

Uzgoj puževa – ekološki izazovi i perspektive

Amra Alispahić^{1*}, Adis Softić¹

Sažetak

Uzgoj puževa, poznat kao i helicikultura, je vrsta uzgoja životinja koja uključuje reprodukciju i uzgoj puževa za ljudsku prehranu. Iako je uzgoj puževa još uvijek relativno rijedak u mnogim dijelovima svijeta, to je industrija u porastu koja nudi niz prednosti, uključujući mali utjecaj na okoliš, visok potencijal profitabilnosti i jedinstvene prehrambene prednosti. Među raznolikim jestivim vrstama, puževi kao što su *Cornu aspersum* i *Helix pomatia* imaju izuzetan potencijal i kao alternativni izvori proteina u prehrani ljudi. Njihovo meso sadrži povoljan profil hranjivih tvari, odnosno esencijalne aminokiseline, minerale i vitamine, što ga čini vrijednom dopunom ili zamjenom za tradicionalne izvore proteina. Tehnike i postupci uzgoja puževa značajno su napredovali posljednjih godina, što je dovelo do povećanja produktivnosti i poboljšanja ekspresije genetskih svojstava u populaciji puževa. Nadalje, recentni istraživački napor usmjereni su na istraživanje i razvoj protokola za uzgoj puževa prilagođenih specifičnim javnozdravstvenim i veterinarskim zahtjevima. Optimizacija metoda uzgoja, uključujući umjetnu selekciju, kontrolirano parenje i poboljšanje genetičkog profila, ima vrlo značajan potencijal za poboljšanje poželjnih osobina u populaciji puževa. Ovaj napredak može doprinijeti razvoju vrhunskih pasmina puževa s poboljšanim prehrambenim profilima, otpornošću na bolesti i terapijskim svojstvima.

Štoviše, uzgoj puževa predstavlja priliku za ublažavanje ili rješavanje ekoloških problema povezanih s tradicionalnom stočarskom proizvodnjom. Učinkovito korištenje resursa, minimalni zahtjevi za prostorom i mali utjecaj na okoliš čine uzgoj puževa ekološki prihvatljivom alternativom konvencionalnoj animalnoj proizvodnji. Puževi su također manje osjetljivi na određene zarazne bolesti koje obično pogađaju tradicionalno uzgajane životinje, smanjujući potrebu za upotrebom antimikrobnih lijekova i promičući održive prakse. Kontinuirana edukacija i istraživanje o tehnikama uzgoja puževa, prehrambenim profilima i terapijskim primjenama utrt će put inovativnim veterinarskim praksama koje daju prioritet održivosti, dobrobiti životinja i poboljšanim zdravstvenim ishodima. Nastavak istraživanja u ovom području predstavlja novu priliku za veterinare i poljoprivrednike da doprinesu zdravlju i dobrobiti životinja uz promidžbu održivih praