezljive-bolezni-od-a-do-z/staphylococcus-aureus-mrsa-in-ca-mrsa/> (29. 3. 2023).

Pislak Ocepek M, Jenčič V, Žvokelj L. Bolezni in škodljivci čebelje družine. Ljubljana: Kmečki glas, 2022.

Plut Stane. Čebelji strup. Čebelarstva zveza Slovenije. <https://www.czs.si/content/C25> (29. 3. 2023).

STRUJITNA UROLITIAZA

ANATOMSKA STRUKTURA URINARNEGA TRAKTA MAČKE



URINARY STRUVITE

Fit-aroma®
BRUSNICE delujejo tako, da določenim vrstam bakterijskih adhezivov (MR in MS), fimbrijam omejuje možnost vezave na plast uroepitelnih celic. Tako preprečujejo nalaganje bakterij na sluznico mehurja, ki se nato s sečem izločijo iz telesa.



Fit-aroma®
Napredna tehnologija, ki združuje fito-sestavine z aromatičnimi maščobnimi kislinami.



Formula brez žit
Za razbremenitev prebavnega trakta

URINARY STRUVITE DIETA SE UPORABLJA ZA RAZTAPLJANJE STRUVITNIH KAMNOV, OB POJAVU STRUVITNIH KRISTALOV IN KOT PREVENTIVNA PRED PONOVNIM NASTANKOM. PRIMERNA JE TUDI V PRIMERU IDIOPATSKIH CISTITISOV.



Redčenje urina
Višja vsebnost natrija stimulira redčenje urina



Znižana magnezij & fosfor
Nižja vsebnost mineralov magnezija in fosforja, za znižanje saturacije urina



Raztapljanje struvitov
Spodbuja raztapljanje struvitnih kristalov in kamnov



Nizek pH
Zakisljuje urin in tako preprečuje nastanek struvitnih kristalov



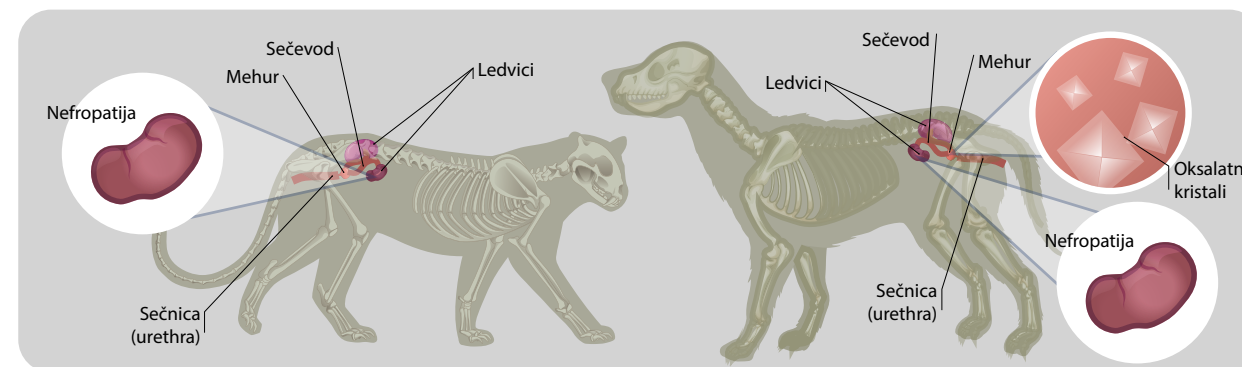
Prebiotiki najnovejše generacije
Pospešujejo rast koristnih bakterij v črevesni mikrobioti



Primarni antioksidant
Za zaščito urinarnega trakta

OBOLENJA RENALNEGA IN URINARNEGA SISTEMA

ANATOMSKA STRUKTURA RENALNEGA IN URINARNEGA SISTEMA PSOV IN MAČK



RENAL RENAL AND OXALATE

Fit-aroma®
ZELENI ČAJ (CAMELLIA SINENSIS) pomaga zmanjševati poškodbo renalnega epitela in povečuje izločanje urina, s čimer preprečuje nastajanje ledvičnih kristalov in kamnov.



Fit-aroma®
Napredna tehnologija, ki združuje fito-sestavine z aromatičnimi maščobnimi kislinami.



Formula brez žit
Za razbremenitev prebavnega trakta

RENAL & OXALATE DIETA ZA PODORO LEDVICAM V PRIMERU AKUTNE OZ. KRONIČNE ODPOVEDI. OBENEM JE PRIMERNA TUDI ZA ZMANJŠEVANJE NASTAJANJA OKSALATNIH KRISTALOV.



Ribje olje
Bogato z omega-3, ki zmanjšujejo nastajanje proteinuricnih prekurzorjev



Zaščita glomerulov
Vsebuje polifenole, ki izboljšajo glomerulno filtracijo in upočasnijo napredovanje ledvičnih lezij



Nižji fosfor
Nizka vsebnost fosforja omejuje nastanek hiperfosfatemije in presnovne acidoze



Uravnoteženi elektroliti
Omejena vsebnost natrija in uravnotežena vsebnost kalcija



Prebiotiki najnovejše generacije
Pospešujejo rast koristnih bakterij v črevesni mikrobioti



Primarni antioksidant
Za zaščito ledvične sluznice

PREGLED LITERATURE NA TEMO ČEZMERNEGA IZRAŽANJA HER₂ V POVEZAVI S KARCINOMI PRI PSIH

Avtorici: Gaja Starc, študentka Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo in asist. Betka Perc, dr. vet. med., Klinika za kirurgijo in male živali, Veterinarska fakulteta, Univerza v Ljubljani

IZVLEČEK

Človeški epidermalni receptor 2 (HER2) je pri človeku pomemben onkogen povezan z različnimi karcinomi. Čezmerno izražanje HER2 povzroči povečan prenos signalov, ki spodbujajo rast in proliferacijo celic. Pri človeku je receptor pomemben pri diagnostiki, hkrati pa identifikacija čezmerne izražanja HER2 pri določenem histotipu omogoča proti HER2 usmerjeno terapijo. Homolog HER2 pri psih (erb-b2 receptorska tirozin kinaza 2; ErbB2) je nekoliko slabše raziskan, vendar pa je po strukturi in funkciji soroden humanemu receptorju, kar kaže na njegovo potencialno vpletenost v razvoj različnih karcinomov pri psih. Boljše poznavanje ravni izražanja HER2 v povezavi z razvojem tumorjev pomeni napredek s področja terapije in diagnostike ter omogoča bolj učinkovito zdravljenje psov obolelih z različnimi karcinomi. Spodbudne rezultate z uporabo anti-HER terapije pri psih so *in vitro* dosegli pri karcinomu mlečne žleze in prehodnoceličnem karcinomu sečnega mehurja. Dosedanje študije pa niso razkrile značilne povezave med HER2 statusom in kliničnimi karakteristikami karcinomov pri psih.

Ključne besede: HER2, čezmerno izražanje; karcinomi; psi

HER2 (človeški epidermalni receptor 2) je transmembranski tirozin kinazni receptor in skupaj s HER1, HER3 ter HER4 član družine človeških receptorjev za epidermalni rastni faktor, ki regulirajo normalno celično proliferacijo, razvoj in preživetje. Homolog HER2 receptorja pri psih je erb-b2 receptorska tirozin kinaza 2 (ErbB2) – tirozin kinazni receptor ključen za celično proliferacijo in diferenciacijo. Zaradi večje prepoznavnosti HER2 v primerjavi s homologom pri psih in za enostavnejši študij teh proteinov v kontekstu primerjalne onkologije, se v literaturi tudi pri psih običajno uporablja kar poimenovanje HER2 [1].

Onkogeno aktivacija HER2 pogosto poteka po mehanizmu genske ojačitve (angl. gene amplification), ki vodi v prekomerno izražanje proteinov na celični membrani in prenos signalov, ki uravnavajo rast celic. Pri človeku je HER2 povezan z raz-

ličnimi karcinomi – čezmerno se izraža zlasti pri tistih, ki se pojavljajo na želodcu, debelem črevesu in dojkah. Zaradi pogoste čezmerne ekspresije v tumorskih celicah služi kot prognostični in terapevtski biomarker. Obstajajo zdravila, ki z usmerjenim anti-HER2 delovanjem izboljšajo klinično sliko pacienta. Primer takšnega zdravila je *trastuzumab*, humanizirano monoklonalno protitelo proti zunajcelični domeni proteina HER2, ki se uporablja pri zdravljenju raka dojke in želodca. Različne klinične študije so pokazale tudi potencial drugih anti-HER2 zdravil, kot so monoklonalno protitelo pertuzumab in tirozin kinazni inhibitorji *lapatinib* ter *afatinib* [1,2].

Čezmerno izražanje HER2 v povezavi z različnimi karcinomi pri psih ostaja predmet razprave. Analiza izražanja receptorja pri različnih histotipih in identifikacija tumorjev potencialno občutljivih na proti

HER2 usmerjeno terapijo, predstavlja pomemben napredek v veterinarski onkologiji malih živali [1,3].

KARCINOM MLEČNE ŽLEZE

Večina raziskav izražanja HER2 pri človeku je povezana z rakom dojke in tudi pri psih je izražanje HER2 najboljše raziskano pri tumorjih mlečne žleze. Analiza izražanja HER2 na področju tumorja je pri ženskah rutinski test in ključen del diagnostike raka dojke. Prekomerno izražanje je prisotno pri približno 20 % humanih tumorjev in je povezano s slabšo prognozo [1].

Precej manj je znano o vlogi HER2 pri karcinomi mlečne žleze pri psih. Rezultati raziskav stopnje izražanja HER2 pri psih so namreč zelo različni – ena izmed študij, kljub analizi 350 vzorcev karcinomov mlečne žleze, ni odkrila nobenega HER2 pozitivnega primera, nasprotno pa je bil odstotek HER2 pozitivnih primerov pri ostalih izvedenih študijah v razponu od 13,5 % do 35,3 %. Raznoliki so tudi ključki glede povezave med povišanim izražanjem HER2 in klinično sliko – ena izmed študij je pokazala celo korelacijo med višjo stopnjo izražanja HER2 in povečano možnostjo preživetja. Poleg tega niso opazili značilne razlike v ekspresiji HER2 pri benignih in malignih tumorjih, kar kaže na vlogo HER2 pri nastanku tumorja, ne pa nujno na vpletenost receptorja pri maligni transformaciji. HER2 torej ni dober pokazatelj malignosti [1,2,4,5].

Muscatello *et al.* so čezmerno izražanje receptorja povezali s povečanim številom kopij HER2, ne pa s klinično-patološkimi parametri povečane malignosti raka mlečne žleze pri psih. Identificirali so tudi 37,5 % vzorcev negativnih na imunohistokemijo in pozitivnih za gensko ojačitev HER2 analizirano s fluorescentno *in situ* hibridizacijo (FISH). To neskladje rezultatov obeh tehnik je opisano tudi pri raku do-

jke pri človeku, kjer so se pacienti kljub pomanjkanju zaznavnosti proteina delno ali popolnoma odzivali na terapijo kombinirano z neoadjuvansi s HER2 blokirajočim reagentom (angl. HER2 blocking agent), kar kaže na pomen testiranja z obema tehnikama [2,6].

Rezultatov kliničnih študij izvedenih na psih s karcinomi mlečne žleze sicer še ni, je pa bila dosežena inhibicija rasti celičnih linij karcinomov z uporabo *trastuzumaba* [1,7].

KARCINOM PREBAVNEGA TRAKTA

Brunetti *et al.* navajajo, da je HER2 pri psih vključen v razvoj malignih tumorjev epitelijskih celic, izmed katerih prevladujejo karcinomi prebavnega trakta. Ugotovili so, da bi lahko karcinome intestinalnega izvora potencialno zdravili z anti-HER2 terapijo, saj je bilo HER2 pozitivnih 80 % črevesnih in 42 % rektalnih karcinomov. Izmed črevesnih vzorcev so bili HER2 pozitivni vsi karcinomi tankočrevesnega izvora, karcinomi debeločrevesnega izvora pa so bili glede na izražanje HER2 variabilni. Močno bazolaterarno izražanje pa so odkrili tudi pri normalni črevesni sluznici. Za potrditev korelacije med čezmernim izražanjem HER2 receptorja pri črevesnih karcinomi psov in naravo tumorjev, prognozo ter odzivom na specifično usmerjeno terapijo so potrebne usmerjene študije izvedene na večjem številu vzorcev [1].

PLOŠČATOCELIČNI KARCINOM

Pri ploščatoceličnih karcinomi je prekomerno izražanje HER2 precej neizrazito, zlasti v primerjavi z intestinalnimi. Le 37 % karcinomov oralnega in 28 % karcinomov dermalnega izvora je bilo ocenjenih z najvišjo oceno (3+) v skladu z ASCO/CAP 2018 smernicami [1,8]. Podobno velja tudi za ploščato-

fotografija: Eva Vodopija



celične karcinome glave in vratu pri človeku, kar kaže na omejeno vlogo prekomernega izražanja HER2 pri tem tipu malignosti [1].

KARCINOM UROTELIJA (PREHOD-NOCELIČNI KARCINOM SEČNEGA MEHURJA)

Prehodnocelični karcinom sečnega mehurja je po naravi precej agresiven, značilne pa so tudi pogoste metastaze limfnih vozlov, pljuč, vretenčnih kosti in drugih organov [9]. Izražanje HER2 pri urotelijskih karcinomih psov je bilo z imunohistokemijo in PCR (za analizo števila kopij) preučeno že v preteklih študijah, glede na katere je bil delež primerov prekomernega izražanja 56 % oz. 60,9 % [9,10]. V raziskavi Brunetti *et al.* je bil delež pozitivnih rezultatov še višji (75 %), kar kaže na vlogo HER2 v karcinogenezi urotelija pri psih [1].

Sama prognostična vloga HER2 je tudi pri tem karcinomu zaenkrat slabo raziskana. Glede na rezultate ene izmed študij, naj ne bi bilo značilne korelacije med HER2 pozitivnostjo in bolezenskim izidom, v raziskavi Tsuboi *et al.* pa so ugotovili, da je HER2 pozitivnost bolj izrazita pri tumorjih večjega premera in da je vključenost limfnih vozlov prisotna zgolj pri HER2 pozitivnih primerih. Največjo imunoreaktivnost za HER2 so zaznali pri karcinomih gradusa 2 (angl. grade 2), vzorci tumorjev gradusa 3 pa so bili medsebojno zelo heterogeni. Zmanjšano izražanje HER2 pri gradusu 3 je morda posledica dediferenciacije neoplazemskih celic, kar je zanimivo s stališča terapevtskega 'ciljanja' HER2, saj kaže na možnost rezistence HER2-negativnih neoplazemskih celic na anti-HER2 terapijo [1,9].

Pri prehodnoceličnem karcinomu *lapatinib* inhibira fosforilacijo HER2 in rast tumorja *in vitro* ter zmanjša volumen tumorja *in vivo*, kar kaže na zmožnost inhibicije HER2 signalizacije in posledično zavstavitve celičnega cikla tudi pri psih [2].

ADENOKARCINOM ŽLEZ ANALNIH VREČK

Adenokarcinom apokrinih žlez analnih vrečk pri psih je agresiven tumor, ki ga okarakterizira večja količina HER2 mRNA in višji nivo izražanja proteina v primerjavi z normalnim tkivom analnih vrečk. Visoko stopnjo izražanja so identificirali pri 80 % analiziranih vzorcev, HER2 negativnih vzorcev pa ni bilo. Rezultati kažejo na potencialno vlogo HER2 pri malignosti karcinoma analnih vrečk in posledično na možnost HER2 usmerjene terapije pri tej vrsti

raka. Z uporabo pretočne citometrije so dokazali, da se zdravilo *trastuzumab* veže na HER2, ki ga izražajo celice žlez analnih vrečk in da je čezmerno izražen HER2 lokaliziran na membrani. Za ugotovitev korelacije med HER2 statusom in kliničnimi karakteristikami so potrebne študije z več vzorci [11].

KARCINOM PROSTATE

Tudi pri humanem karcinomu prostate je bila opažena povečana ekspresija HER2. Ta vrsta neoplastičnega obolenja se pri psih pojavlja mnogo redkeje kot pri človeku in je posledično slabše raziskana. V študiji Sakai *et al.* so pri analizi 13 karcinomov prostate psov čezmerno ekspresijo HER2 identificirali pri 61,5 % vzorcev, vendar pa niso odkrili značilne korelacije s klinično sliko. Pri vseh vzorcih, kjer so opazili povečano število kopij (37,5 % vzorcev), so identificirali tudi čezmerno izražanje, vendar pa je do povečane ekspresije v nekaj primerih prišlo tudi brez povečanega števila kopij. To kaže na obstoj več različnih mehanizmov, ki botrujejo k povečanemu izražanju HER2. Za identifikacijo le-teh in nadaljnjo osvetlitev patogeneze karcinoma prostate so pri psih potrebne nadaljnje raziskave [12].

OSTEOSARKOM

V raziskavi Flint *et al.* so s PCR v realnem času analizirali 7 celičnih linij in 10 vzorcev tkiva osteosarkomov pri psih. HER2 je bil čezmerno izražen v 86 % celičnih linij in 40 % vzorcev tkiva, kar kaže na potencialno vpletenost receptorja pri patogenezi osteosarkoma in možnost usmerjene terapije [13]. Spodbudne rezultate zmanjševanja nivoja metastaz pri osteosarkomu psov so dosegli z anti-HER2 imunoterapijo z uporabo rekombinantne bakterije *Listeria monocytogenes*, ki izraža himerni človeški fuzijski protein HER2/neu [9].

ZAKLJUČEK

Analiza izražanja HER2 je pomembna tako v diagnostiki kot tudi pri terapiji, več znanja na tem področju tako omogoča učinkovitejše zdravljenje psov obolelih z različnimi karcinomi. Raziskave pa so uporabne tudi s stališča primerjalne onkologije, saj je mogoče pse uporabiti kot predklinični model za razvoj novih terapij ali pa s pridobljenim znanjem dodatno osvetliti mehanizem delovanja različnih karcinomov pri človeku.

Za oprijemljivejše rezultate s področja čezmerne ekspresije HER2 pri karcinomih psov so potrebne bolj ciljno usmerjene raziskave na večjem številu

vzorcev, potrebno pa je tudi več standardizacije in vsesplošnega konsenza na tem področju. Med obstoječimi raziskavami se namreč pojavljajo določene nekonsistentnosti, kot so analiza karcinomov v različnih stadijih in heterogenost pri operativnih postopkih ter pooperativnih terapijah, ki vplivajo na preživetje pacientov. V uporabi so tudi raznoliki pristopi vrednotenja, ki zmanjšujejo medsebojno primerljivost študij. Rezultati raziskav kažejo tudi na pomen hkratne uporabe več tehnik, saj rezultati pridobljeni izključno z imunohistokemijo pogosto ne predstavljajo celotne slike.

VIRI IN LITERATURA

1. Brunetti B, Bacci B, Sarli G, Pancioni E, Muscatello LV. Immunohistochemical Screening of HER2 in Canine Carcinomas: A Preliminary Study. *Animals (Basel)*. 2021;11: 1006. doi:10.3390/ani11041006
2. Muscatello LV, Gobbo F, Di Oto E, Sarli G, De Maria R, De Leo A, et al. HER2 Overexpression and Cytogenetical Patterns in Canine Mammary Carcinomas. *Vet Sci*. 2022;9: 583. doi:10.3390/vetsci9110583
3. Cadena García JM, Giraldo Murillo CE, Ramos Jaramillo M, Cadena García JM, Giraldo Murillo CE, Ramos Jaramillo M. EGFR and HER2 small molecules inhibitors as potential therapeutics in veterinary oncology. *Revista Colombiana de Ciencias Químico - Farmacéuticas*. 2020;49: 452–471. doi:10.15446/rcciquifa.v49n2.89898
4. Kaszak I, Ruszczak A, Kanafa S, Kacprzak K, Król M, Jurka P. Current biomarkers of canine mammary tumors. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2018;60: 66. doi:10.1186/s13028-018-0417-1
5. Abadie J, Nguyen F, Loussouarn D, Peña L, Gama A, Rieder N, et al. Canine invasive mammary carcinomas as models of human breast cancer. Part 2: immunophenotypes and prognostic significance. *Breast Cancer Res Treat*. 2018;167: 459–468. doi:10.1007/s10549-017-4542-8
6. Gibbons-Fideler I, Nitta H, Murillo A, Tozbikian G, Banks P, Parwani AV, et al. Identification of HER2 Immunohistochemistry-Negative, FISH-Amplified Breast Cancers and Their Response to Anti-HER2 Neoadjuvant Chemotherapy. *American Journal of Clinical Pathology*. 2019;151: 176–184. doi:10.1093/ajcp/aqy136
7. Singer J, Weichselbaumer M, Stockner T, Mechtcheriakova D, Sobanov Y, Bajna E, et al. Comparative oncology: ErbB-1 and ErbB-2 homologues in canine cancer are susceptible to cetuximab and trastuzumab targeting. *Molecular Immunology*. 2012;50: 200–209. doi:10.1016/j.molimm.2012.01.002

8. Wolff AC, Hammond MEH, Allison KH, Harvey BE, Mangu PB, Bartlett JMS, et al. Human Epidermal Growth Factor Receptor 2 Testing in Breast Cancer: American Society of Clinical Oncology/College of American Pathologists Clinical Practice Guideline Focused Update. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*. 2018;142: 1364–1382. doi:10.5858/arpa.2018-0902-SA
9. Tsuboi M, Sakai K, Maeda S, Chambers JK, Yonezawa T, Matsuki N, et al. Assessment of HER2 Expression in Canine Urothelial Carcinoma of the Urinary Bladder. *Vet Pathol*. 2019;56: 369–376. doi:10.1177/0300985818817024
10. Millanta F, Impellizeri J, McSherry L, Rocchigiani G, Aurisicchio L, Lubas G. Overexpression of HER-2 via immunohistochemistry in canine urinary bladder transitional cell carcinoma - A marker of malignancy and possible therapeutic target. *Veterinary and Comparative Oncology*. 2018;16: 297–300. doi:10.1111/vco.12345
11. YOSHIMOTO S, KATO D, KAMOTO S, YAMAMOTO K, TSUBOI M, SHINADA M, et al. Detection of human epidermal growth factor receptor 2 overexpression in canine anal sac gland carcinoma. *J Vet Med Sci*. 2019;81: 1034–1039. doi:10.1292/jvms.19-0019
12. Sakai K, Shinohara Y, Kaji K, Yonezawa T, Momoi Y, Maeda S. Human epidermal growth factor receptor 2 is overexpressed in canine prostate carcinoma. *Translational and Regulatory Sciences*. 2021;3: 1–8. doi:10.33611/trs.2020-018
13. Flint AF, U'Ren L, Legare ME, Withrow SJ, Dernell W, Hanneman WH. Overexpression of the erbB-2 proto-oncogene in canine osteosarcoma cell lines and tumors. *Vet Pathol*. 2004;41: 291–296. doi:10.1354/vp.41-3-291

REPRODUKCIJA GLOBOKOMORSKIH TRNKARIC

Avtorici: Angela Jakljič, študentka Veterinarske fakultete in prof. dr. Valentina Kubale, dr. vet. med., Inštitut za predklinične vede, Veterinarska fakulteta, Univerza v Ljubljani

IZVLEČEK

Reprodukcija določenih vrst rib podreda globokomorskih trnkaric (lat. Ceratoidei), reda morskih spak (lat. Lophiiformes) se je evolucijsko razvijala več milijonov let v popolni temi. Posledica tega je izrazit spolni dimorfizem, saj so samci veliko manjši kot samice, poleg tega pa imajo samice izoblikovan poseben način prehranjevanja, s pomočjo organa podobnega ribiški palici, imenovanega ilicij, v katerem živijo simbiotske bioluminiscenčne bakterije. Imajo tudi posebno obliko telesa, ki jim omogoča zaužitje dvakrat večjega plena. Za ta podred je značilen dimorfni spolni parazitizem, pri katerem se samci začasno ali celo trajno pritrjujejo na samico. Zaradi trajne spojitve telesa samca in samice se je razvil na poseben način spremenjen imunski odziv t. i. imunomodulacija, ki je povzročila izgubo določenih genov, ki kodirajo poglavne komplekse tkivne skladnosti (MHC; iz angl. major histocompatibility complex), koreceptorjev na različnih limfocitih T in celo genov, ki pomagajo pri nastanku protiteles.

Ključne besede: globokomorske trnkarice; reprodukcija; spolni parazitizem; histokompatibilnost; imunomodulacija; bioluminiscenca

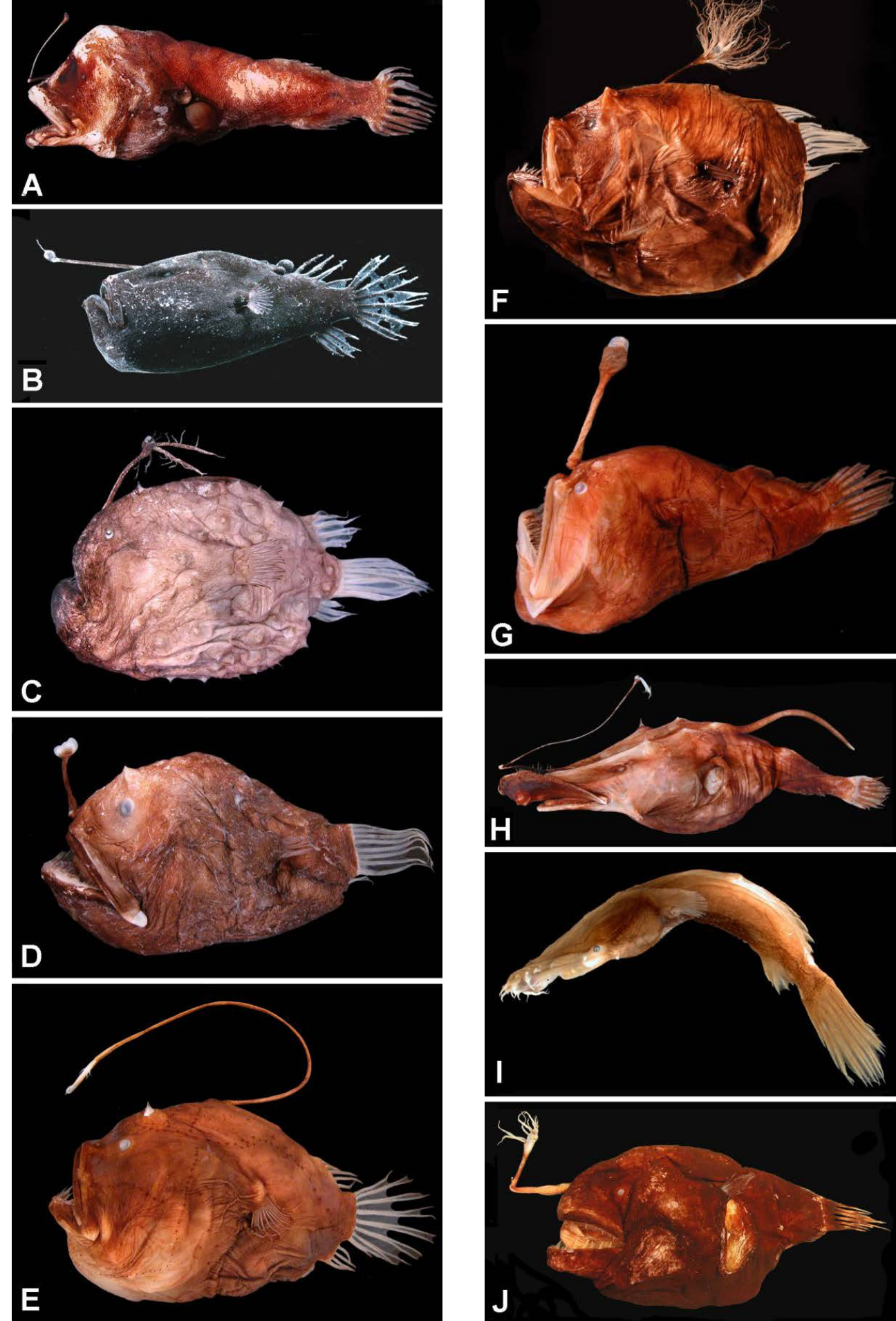
GLOBOKOMORSKE TRNKARICE

Globokomorske trnkarice so najštevilčnejše v redu morskih spak s 168 znanimi vrstami. Živijo v popolni temi v vseh oceanih na globinah pod 300 m. Merijo od 2 do 18 cm, nekatere vrste tudi do 100 cm. Velika raznolikost v velikosti je posledica spolnega dimorfizma – samci so veliko manjši kot samice (Swann in sod., 2020).

Glede na habitat v katerem živijo, so razvile posebne mehanizme, ki jim omogočajo boljše preživetje, kot npr. poseben način hranjenja. Samice globokomorskih trnkaric za pomoč pri iskanju hrane uporabljajo poseben luminiscenčni organ, ki se imenuje ilicij (*illicium*), ki je preoblikovana prva koščica hrbtne plavuti, ki se nahaja na vrhu njihove glave (Mensing, 2011). Ilcij ima obliko ribiške palice in jim v temi na morskom dnu pomaga v njihovo bližino privabiti plen, pa tudi samce k samici. Ilcij je zgrajen iz prosojnega tkiva, v katerem se nahajajo bioluminiscenčne simbiotske bakterije

družine *Enterovibrio*, ki proizvajajo svetlobo v celi-
cah, ki oddajajo svetlobo in se imenujejo fotofore (Isakov, 2022). Novejše raziskave nakazujejo, da globokomorske trnkarice bioluminiscenčne bakterije pridobijo iz okolja, v katerem živijo, saj so odkrili te bakterije tudi v vodi. Zanimivo je tudi to, da so pri vsaki vrsti globokomorskih trnkaric z bioluminiscenco, ki so jih proučevali, odkrili le eno vrsto simbiotskih bakterij, najpogosteje *E. luxaltus* ali *E. escacola* (Baker in sod., 2019). S pomočjo bioluminiscence osvetljen ilicij se lahko premika naprej in nazaj s petimi različnimi pari mišic, ki so povezane s premiki ilicijeve kosti, tudi ko celo telo miruje, kar še naredi mimiko žive vabe še bolj učinkovito.

Sama bioluminiscenca pa nastane s kemično reakcijo, ko vzbujena molekula preide v osnovno stanje, pri katerem se kemična energija pretvori v svetlobo v organizmu. Za to je potreben substrat, protein luciferin, in ustrezen encim, luciferaza. Produkta eksogene biokemijske reakcije sta energija, sproščena v obliki svetlobe in neaktivni oksiluciferin. Kadar sta



Slika 1: Raznolikost med globokomorskimi trnkaricami. Vrste: A. *Centrophryne spinulosa*, B. *Cryptopsaras couesii*, C. *Himantolophus appellii*, D. *Diceratias trilobus*, E. *Bufoferatias wedli*, F. *Bufoferatias shaoi*, G. *Melanocetus eustalus*, H. *Lasiognathus amphirhamphus*, I. *Thaumatichthys binghami*, J. *Chaenophryne quasiramifera* (Baker LJ, 2019). Za vse vrste ni značilen dimorfni spolni parazitizem.

protein in encim povezana v enoten kompleks, ki potrebuje za nastanek svetlobe določen ion (npr. Ca^{2+}), ga imenujemo fotoprotein. Luciferaze imajo več izoformnih oblik, zaradi različnih aminokislinskih zaporedij, zato oddajajo svetlobo različnih valovnih dolžin (Kubale in Vrecl, 2004).

Za globokomorske trnkarice je značilno, da so mesojede in imajo poleg ilicija številne prilagoditve za lovljenje plena. Njihovo telo je okroglo, največji del telesa pri večini vrst zavzema glava z velikimi usti v obliki polmeseca, ki so polna velikih ostrih zob. Odsotnost reber, zelo raztegljivo telo in ogromna čeljust, jim omogočajo, da lahko pojedjo celo dvakrat večji plen od sebe (Isakov, 2022).

Različne vrste so med sabo lahko zelo raznolike, kar je presenetljivo glede na podobno okolje, v katerem živijo. Nekatere imajo velike glave z ogromnimi usti v obliki polmeseca, čeljustmi polnimi dolgih zob, nagnjenih navznoter za učinkovito grabljenje plena. Take čeljusti omogočijo počasen, a močan ugriz, pri tem pa se čeljust na enem koncu močno izboči. Lahko pa imajo dolge zobe, podobne strupnikom pri kačah, ki jim omogočijo lovljenje s hitrim, šibkim ugrizom in manjšo izbočenostjo čeljusti na način delovanja »pasti za volkove« (Heiple, 2023). Čeljust in želodec globokomorskih trnkaric se lahko razširita, da lahko pojedjo plen, ki je dvakrat večji od njihove velikosti. Zaradi omejene količine hrane, ki je na voljo v okolju globokomorske trnkarice, ta prilagoditev globokomorski trnkarici omogoča

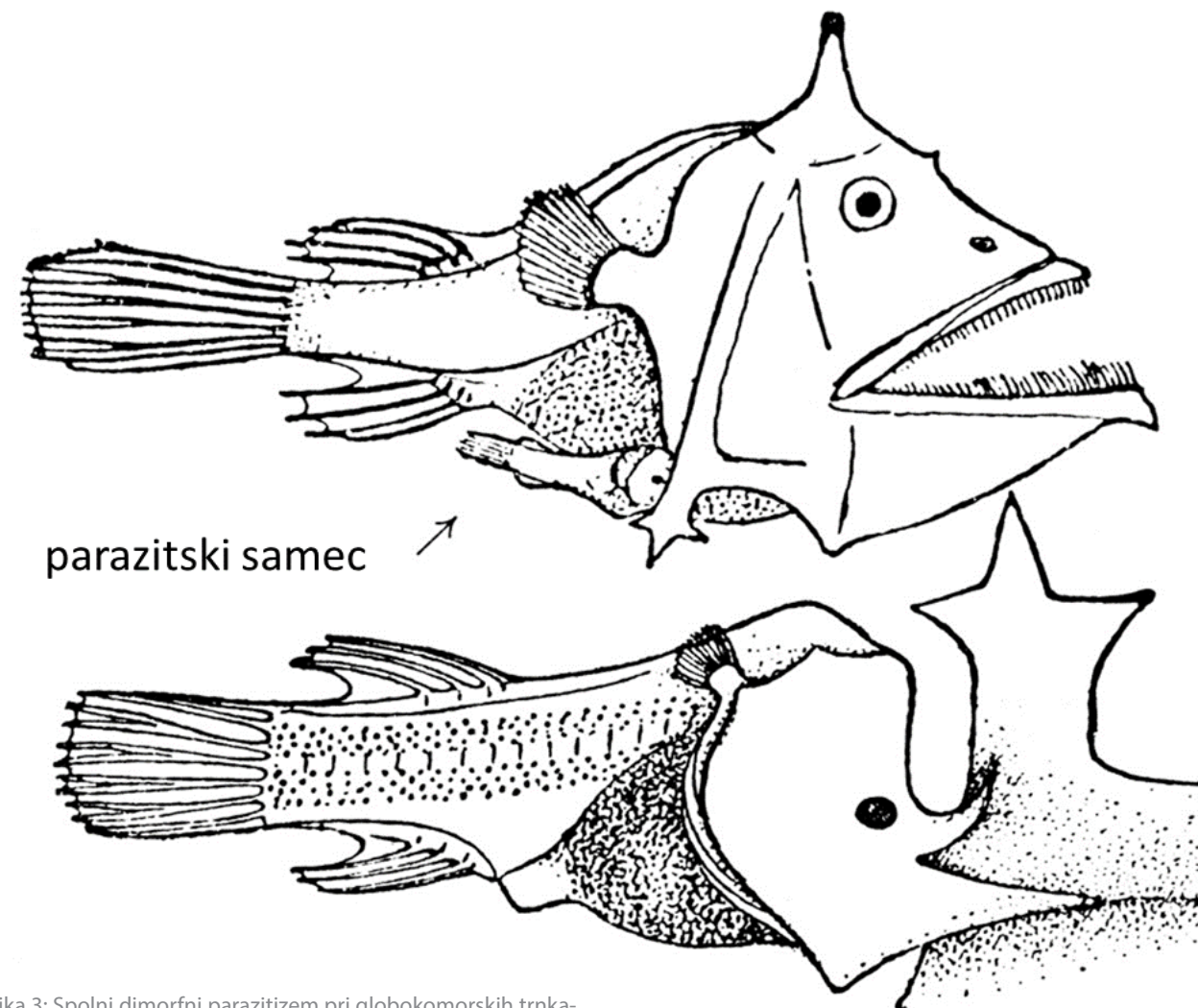
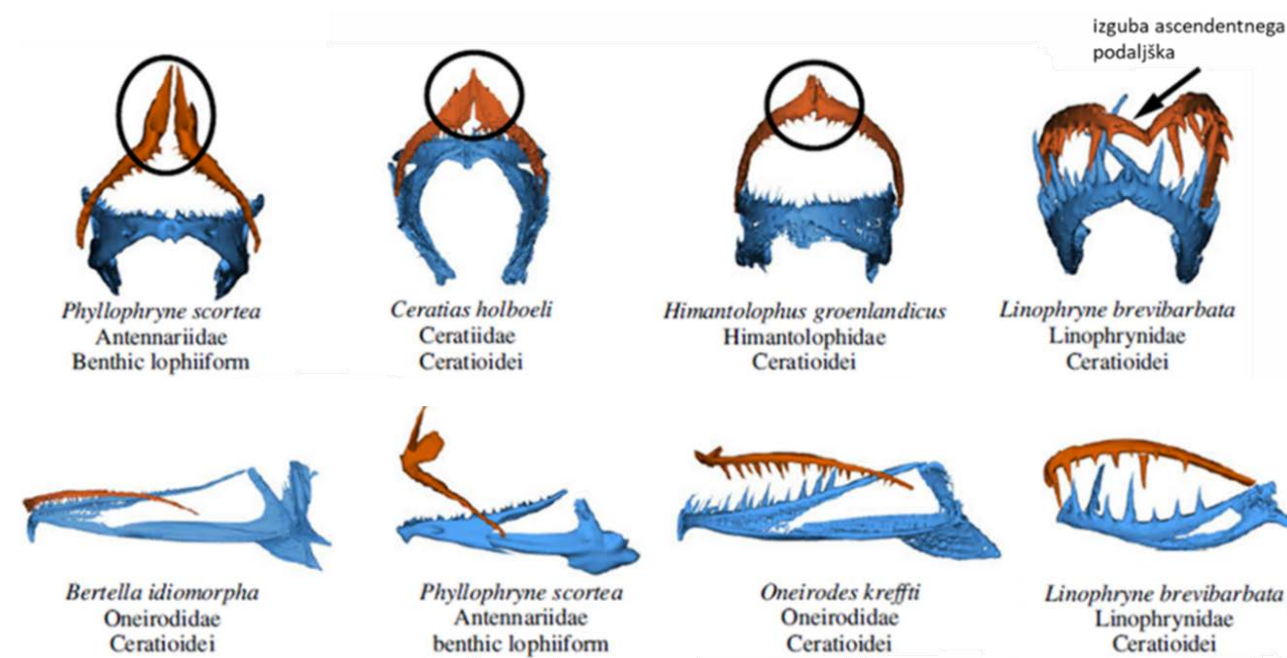
shranjevanje hrane, ko je le-ta v izobilju. Globokomorske trnkarice so oportunistične lovke za hrano. Lovijo ribe, pa tudi rake in kozice (Espinoza, 2008).

Zanje je značilno tudi nekoliko nenavadno plavalno vedenje. Opazili so jih, da lebdi obrnjene popolnoma nepremično, z ilicijem, ki je togo visel v rahlem loku pred ribo, kar naj bi bilo povezano s poskusom privabljanja plena in nizkoenergetskim oportunističnim iskanjem hrane in plenjenja (Luck, 2008).

DIMORFNI SPOLNI PARAZITIZEM IN REPRODUKCIJA GLOBOKOMORSKIH TRNKARIC

Leta 1922 so prvič na samici globokomorske trnkarice odkrili pritrjeni dve manjši ribi, za katere so predvidevali, da sta njeno potomstvo. Kasneje so ugotovili, da gre za veliko manjša samca (Winter, 2020). Reprodukcijski določeni vrst rib podreda globokomorskih trnkaric (lat. Ceratioidei), reda morskih spak (lat. Lophiiformes) se je tekom evolucije razvijala več milijonov let v popolni temi, kar je privedlo do posebne trajne združitve večje samice in majhnega samca. Pri tem se združita tkivo samca in samice, lahko pa pride celo do združitve njunega krvžilnega sistema. Tak način reprodukcije jim omogoča večji uspeh pri zagotavljanju potomstva v okolju, v katerem se predstavniki omenjenega reda zelo redko srečajo. Velika posebnost tega spolnega parazitizma pa je tudi t. i. imunomodulacija oz.

Slika 2: Morfologija čeljusti in zob 57 vrst morskih spak, kamor spadajo tudi globokomorske trnkarice. Oranžno je obarvana zgornja čeljust, modro pa spodnja čeljust. Vidne so raznolikosti funkcionalnih prehranjevalnih lastnosti, povezane z navzgorjim (ascendentnim) podaljškom, ki omogoča izbočenje premaksile ter raznolikosti v dolžini in širini zob ter razmikih med njimi (Heiple, 2023).



Slika 3: Spolni dimorfni parazitizem pri globokomorskih trnkaricah (vir: Sexual Dimorphism In The Oceanic Angler-Fish 'Eurychordichthys Schmidti').

spremenjen imunski odziv samice globokomorske trnkarice (Isakov, 2022).

Beseda spolni dimorfizem oz. spolna dvoličnost se nanaša na pogost pojav, ki ga srečamo v živalskem kraljestvu pri katerem se samci in samice med seboj zelo razlikujejo. Razlike se lahko nanašajo na telesno zgradbo ali druge znake. Če pogledamo na primer južnomorske slone, so samci približno 40 odstotkov težji od samice. Samci tehtajo od 2200 do 4000 kg, samice pa od 400 do 900 kg. Pri globokomorskih trnkaricah pa naletimo na še bolj skrajšen fenomen spolnega dimorfizma, ki je pripeljal do tega, da dolgo časa samcev sploh niso uvrščali v isto družino kot samice. Samice so lahko do 60-krat daljše in polmilijonkrat večje od svojih samcev in si niso skoraj nič podobne. Za samice so značilne majhne, nerazvite oči in dolg ilicij, ki deluje kot vaba za privabljanje njihovega plena. Nasprotno pa imajo samci velike, dobro razvite oči in nosnice ter nimajo vabe (ilicija) (Winter, 2020).

Razlog, da so tako različno oblikovani, je povezan z njihovo reprodukcijsko strategijo. Ko se sam-

ci izležejo imajo ogromna jetra, ki jim pomagajo preživeti nekaj mesecev brez hrane (podobno rumenjaki in drugi živali). Njihova ogromna jetra pomembno prispevajo pri njihovem edinem iskanju v življenju – najti samico. Njihove dobro razvite oči iščejo v temi za posamezno vrsto značilno bioluminiscenčno vabo. Pri tem jim pomaga dobro razvit voh in vomeronazalni organ, da zavohajo feromone, značilne za posamezno vrsto rib.

Ko samci globokomorskih trnkaric zaznajo samičine feromone v vodi in jo izsledijo, se prične parazitski del njihove ljubezenske in reprodukcijske zgodbe. Namesto ilicija imajo samci večine vrst globokomorskih trnkaric dobro razvit rostrum, koničasto kožo na vrhu glave, pa tudi posebej razvite denticule (nekakšne zobe). Ko samec najde svojo samico se nanjo pritrdi tako, da jo ugrizne za bok in se je drži. S tem si zagotovi, da ga nikoli ne zapusti.

Pri nekaterih vrstah je to samo začasno in brez spojitve tkiv, pri drugih pa pride do trajne spojitve tkiv, tako da samec s posebnimi encimi razgradi samičino tkivo na mestu ugriza, samčeva koža okrog ust



Slika 4: Samica vrste *Photocorynus spiniceps* z miniaturnim samcem pritrjenim na njen hrbet (vir: Theodore W. Pietsch, University of Washington).

začne hitro rasti proti samici in se sčasoma zlije z njeno kožo. Kasneje pride še do atrofije samčevih oči, plavuti in vseh notranjih organov razen testisov. Združi se tudi njun krvožilni sistem, da se lahko samec prehranjuje preko samice. Tako se oblikuje spolni parazitizem, pri katerem par postane himera, sposobna samooploditve. Parazitski samec je tako popolnoma integriran v krvni obtok samice in je od nje odvisen, da mu zagotovi vsa hranila. Spojitev je tako končana in samci so združeni s samico doživljenjsko (Winter, 2020).

Na tej točki se pri nekaterih vrstah samčevi testisi začnejo povečevati in zoreti. Ostanajo reprodukcijsko aktivni in sodelujejo pri več drstitvah, kadarkoli želita. Samec oplodi jajčeca, ki jih samica odloži v odprto vodo, brez iskanja drugega partnerja.

Na samico se lahko pritrdi celo več samcev, s katerimi deli svoj krvožilni sistem. Pri vrsti *Cryptopsaras couesii* so na samici našli celo osem samcev naenkrat. Združitev samca in samice v parabiozi (naravni združitvi dveh različnih osebkov) je zelo zanimiva z imunološke perspektive, saj bi takšna spojitev pri drugih vretenčarjih povzročila močan odziv imunskega sistema zaradi nelastnih poglavitnih kompleksov tkivne skladnosti ali MHC (iz angl. major histocompatibility complex) (Isakov, 2022).

HISTOKOMPATIBILNOST IN IMUNO-GENETIKA DIMORFNEGA SPOLNEGA PARAZITIZMA

Spremenjen imunski odziv (imunomodulacija) globokomorskih trnkaric je bil dolga leta skrivnost, ki so

jo šele v zadnjih letih vsaj delno razvozlali. Morske spake in med njimi tudi globokomorske trnkarice imajo imunski sistem podoben ostalim vretenčarjem z vidika osnovnih imunskih celic in imunskega odziva. Pri ostalih vretenčarjih bi presaditev tujega organa, kaj šele združitev dveh različnih krvnih obtokov v enega povzročila močan imunski odziv in zavračanje tujega tkiva, zato v humani medicini uporabljamo natančno preverjanje ujemanja haplotipov MHC in imunosupresivna zdravila (Isakov, 2022).

Prirojena imunost igra veliko vlogo pri zavrnitvi organov, saj limfociti T prepoznajo peptidne antigene na površini antigen-predstavitvenih celic in sprožijo odziv. Swan in sod. (2020) so naredili genetsko raziskavo na globokomorskih trnkaricah, pri katerih se samci pritrjujejo začasno, stalno in na tistih, ki se ne pritrjujejo. Ugotovili so, da imajo vse trnkarice brez pritrjevanja in večina z začasnim pritrjevanjem veliko število genov za MHC I tipa U (*mhc1u*) in majhno število genov za MHC I tipa Z (*mhc1z*), kar je normalno za ta razred rib (lat. Teleostei). Te iste vrste so imele tudi mnogo več alelov za *mhc2a*. Pridobljeni rezultati nakazujejo, da zelo raznolika genetska sestava *mhc* ne predstavlja imunološke bariere za vrste, ki se začasno pritrjujejo. V nasprotju z njimi pa imajo vrste, ki se trajno pritrjujejo z enim samcem, močno spremenjeno genetsko sestavo MHC. Te so imele največ dva gena *mhc1u* in veliko več sekvenc gena *mhc1z*. Raznolikost *mhc2* je bila približno enaka kot pri vrstah brez oz. s trajnim pritrjevanjem. Pri vrstah s pritrjevanjem z več samci so našli izjemno majhno število in raznolikost genov za MHC (npr. popolnoma brez genov *mhc1u* in *mhc1z*, brez funk-

cionalnih genov za *mhc2a*, z le nekaj aleli za *mhc1z*), čeprav so ugotovili nekaj manjših ujemanj v haplotipih MHC. Pri samici in samcu, ki sta bila spojena, pa ujemanje v haplotipih MHC ni potrebno za pridružitve samca k samici.

Če povzamemo, globokomorske trnkarice s pritrjenim enim partnerjem imajo spremenjeno strukturo genov *mhc1*, globokomorske trnkarice s pritrjenimi več partnerji pa imajo skoraj popolno izgubo haplotipov *mhc1* in *mhc2*.

Prav tako presenetljivo vrste s trajnim pritrjevanjem nimajo genov za koreceptor CD8aβ (*cd8a* in *cd8b*), ki na CD8+ citotoksičnih limfocitih T prepozna molekule na MHC I. Vrste s pritrjenimi več samci tudi niso imele funkcionalnih genov *cd4-1* in *cd4-2*, ki kodirajo koreceptor za MHC II prepoznavajoče CD4+ celice pomagalk in gen *cd3gd*, ki kodira kompleks CD3, ki začne kaskado po vezavi receptorja limfocita T na kompleks MHC in peptida.

Humoralen imunski odziv pa je pri večini vrst normalen, le pri eni vrsti s pritrjenimi več partnerji manjka. Gen *acida*, ki kodira citidin deaminazo potrebno za hipermutacijo genov za protitelesa in za rekombinacijo ob spremembi razreda, so našli pri vseh vrstah brez pritrjevanja, odsoten pa je bil pri vseh vrstah s pritrjevanjem.

Vrsti *Haplophryne mollis* in *Photocorynus spiniceps* bi v kontekstu sesalskega imunskega sistema imeli smrtno različico kombiniranega imunskega pomanjkanja, saj nista zmožni pridobljene imunosti. Na podlagi tega se zdi, kot da globokomorske trnkarice nimajo dobrega imunskega sistema. Kako se torej obvarujejo pred patogeni? Predvidevajo, da je podred na nek način reorganiziral svojo imunost in da ima na račun slabe pridobljene imunosti bolj razvito prirojeno imunost, saj so geni za interferone, tolične receptorje (TLR, iz angl. Toll-like receptors), s citokini posredovane poti imunskega odziva in nekatere citotoksične funkcije še vedno delujoči (Swan in sod., 2020).

ZAKLJUČEK

Poleg zanimivega izgleda in simbioze z bakterijami, ki jim omogočajo bioluminiscenco, imajo globokomorske trnkarice unikaten način reprodukcije, ki nam odpira vrata v najnovejše znanje o imunomodulaciji, ta pa bi nam lahko pomagala pri presaditvi organov in tkiv, ker je težko najti ustrezne darovalce, ki imajo ujemajoče haplotipe MHC. Z vpeljavo njihovega načina imunomodulacije z gensko terapijo

bi se lahko v prihodnosti celo izognili pogostim zavrnitvam organov zaradi močnega odgovora imunskega sistema (Isakov, 2022).

VIRI IN LITERATURA

- Swann JB, Holland SJ, Petersen M, Pietsch TW, Boehm T. The immunogenetics of sexual parasitism. *Science* 2020; 369(6511): 1608–15.
- Baker LJ, Freed LL, Easson CG, Lopez JV, Fenolio D, Sutton TT, Nyholm SV, Hendry TA. Diverse deep-sea anglerfishes share a genetically reduced luminous symbiont that is acquired from the environment. *eLife* 2019; 8: e47606, 1–21.
- Mensinger AF. The skin. *Bioluminescence in Fishes*. Encyclopedia of Fish Physiology 2011; 497–503.
- Isakov N. Histocompatibility and Reproduction: Lessons from the Anglerfish. *Life* (Basel) 2022; 12(1):113.
- Kubale V, Vrecl M. Novi postopki za ugotavljanje proteinsko-proteinskih interakcij v živih celicah. *Vet Novice* 2004; 30 (9): 271–278.
- Heiple Z, Huie JM, Medeiros APM, Hart PB, Goatley CHR, Arcila D, Miller EC. Ways to build an angler: diversity of feeding morphologies in a deep-sea evolutionary radiation. *Biol Letters* 2023; 19(6), 20230049.
- Espinoza M, Ingo W. Stomach content analyses of the threadfin anglerfish *Lophiodes spilurus* (Lophiiformes: Lophiidae) associated with deepwater shrimp fisheries from the central Pacific of Costa Rica. *Revista Biol Trop* 2008; 56 (4): 1959–70.
- Luck DA, Pietsch TW. Observations of a Deep-sea Ceratioid Anglerfish of the Genus *Oneirodes* (Lophiiformes: Oneirodidae). *Copeia*. 2008 (2): 446–451.
- Winter C. Angler Fish Reproduction: When Two Become One. *Imper Bioscience Rev* 2020. (11. 11. 2022)

AFRIŠKA PRAŠIČJA KUGA – EPIDEMIOLOŠKA SLIKA V EVROPI V LETU 2022 IN UKREPI OB POJAVU

Avtorji: Laura Starešinič, študentka Veterinarske fakultete, asist. dr. Jan Plut, dr. vet. med., Klinika za reprodukcijo in velike živali, Klinika za prežvekovalce in prašiče, Veterinarska fakulteta, Univerza v Ljubljani in izr. prof. dr. Marina Štukelj, dr. vet. med., Klinika za reprodukcijo in velike živali, Klinika za prežvekovalce in prašiče, Veterinarska fakulteta, Univerza v Ljubljani

IZVLEČEK

Afriško prašičjo kugo (APK) povzroča DNA virus iz družine Asfaviridae. Je prijavljiva infektivna bolezen domačih in divjih prašičev. Endemično je razširjena v podsaharski Afriki, od leta 1978 tudi na Sardiniji. Leta 2007 se je genotip II virusa APK iz Južnega dela Afrike vnesel na Kavkaz in povzročil epidemijo, ki se še vedno širi po Evropi. Genotip II povzroča visok pogin (>95 %) pri domačih in divjih prašičih. Bolezen lahko poteka v perakutni, akutni, subakutni in kronični obliki ter asimptomatski obliki (prostoživeči prašiči v Afriki). Od domačih živali se lahko okužijo in zbolijo le prašiči. Čeprav se je v letu 2022 epidemiološka slika v Evropi v primerjavi z letom 2021 izboljšala – izbruhi bolezni so se zmanjšali za 63 % med domačimi in za 40 % med divjimi prašiči – obstajajo razlogi za zaskrbljenost. Bolezen povzroča velike ekonomske škode, ki prizadenejo gospodarstvo, prašičjerejo in lov. Gospodarsko izgubo kmeta povzročata pogin prašičev in omejitve mednarodne trgovine z živalmi in mesom, ki ni termično obdelano. V primeru izbruha bolezni je potrebno vse prašiče v reji, ki je pozitivna, evtanazirati in jih neškodljivo odstraniti. Ukrep velja tudi za okoliške reje, ne glede na to, ali so te negativne. Poleg kmetov so prizadeti tudi lovci, saj je na nekaterih okuženih območjih omejen ali popolno prepovedan lov in populacija divjih prašičev znatno zmanjšana. Obvladovanje epidemije je zelo zahtevna naloga za pristojne veterinarske organe, zato je pomembno medsebojno sodelovanje rejcev, lovcev in veterinarjev, upoštevanje ukrepov biovarnosti in ozaveščanje javnosti.

Ključne besede: afriška prašičja kuga; epidemija; ukrepi; gospodarska škoda

1 UVOD

Afriška prašičja kuga (APK) je nalezljiva virusna bolezen, ki povzroča pogine domačih in divjih prašičev. Kljub temu da povzroča veliko gospodarsko škodo v prašičjereji, virus APK ni nevaren za zdravje drugih živalskih vrst in ljudi.

Gre za dvoverižni DNA virus, ki je edini iz družine *Asfaviridae* in iz rodu *Asfivirus*. Genom sestoji iz 170 do 193 kbp (Dixon in sod., 2020). Poznanih je 23 genotipov virusa APK, vendar sta v Evropi prisotna le genotip I in II. Genotip I so v letu 2022 prvič po 40. letih izolirali v Italiji. APK je bila sprva povezana z ekološko nišo med klopi iz rodu *Ornithodoros*

in svinjo bradavičarko (*Phacochoerus africanus*) v podsaharski Afriki. Svinje bradavičarke in klopi, ki v naravi sočasno živijo v brlogih, ustvarjajo tako imenovani »silvatični cikel prenosa APK« neomejeno dolgo (Penrith in Voslo, 2009). Razširjenost cikla je omejena na dele afriške celine, kjer se je APK, zaradi rasti človeške populacije in vedno večjega števila domačih prašičev, razširila na območja, kjer se v preteklosti ni pojavljala. Podoben cikel, izključno v populaciji domačih prašičev, se je razvil tudi na Kavkazu leta 2007, ko se je genotip II virusa prvič pojavil v Gruziji in se nato razširil predvsem na populacijo domačih prašičev severno od Kavkaza do Rusije, Belorusije, Ukrajine in nato v druge evropske države (Arič in sod., 2020).

Svinje bradavičarke so naravno odporne na virus APK in običajno se pri njih ne razvije klinična oblika bolezni. Okužijo se že kot mladiči in razvijejo vseživljenjsko imunost. Toda bolezen ni omejena le na svinjo bradavičarko, temveč prizadene vse predstavnike iz družine *Suidae*. V Evropi sta edini dovzetni vrsti domači in divji prašič. Pri njih se kaže kot akutna hemoragična mrzlica z visokim deležem smrtnosti, ki se približuje 100 % (Dixon in sod., 2020). V Sloveniji lahko v primeru nenadnega pogina domačega prašiča, veterinar posumi na pojav APK. Pri tem je okužen prašič lahko brez očitnih kliničnih znakov ali pa ima samo povišano telesno temperaturo (od 40,5 do 42 °C). Klinični znaki akutne APK vključujejo rdečino kože na področju vršičkov uhljev, repa in spodnjih delov okončin ter na prsih in trebuhu. Pride do izgube apetita, naraščajoče letargije in obolevnosti. Prisotna je lahko tudi krvava driska, bruhanje, motnje v gibanju in zvriganje bregih živali (O APK, 2023).

Virus APK se prenaša neposredno s kontaktom zdravih domačih ali divjih prašičev z okuženimi (mrtvimi ali bolnimi) domačimi ali divjimi prašiči. Drugi način prenosa je stik s kontaminiranimi materiali, ki

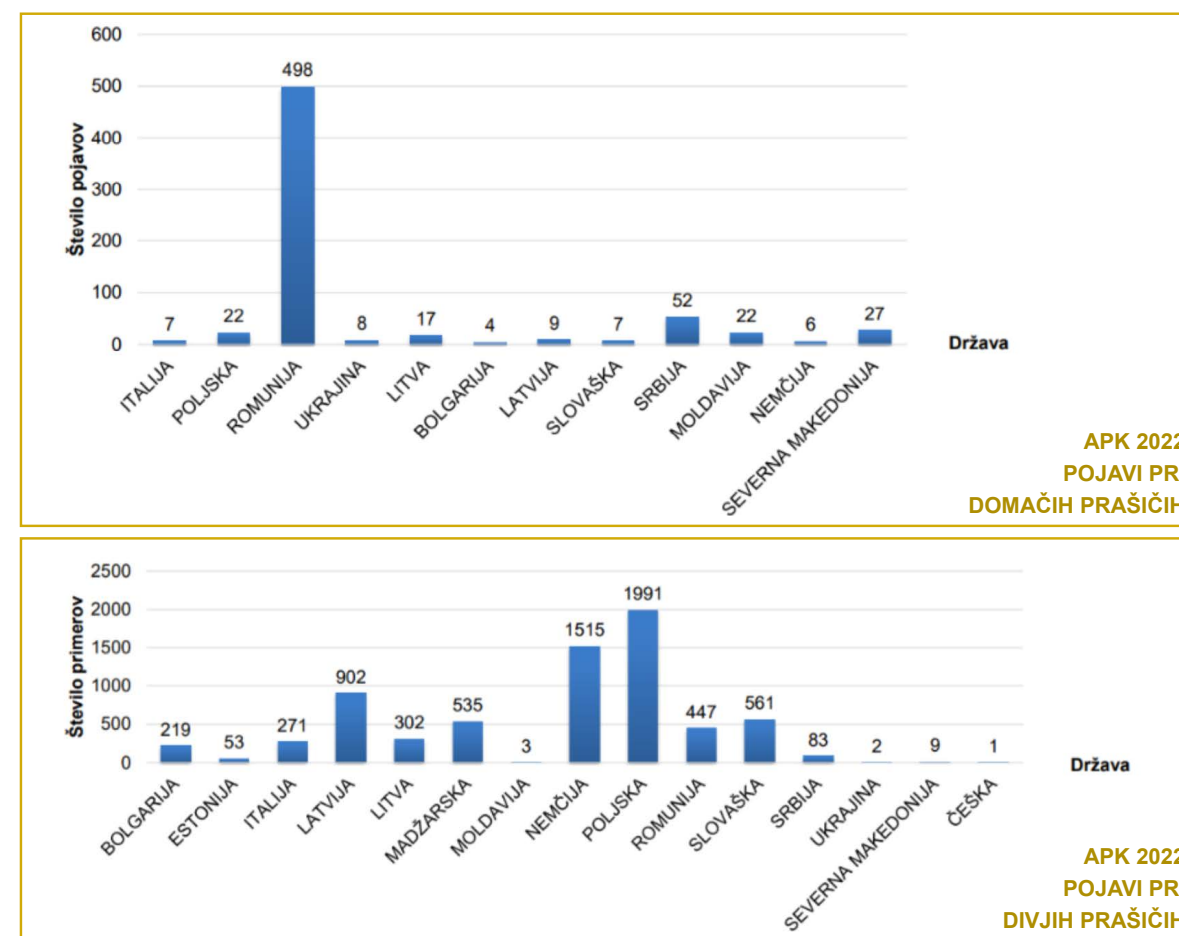
so pasivni vektorji. To so krma, nezadostno očiščena in razkužena obleka ter transportni tovornjaki. Na ta način ljudje prenašajo virus na dolge razdalje. Problem predstavlja tudi krmljenje prašičev s pomici, in sicer ostanki hrane, ki vsebujejo okuženo svinjino (O APK, 2023).

V seminarski nalogi bom predstavila statistične podatke o širjenju APK v Evropi v letu 2022 in načrt ukrepov ob pojavu bolezni v Republiki Sloveniji.

2 EPIDEMIOLOŠKA SLIKA APK V EVROPI V LETU 2022

Tri epidemiološke lastnosti, ki omogočajo virusu APK ohranjanje v populaciji domačih in divjih prašičev in dolgotrajno širjenje, so: nizka kužnost, visoka smrtnost in visoka odpornost. Interakcija teh treh lastnosti omogoča lokalno obstojnost in omejuje hitro geografsko širjenje (približno 20 km/leto ali 120 km/h) (Starešinič, 2023). Kljub temu da prisotnost afriške prašičje kuge v Sloveniji še ni ugotovljena, predstavlja širjenje virusa iz vzhodno evropskih v zahodno evropske države veliko tveganje za okužbo domačih in divjih prašičev v Slo-

Graf 1 in graf 2: Pojav virusa APK v Evropskih državah



veniji. Čeprav je bila nekoč bolezen prisotna le v državah Afrike, se je kar hitro po pojavu v Gruziji in Rusiji razširila še v Baltske države, na Poljsko, Češko, v Romunijo ter na Sardinijo, kjer je endemična (O APK, 2023).

V letu 2022 se je epidemiološka slika v Evropi v primerjavi z letom 2021 izboljšala, saj so se izbruhi bolezní zmanjšali za 63 % med domačimi in za 40 % med divjimi prašiči.

Po podatkih iz sistema Evropske unije za prijavo bolezní živali (angl. ADIS) je bilo v letu 2022 zabeleženih 679 izbruhov APK med domačimi prašiči, kar je manj kot v letu 2021, ko so zabeležili 1832 izbruhov. Pri divjih prašičih so številke višje v primerjavi z domačimi. Leta 2022 so zabeležili 6894 primerov, kar je prav tako manj kot v letu prej, ko so jih zabeležili 11570 (European commission, 2023a). Od evropskih držav je v letu 2022 največ primerov izbruha med domačimi prašiči imela Romunija (498), sledita Srbija (52) in Severna Makedonija (27), v kateri je bolezen tega leta prvič izbruhnila (European commission, 2023a).

Največ primerov bolezní med divjimi prašiči v letu 2022 je imela Poljska (1991), sledita ji Nemčija (1515) in Latvija (902) (European commission, 2023a).

3 UKREPI OB POJAVU VIRUSA APK

Četudi vladni organi okrepijo preventivne ukrepe za zaustavitev vdora bolezní iz tujih držav in okrepijo zaščito prašičjih farm pred škodo zaradi okužb z APK, lahko še vedno pride do izbruhov. Pri domačih prašičih se bolezen počasi širi, zato jo lahko z doslednim izvajanjem biovarnostnih ukrepov, evtanazijo in neškodljivim uničevanjem uspešno kontroliramo. Problem se pojavi pri divjih prašičih, ker lahko virus lokalno preživi kot bolezen habitata več mesecev oziroma let, zato je treba kadavre dosledno odstranjevati in na področjih, kjer bi divji prašiči prišli v stik z domačimi, postaviti ograje. Pristojni veterinarski organi, agencije za upravljanje gozdarstva in divjih živali, organi za ohranjanje narave in lovske organizacije, skupnosti in društva se morajo zato medsebojno obveščati o različnih vidikih težave, ki včasih močno presega njihove neposredne pristojnosti in običajne odgovornosti (Guberti in sod., 2018).

V Evropski uniji se poleg pravil za preprečevanje in nadzor nekaterih naštetih bolezní iz Delegirane uredbe Komisije (EU) 2020/687 uporabljajo posebni ukrepi za nadzor afriške prašičje kuge. V veljavi

je conski sistem, ki določa območja Evropske unije glede na prisotnost okužbe z virusom APK. Na podlagi epidemiološkega stanja so območja, ki jih je ta bolezen prizadela v državah članicah, navedena kot območja z omejitvami I, II in III.

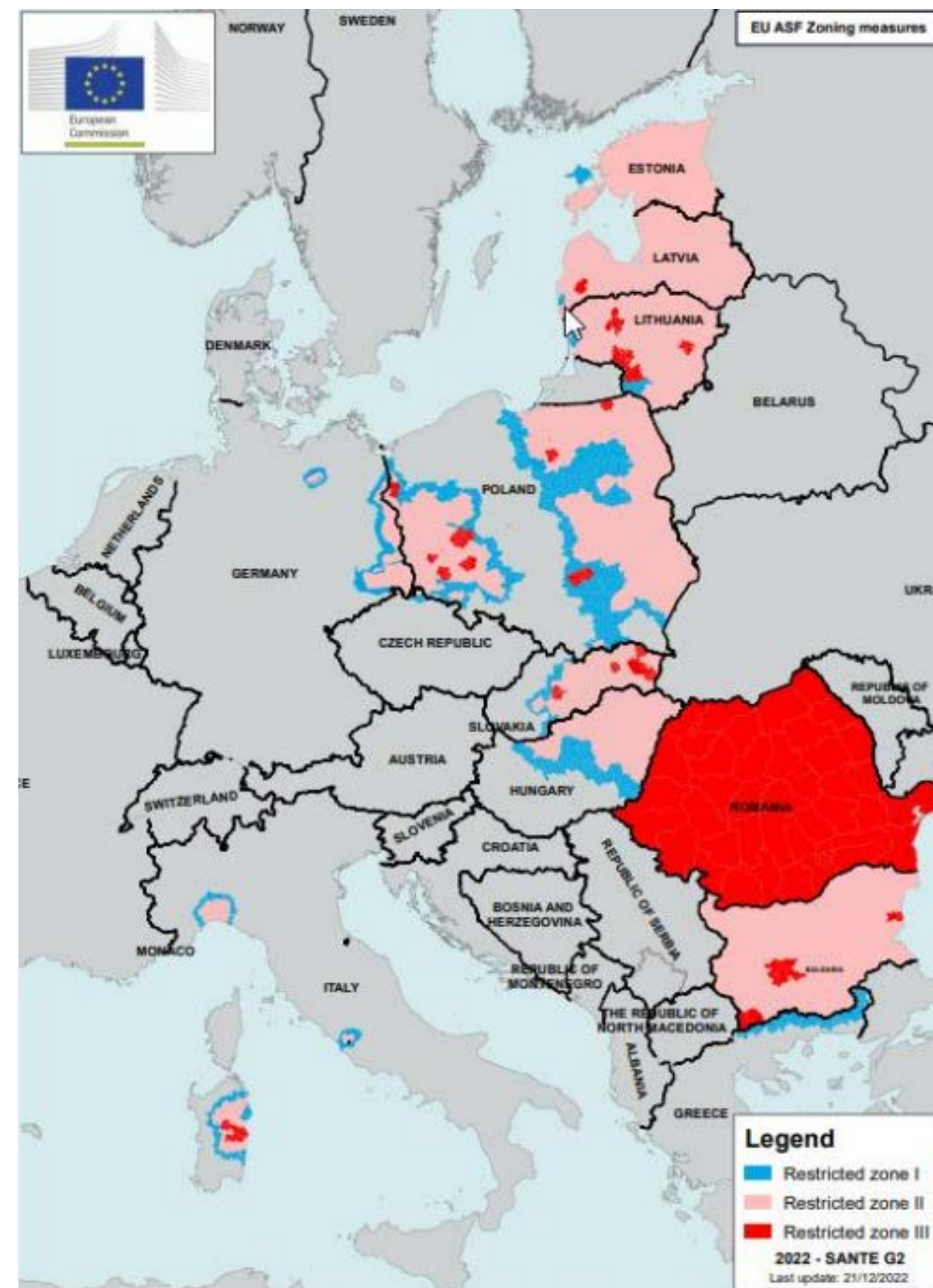
3.1 UKREPI NA GOSPODARSTVU Z DOMAČIMI PRAŠIČI

Ob pojavu suma afriške prašičje kuge na gospodarstvu v Sloveniji, je veterinar dolžan to sporočiti glavnemu uradu Uprave za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (GU UVHVVR) oziroma Državnemu središču za nadzor bolezní (DSNB), ki se sestane, preuči situacijo, okužbo uradno potrdi ali izključi na podlagi kliničnih znakov in laboratorijskih preiskav ter obvesti pristojnega direktorja OU UVHVVR o nadaljnjem delu. Pri tem naredi uradni veterinar epizootiološko poizvedbo. Ta nam pove, koliko časa je minilo od možnega obstoja virusa bolezní na obratu do postavitve suma ali prijave bolezní. Da nam podatek o morebitnem izvoru bolezní in seznam gospodarstev, kjer bi se prašiči lahko okužili. Prav tako zapiše vse vektorje (premiški ljudi, živali, vozil, trupel, semena, mesa idr.) in ugotovi, če so ti krivi za okužbo ali če je do le te prišlo preko divjih prašičev (Arič in sod., 2023).

Veterinar določi zaporo gospodarstva in na njem ostane, dokler ne pride uradni veterinar oziroma strokovna skupina. Ob prihodu in odhodu z gospodarstva mora upoštevati načela biovarnosti in preprečiti stik z dovzetnimi živalmi v naslednjih treh dneh. Imetnik živali dobi s pisnim navodilom ukrepe, ki preprečijo razširitev bolezní na druge gospodarske obrate. Ob sumu se prepovejo premiki živali in živalskih proizvodov z in na sumljiva gospodarstva. Enako velja za živalsko krmo, orodja, materiale in odpadke, ki bi lahko bili vektorji, razen če to dovoli uradni veterinar. Omeji se gibanje ljudi, prevoznih sredstev in živali, razen če to dovoli uradni veterinar. V tem primeru se, preden zapusti gospodarski obrat, prevozno sredstvo razkuži. Na vhod in izhod gospodarstva se postavi razkuževalne preproge, kjer si osebe razkužijo obutev. Zavaruje se objekt, v katerem so živali s sumom na bolezen, in prepreči se stik ljudi in živali z njimi. Prav tako se prepove transport poginulih živali. Ukrepi, določeni ob sumu na APK, veljajo, dokler UVHVVR, na podlagi znanih rezultatov preiskav, ne potrdi ali ovrže sum na bolezen (Arič in sod., 2023).

V primeru potrditve prisotnosti virusa APK uradni veterinar, poleg ukrepov določenih ob sumu bolezní (4. člen Pravilnika o APK), z odločbo odredi

Na Sliki 1 so z barvami označena območja z omejitvami. Z modro je označena cona I ali »dodatno območje z omejitvami« (brez APK), ki meji na cono II ali III. Z roza barvo je označena cona II ali »okuženo območje«, kjer se APK pojavlja pri divjih prašičih. Ter z rdečo označena cona III ali »nadaljnje območje z omejitvami«, kjer se APK pojavlja pri domačih prašičih (European commission, 2023b).



še ukrepe iz 5. člena pravilnika. Ti zajemajo odvzem vzorcev za preiskavo in metodo »stamping out«, pri kateri se pokonča vse prašiče na okuženem območju. Poginule in pokončane prašiče se uniči, prav tako meso, seme, jajčeca in zarodke prašičev pod uradnim nadzorom. Prepove se promet z živalmi, živili, surovinami, odpadki, krmo in drugimi predmeti, ki bi predstavljali vektorja. Obdela se vse snovi, materiale in odpadke, ki bi lahko bili kontaminirani ter očisti in dezinficira se objekte, vozila kot tudi steljo, gnoj in gnojevko (Arič in sod., 2023).

V skladu z 9. členom Pravilnikom o APK se po potrditvi bolezni določi okuženo (polmer najmanj 3 km) in ogroženo območje (polmer najmanj 10 km), ki je ustrezno označeno z vidnimi oznakami in opozorilnimi napisi. Ukrepi so nato določeni glede na območje.

Na okuženem območju se popišejo vsa gospodarstva s prašičjerejo, ki jih veterinar v sedmih dneh po določitvi ukrepov obišče in opravi klinični pregled prašičev. Prepovejo se premiki in prevoz prašičev ter promet z živalmi, dovzetnimi za bolezen. Prašiči morajo na gospodarstvu ostati 40 dni po čiščenju in razkuževanju okuženega gospodarstva. Po tem obdobju je dovoljen le premik za neposreden zakol v klavnico znotraj okuženega ali ogroženega območja. Prav tako je prepovedan promet in premik semena, jajčec ter zarodkov z gospodarstev znotraj okuženega območja. Opravi se čiščenje, dezinfekcija in dezinfekcija prevoznih sredstev ter opreme, ki bi lahko bila okužena. Vsakega poginulega ali bolnega prašiča na gospodarstvu je potrebno prijaviti uradnemu veterinarju. In nenazadnje, vse osebe, ki gredo na gospodarstvo in z njega so dolžne upoštevati ustrezne higienske ukrepe. Poleg ostalih ukrepov na sumljivem oziroma okuženem gospodarstvu, veterinar odredi tudi prepoved osemenjevanja, naravnega pripusta živali, pridobivanja jajčnih celic ali pridobivanja in presajanja zarodkov dovzetnih in nedovzetnih vrst živali (Arič in sod., 2023).

Na okuženem območju ostanejo ukrepi v veljavi, dokler ni opravljena sanitacija na vseh okuženih gospodarstvih in dokler niso na vseh zaključene klinične in laboratorijske preiskave, ki ne smejo biti opravljene prej kot 45 dni po opravljeni sanitaciji. Ukrepi na ogroženem območju so podobni ukrepom na okuženem. Prav tako se popiše vsa gospodarstva s prašičjerejo. Prepovejo se premiki in prevoz prašičev ter promet in premik semena, jajčec in zarodkov. Premiki ostalih domačih živali so prepovedani v prvih sedmih dneh po določitvi

ogroženega območja. Vsakega poginulega ali bolnega prašiča na gospodarstvu mora imetnik živali nemudoma prijaviti veterinarski organizaciji. Opravi se čiščenje, dezinfekcija in dezinfekcija prevoznih sredstev ter opreme, ki se uporablja za prevoz. Osebe, ki gredo na in iz gospodarstva, se morajo držati biovarnostnih ukrepov. Po minulih 30 dneh od opravljenega čiščenja, dezinfekcije in dezinfekcije okuženega gospodarstva je dovoljen transport prašičev z gospodarstev na ogroženem območju v klavnico na takojšnji zakol in neškodljivo uničenje (Arič in sod., 2023).

Na ogroženem območju ukrepi ostanejo v veljavi najmanj, dokler na okuženih gospodarstvih nista bili opravljeni sanitacija in po potrebi dezinfekcija ter niso na vseh gospodarstvih zaključene klinične in laboratorijske preiskave, ki ne smejo biti opravljene prej kot 40 dni po opravljeni predhodni sanitaciji na okuženih gospodarstvih (Arič in sod., 2023).

3.2 UKREPI OB SUMU IN POJAVU MED DIVJIMI PRAŠIČI

V Severni in Vzhodni Evropi se je razvil tako imenovani cikel »divji prašič – življenjski prostor«, ki se zaradi izjemne stabilnosti in odpornosti virusa APK v okolju in truplih živali nezadržno širi po Evropi (European commission, 2023b). V zadnjih letih je APK postal endemičen pri divjih prašičih na izredno velikih območjih, kar danes predstavlja glavno nevarnost za evropski sektor prašičereje (Guberti in sod., 2018). V okuženih državah Evropske unije izvajajo pristojni organi številne ukrepe za nadzor in izkoreninjenje bolezni. Ker se bolezen v veliko primerih prenese z divjega prašiča na domačega, imajo pri preprečevanju bolezni rejci in lovci izredno pomembno vlogo. S svojim ravnanjem lahko širjenje omejijo ali pospešijo. Še posebej lovci imajo ključno vlogo, saj aktivno spremljajo zdravstveno stanje in so v kontaktu z divjimi prašiči in s tem prispevajo k varovanju zdravja tako divjih kot tudi domačih živali (O APK, 2023).

V primeru, če lovec opazi mrtvega divjega prašiča, nenavadno vedenje ali spremembo zdravstvenega stanja v populaciji divjih prašičev, mora upravljalec lovišča to takoj sporočiti UVHVVR na dežurno številko DSNB ali Centru za obveščanje na telefonsko številko 112. Prijavi sprememb preko telefona v roku 24 ur obvezno sledi še pošiljanje izpolnjenega obrazca za prijavo sprememb zdravstvenega stanja v populaciji divjih prašičev na elektronski naslov UVHVVR: gp.uvhvvr@gov.si ali po faksu 01 300 13 57. Nato UVHVVR o sumu na bolezen obvesti imet-

nike domačih prašičev in lovce na območju, kjer je bil postavljen sum na APK. Pri vseh najdenih poginulih divjih prašičih (ne glede na ocenjen vzrok pogina) Nacionalni veterinarski inštitut (NVI) opravi preiskave na prisotnost APK. Mesto, kjer je bil najden poginjen divji prašič, se vidno označi in zaščiti, tako da do trupla ne morejo druge živali ali ljudje, ki bi lahko raznesli virus. Ko je truplo odstranjeno, se mesto razkuži. Najditelj, ki je bil v stiku s poginjenim divjim prašičem, si očisti in razkuži obleko in obutev, si temeljito umije in razkuži roke. Prepovedan mu je vstop na gospodarstva, kjer redijo domače prašiče ali v obore z divjimi prašiči (Arič in sod., 2023).

Po potrditvi primarnega pojava UVHVVR ustanovi strokovno skupino, ki vključuje veterinarje, lovce, biologe in epizootologe in pomaga pri proučitvi epizootiološkega stanja in določitvi okuženega območja, določitvi ustreznih ukrepov, ki lahko vključujejo tudi prepoved izvajanja lova in prepoved krmljenja divjih prašičev, pripravi načrta za izkoreninjenje bolezni in preverjanju učinkovitosti ukrepov, sprejetih za izkoreninjenje bolezni na okuženem območju. Prav tako uvede uradni nadzor vseh rej prašičev na določenem okuženem območju. Tam uradni veterinar odredi popis vseh kategorij prašičev na vseh gospodarstvih (ki ga izvedejo veterinarske organizacije s koncesijo), osamitev prašičev oziroma prepoved gibanja prašičev znotraj gospodarstva, prepoved premikov prašičev z in na gospodarstvo, postavitev razkuževalnih barrier na vhodu in izhodu gospodarstva in v posamezne objekte, higienske ukrepe za osebe, ki prihajajo in zapuščajo sumljivo gospodarstvo, preiskave vseh poginulih prašičev in prašičev na gospodarstvu, ki kažejo znake bolezni, prepoved vnosa delov divjih prašičev, opreme in pribora, ki bi lahko bili okuženi z virusom bolezni v reje domačih prašičev, prepoved prometa in gibanja prašičev, njihovega semena, zarodkov in jajčec iz okuženega območja, za namene trgovanja znotraj Evropske unije. UVHVVR odredi, da je treba o vsakem poginulem in ustreljenem divjem prašiču na okuženem območju obvestiti uradnega veterinarja in v skladu z diagnostičnim priročnikom opraviti preiskave na prisotnost virusa bolezni ter trupla divjih prašičev, pri katerih je bila ugotovljena bolezen, neškodljivo uničiti pod uradnim nadzorom. Nenazadnje odredi laboratorijske preiskave izolata virusa bolezni za določitev genotipa virusa v skladu z diagnostičnim priročnikom. (Guberti in sod., 2018).

Dolžnost lovcev je, da ob pojavu APK med divjimi prašiči, dosledno izvajajo ukrepe biovarnosti, s katerimi zmanjšajo možnost prenosa bolezni z

divjih na domače prašiče. To pomeni, da morajo lovsko obleko pred pranjem namočiti v enem od primernih razkužil. Prav tako morajo očistiti in razkužiti obutev. Prepovedano je iztrebljanje divjih prašičev po odstreli na terenu. Odstreljene divje prašiče morajo lovci obvezno dostaviti v najbližji odobren obrat za sprejem in zbiranje odstreljene divjadi, v katerega jih morajo lovci pripeljati na način, da je čimbolj onemogočeno iztekanje telesnih tekočin (npr. uporaba PVC vreč, zavijanje v PVC folijo). Ustreljeni divji prašiči morajo ostati v zbiralnici na območju lovišča do rezultatov diagnostičnih preiskav. Vsak trup mora biti individualno označen, s čimer je zagotovljena sledljivost. Po vsaki manipulaciji s trupi divjih prašičev morajo biti prostori in uporabljena oprema (vključno z vozili) očiščeni in razkuženi (Guberti in sod., 2018).

4 ZAKLJUČEK

Ker zdravilo in cepivo za APK ne obstajata, menim, da sta za izkoreninjenje bolezni najpomembnejša učinkovita komunikacija o tveganjih in sodelovanje med veterinarskimi službami, lovci in javnostjo. Zaradi sinergističnega delovanja več dejavnikov (podnebne spremembe, kmetijstvo, človeška dejavnost in upravljanje divjadi), se je divji prašič razširil in ponovno naselil številna območja v Evropi. S tem se je pojavila potreba po standardizaciji in izboljšanju spremljanja divjih prašičev, ki služi kot predpogoj za bolj trajnostno upravljanje vrste in učinkovito obvladovanje bolezni. Z ustreznim upravljanjem divjih prašičev in boljšim nadzorom populacije, bi lahko omejili širjenje bolezni, zato morajo po mojem mnenju lovci in upravljalci divjadi razumeti cilje in načela ukrepov, ki jih določi veterinarska služba. Prizadevati si morajo za upoštevanje načel biovarnosti in v primeru okužbe neškodljivo uničevati trupla. Ta imajo veliko epidemiološko vlogo, zato se mi samo zmanjševanje velikosti populacije divjih prašičev zdi stranskega pomena. Tudi če se okužena populacija divjih prašičev obvladuje pri zelo nizki populaciji, omogoča prisotnost okuženih trupel obstojnost virusa. Preprečevanje bolezni v državah brez APK je odvisno od izvajanja ustreznih uvoznih politik in ukrepov biološke varnosti, ki zagotavljajo, da se na območja, prosta APK, ne vnesejo niti okuženi živi prašiči niti proizvodi iz svinjine. Na tej točki se mi zdi, da ima vsak človek pomembno vlogo, saj s svojim načinom življenja močno vpliva na možnost širjenja bolezni. Že preprosto dejanje, kot je puščanje odpadkov hrane – ki so okuženi z virusom – na počivališčih, močno poveča možnost okužbe divjih prašičev z APK. Pomembna sta torej ustrezna obdelava in odstranjevanje

odpadne hrane iz letal, ladij ali vozil, ki prihajajo iz prizadetih držav, ter nadzor nezakonitega uvoza živih prašičev in izdelkov iz svinjine iz prizadetih držav. Ključno je tudi ravnanje kmetov na kmetijskem obratu, kjer je po mojem mnenju potrebno izvajati naslednja ključna načela biološke varnosti. Namesto hranjena prašičev s pomijami, ki so termično obdelane, jih nadomestimo z drugimi viri prehrane. Vsakodnevno naj se izvaja monitoring prašičev in veterinarju nemudoma prijavi vsak sum na bolezen. Prepreči naj se stik divjih in domačih prašičev s postavitvijo ustreznih ograj. Prepove naj se vstop obiskovalcem v prašičjerejsko proizvodnjo. Opremo, vozila in materiale naj se očisti in razkuži s potrjenimi razkužili. In nenazadnje, nove prašiče naj se pusti v karanteni vsaj 30 dni. Med izbruhi in v prizadetih državah je obvladovanje širjenja afriške prašičje kuge lahko težko in ga je treba prilagoditi specifični epidemiološki situaciji. Koristno se mi zdi tudi s strani države, da razvije jasno strategijo za najdbo in neškodljivo uničenje trupel, še preden se virus pojavi. V Sloveniji že obstaja načrt ukrepov, ki se izvedejo ob sumu in pojavu okužbe. Zato menim, da smo kot država pripravljeni na črni scenarij. Na pojav okužbe bi se namreč odzvali s prijavo bolezni na UVHVVR, ki bi določila nadaljnje ukrepe in omejila okuženo (polmer 3 km) in ogroženo območje (polmer 10 km). Na obeh območjih bi nato bili določeni podobni ukrepi, ki so strožji na okuženem območju. Ti zajemajo popis gospodarstev, prepoved prometa in premika, prijavo in odstranitev poginulih ali bolnih ter čiščenje, dezinfekcijo in dezinsekcijo gospodarstva ter stroge biovarnostne ukrepe. Tudi človekovo izkoriščanje gozdnih virov predstavlja tveganje za mehanski prenos virusa iz okuženega gozda, vendar ga zelo preprosti in osnovni ukrepi za zagotavljanje biološke varnosti lahko zmanjšajo (Jurado in sod., 2018).

VIRI IN LITERATURA

Arič T, Galjot U, Hari A in sod. Afriška prašičja kuga; 2020 http://www.afriskaprasicjakuga.si/wp-content/uploads/2021/03/1_APK_SLO_21.12.2020.pdf. 23. 5. 2023
Dixon LK, Stahl K, Jori F, Vial L, Pfeiffer DU. African Swine Fever Epidemiology and Control. Annu Rev Anim Biosci 2020; 8: 221–46. DOI: 10.1146/annurev-animal-021419-083741.
European commission. ADIS: outbreaks per disease. Total outbreaks from 01/01/2023 until 19/05/2023 https://food.ec.europa.eu/system/files/2023-05/ad_adns_outbreaks-per-disease_0.pdf. 22. 5. 2023
European commission. African swine fever. <https://food.ec.europa.eu/animals/animal-diseases/dis->

eases-and-control-measures/african-swine-fever_en. 22. 5. 2023
Guberti V, Khomenko S, Masiulis M, Kerba S. Priročnik o afriški prašičji kugi pri divjih prašičih in biološki varnosti pri lovu. 2018.
Jurado C, Martínez-Avilés M, De La Torre A in sod. Relevant Measures to Prevent the Spread of African Swine Fever in the European Union Domestic Pig Sector. Frontiers in Veterinary Science 2018; DOI 10.3389/fvets.2018.00077.
O APK. Afriška prašičja kuga (APK). <http://www.afriskaprasicjakuga.si/kaj-je-apk/>. 22. 5. 2023
Penrith ML, Vosloo W. Review of African swine fever: transmission, spread and control. Tysskr. S Afr vet Ver 2009; 80(2): 58–62.
Starešinič L. Zapiski s predavanj izred. prof. dr. Marine Štukelj pri predmetu Bolezni in zdravstveno varstvo prašičev v šolskem letu 2022/2023.



Nika Zobec



Nika Zobec

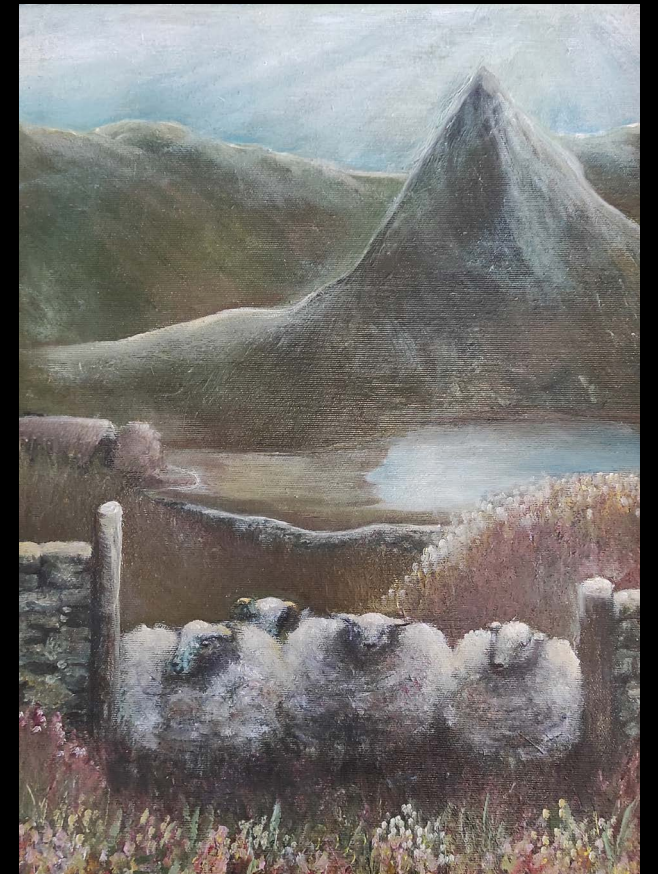


Eva Vodopija

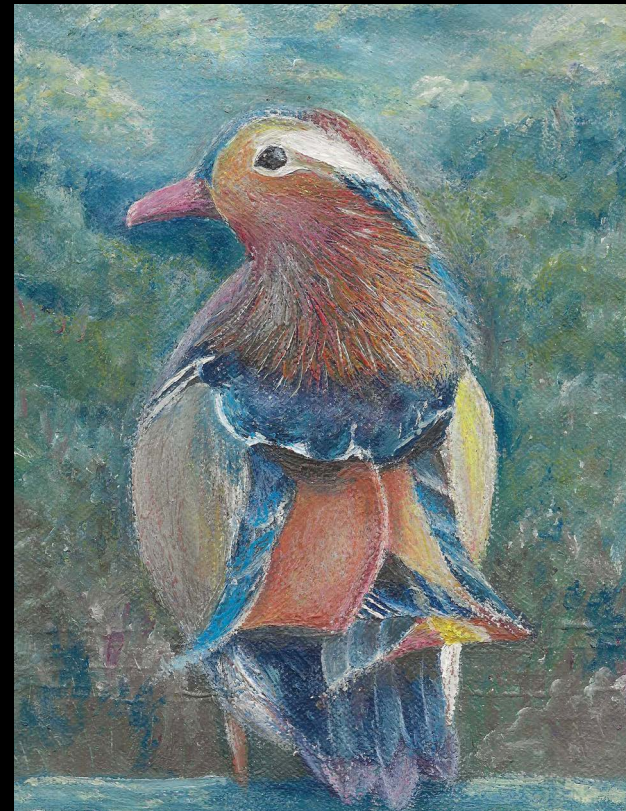
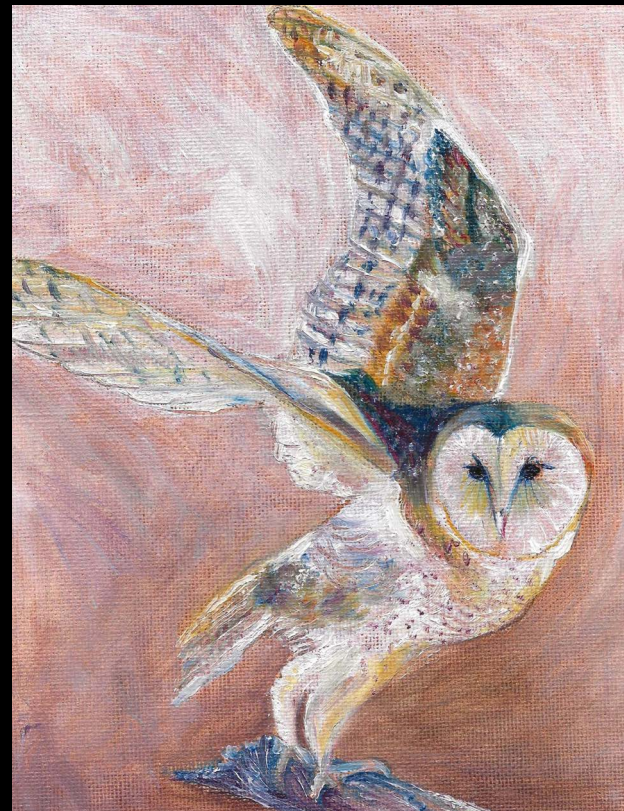
Eva Vodopija



Ilustraciji: Nina Tome Škarja



Ilustracije: Arja Ilar



EVROPSKI IVSA SIMPOZIJ 2023 V TORINU

Avtorji: Gaj Kren Gorše, Tara Česnik in Špela Janežič, študenti Veterinarske fakultete

V začetku maja 2023 smo se Gaj, Špela in Tara udeležili čisto prvega IVSA evropskega regionalnega simpozija, ki je potekal na veterinarski fakulteti v Torinu. Ob dobri družbi in prepevanju naših najljubših pesmi je pot minila zelo hitro in kaj kmalu smo že spoznavali sostanovalce iz cele Evrope. Sam dogodek je namenjen predvsem navezovanju stikov z drugimi bližnjimi IVSA-mi, spoznavanju delovanja globalne IVSA in izobraževanju. Predavanja so bila zelo raznolika, izpostavili pa bi še izvrstno delavnico o empatični komunikaciji z lastniki živali, ki jo je vodila odlična italijanska komedijantka in igralka Federica Sassaroli. Ogledali smo si tudi fakulteto, v sklopu katere je med drugim do nedavnega delovala tudi klavnica. Poleg tega smo se srečali z nekaj lokalnimi pasmami domačih živali – Piemontskim govedom, Mora Romagnola prašiči in Tacola ovci. Seveda pa so program spremljale tudi zabave, slavni IVSA kulturni večer in lokalna Agrovet zabava, športno-glasbeno druženje študentov veterine in agronomije. Polni odlične italijanske hrane, lepih spominov in novih poznanstev, smo si s kolegi rekli le nasvidenje, v upanju, da se vidimo na nadaljnjih IVSA dogodkih.

MEDNARODNI IVSA KONGRES 2023

Avtorji: Gaj Kren Gorše, Tara Česnik, Tit Primožič in Maj Lipnik, študenti Veterinarske fakultete

Konec julija 2023 je v Kopenhagenu, glavnem mestu Danske, potekal že 72. svetovni IVSA kongres, največji dogodek Mednarodnega združenja študentov veterinarstva (na kratko IVSA, ki ima skoraj 40.000 članov iz 76 držav). Dogodka se udeležijo člani iz celega sveta in sodelujejo na raznovrstnih predavanjih in delavnicah ter prisostvujejo generalni skupščini, kjer se razpravlja o vodenju in delovanju združenja. Bolj uradni, delovni program kongresa seveda spremljajo še zabavne aktivnosti. Med drugim so to kulturni večer, kjer smo predstavili svojo državo in spoznali ostale, tiha in živa dražba za podporo IVSA razvojnega sklada, zabava v belih majicah, na katere si delegati napišemo sporočila za spomin in seveda še mnoge druge zabave in ogledi mesta ter fakultete, ki se lahko pohvali, da je med najboljšimi na svetu. Udeležili smo se tudi opsijske aktivnosti v zaščitenem naravnem območju na otoku Amager, kjer smo imeli možnost poležavati v družbi ovc in krav, da smo si nabrali moči za zaključek kongresa. Kongres smo zaključili z uradno večerjo in zahvalo organizatorjem ter tako v gala oblekah preplesali noč.



1. EQUINE NETWORK KONFERENCA V MAROKU

Avtorica: Urška Kastelic, študentka Veterinarske fakultete

Maroko - očarljiva kraljevina, znana po svojem bogatem prepletu živahnih mest, raznolikih pokrajinah in globoko zakoreninjeni kulturni dediščini. Gre za državo, ki je bila sedež prve konference IVSA Equine Network združenja, ki sva se je udeležila z Anžetom Strnadom, 2. letnik VF.

Konferenca je potekala od 15. do 19. oktobra na Hassan II inštitutu za agronomijo in veterinarstvo v glavnem mestu Rabat, kjer smo v času konference tudi stanovali.

Prebivalci Maroka so izredno srčni in gostoljubni ljudje, kar smo lahko spoznali že ob sprejemu vseh delegatov na spoznavnem večeru, polnem ma-

roških dobrot, plesa in družabnih iger, med njimi tudi maroški uno.

Prvi dan konference smo začeli z uradnim nagovorom predsednika IVSA Maroko, Moncefa Benhadija in predstavnika ENC konference, Nabila El Habiba. Po uradni otvoritvi smo se odpravili na njihovo kliniko za konje, kjer nas je pričakala prva diplomirana veterinarica Maroka z izčrpnim predavanjem o slikovni diagnostiki in patologiji kopit. Kasneje smo se pridružili študentom na klinični rotaciji in spremljali pregled na šepavost, pregled konja z laringealno hemiplegijo in endoskopsko vodeno operacijo kamele. Klinični primeri dneva so bili kasneje tudi predstavljeni na predavanjih gostujočih

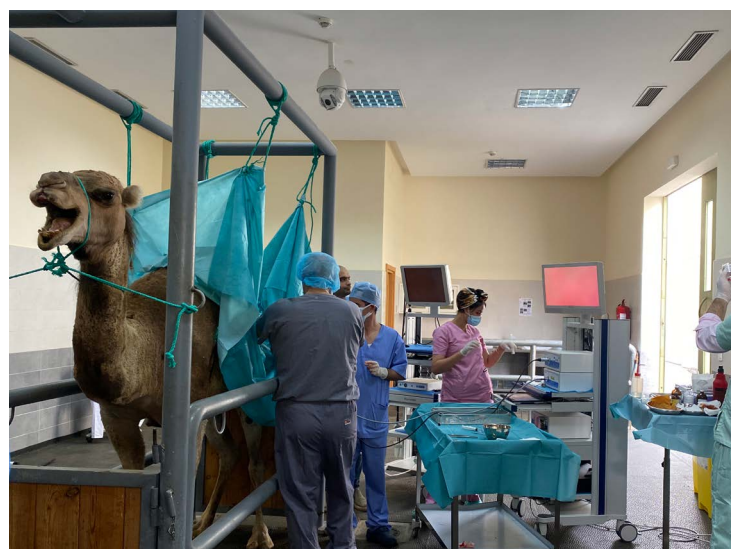


in rednih profesorjev fakultete, kjer smo imeli možnost poslušati o reprodukcijskih možnostih pri športnih konjih, ortopedskem kovanju konj in endoskopiji v konjski medicini in kirurgiji.

Naslednji dan smo bili povabljeni v največjo maroško kobilarno arabskih, berberskih in arabsko-berberskih konj, Haras Al Boraq. Njihov glavni cilj vzreje so show in tekmovalni konji, hkrati pa ohranitev in oplemenjevanje njihove avtohtone pasme konj. Trenutno kobilarna obsega 800 plemenskih kobil in žrebcev. Po ogledu njihovih hlevov in laboratorija za odvzem semena, so nas pospremili do lastnikove rezidence, kjer so nas pričakali z bogato tradicionalno pogostitvijo in 5-hodnim kosilom. Ta dan smo izvedli tudi kulturni večer, kjer se je vsak izmed delegatov predstavil s svojo zastavo in domačimi dobrotami. Kot presenečenje so organizatorji konference povabili tradicionalen maroški orkester.

Zadnji dan konference smo obiskali mesto El Jadida, kjer se je odvijal največji konjeniški dogodek države – Salon du Cheval. Gre za konjeniški sejem, kjer se odvijajo tekmovanja in rejska ocenjevanja arabskih in berberskih konj na nacionalni in mednarodni ravni. Vrhunec njihovega programa je La Tbourida, znana tudi kot "Fantasia". Gre za več sto let staro tradicijo, ki izvira iz časov vojskovanja v starodavni Numidiji, regiji, ki je bila aktivna med 3. stoletjem pr. n. št. in 1. stoletjem n. št. Fantasia se je ohranila vse do danes, izvaja pa se predvsem na festivalih, paradah ob verskih praznikih. Poleg vojaškega izvora simbolizira globoko povezanost med jahačem in konjem, saj gre za strateško zelo težaven manever. Liho število jahačev se po ravni stezi spusti v dir z enako hitrostjo, da tvorijo vrsto, nato pa na koncu z mušketami ustrelijo v nebo. Izziv, po katerem se tudi ocenjuje posamezno skupino, je v usklajevanju gibanja konj med pospeševanjem in istočasnim streljanju, tako da je slišati samo en strel. Leta 2021 se je Tbourida uvrstila tudi na UNESCO-v seznam kulturne dediščine. Po vrnitvi na kampus, smo konferenco zaključili s poslovnim druženjem.

Kljub temu, da je trajala le dobre 4 dni, sva z Anžetom odnesla ogromno novega znanja, izkušenj in globalnih poznanstev. Maročani so s svojo gostoljubnostjo in bogato tradicijo postavili zelo velik standard za vse prihodnje Equine Network konference, ki se jih bova z veseljem udeležila.



MEDNARODNI IVSA SIMPOZIJ 2023 ALI KAKO SANJE SPREMENITI V REALNOST

Avtorica: Tara Česnik, predsednica IVSA Slovenia

V januarju 2023 smo po več kot letu in pol priprav na mednarodni IVSA simpozij v Ljubljani sprejeli 100 študentov veterine. S temo *Keep It Local* smo udeležencem pokazali, da je na našem majhnem koščku sveta veliko zanimivega, poleg strokovnega dela pa smo jim poskusili predstaviti tudi našo kulturo. Še pol leta kasneje, na kongresu na Danskem, so nam kolegi z navdušenjem razlagali, kako so uživali med predstavitvijo folklornih plesov in pri poskušanju slovenskih dobrot.

Ni bilo prvič, upam, da tudi ne zadnjič, neizpodbitno pa je, da je bila organizacija mednarodnega IVSA simpozija eden največjih podvigov v zgodovini IVSA Slovenia. Ta izkušnja je za trenutno generacijo članov neprecenljiva, saj smo se v vseh mesecih priprav povezali in skupaj predstavili meje domišljije. "Napiši, da si posameznik lahko drzne sanjati, ampak mi smo pa potem to tudi izpeljali," je rekel naš Metod. In boljše popotnice za naprej ni, zdaj namreč vemo, česa smo sposobni in da je potrebno le še naprej sanjati.

Veliko smo si že povedali, tako da, naj bo to še zadnja češnja na vrhu izjemne izkušnje – hvala ekipa in samo s polno paro naprej!





Nika Zobec

Eva Vodopija



Nika Zobec

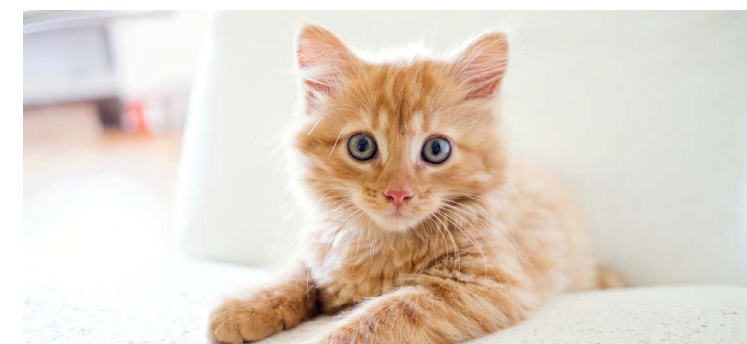
Eva Vodopija



SKUPAJ V SKRBI ZA ZDRAVJE ŽIVALI

Naše stranke postavljamo na prvo mesto, raziskujemo in prepoznavamo njihove potrebe in izzive ter jim nudimo najustreznejše rešitve. Naš cilj je ponuditi kakovostne izdelke, ter prilagodljive rešitve, ter na zaupanju in spoštovanju graditi dolgoročne poslovne odnose.

Za dobro ljudi in živali že več kot 50 let!



V **Skupini Salus** zagotavljamo celovito oskrbo slovenskega trga z zdravili, veterinarskimi izdelki, medicinskimi pripomočki in drugimi izdelki, ki pripomorejo k zdravju in dobremu počutju. Nenehno si prizadevamo za izboljšanje naše ponudbe, da zagotovimo optimalno storitev po meri naših partnerjev.



HEMDIOL

Flex

IZBERITE ZELENO

Prehranski dodatek za pse in mačke
Dopolnilna krmna mešanica

24 UR DOLGO SPROŠČANJE. TEHNOLOGIJA MIKROGRANUL.

HEMDIOL Flex 30 kapsul. Dopolnilna krmna mešanica za pse in mačke. **Sestava:** Repično olje, koruzni škrob, konopljna moka, ribje olje, maltodekstrin. **Priporočeno obdobje uporabe:** Sprva do 3 mesece. Priporočljivo je, da se pred uporabo in pred podaljšanjem obdobja uporabe posvetujete z veterinarjem. **Navodila za uporabo (peroralna uporaba):** Mačke: 1 kapsula na dan. Psi: 1 kapsula na dan za pse do 20 kg. 2 kapsuli na dan za pse, ki tehtajo več kot 20 kg. Za pse, ki tehtajo več kot 40 kg, so za prvi odmerek priporočljive 3 kapsule, nato nadaljujte z odmerkom 2 kapsuli na dan. Hraniti v hladnem in suhem prostoru. **Pakiranje:** 30 kapsul. Datum priprave informacije: 29.9.2022.

ZASTOPA IN PRODAJA: ANIMALIS, prehrana in zdravje živali, d.o.o. · Tržaška cesta 135 · 1000 Ljubljana · t. 01 242 55 30 · m. 031 659 804 · info@animalis.si · www.animalis.si

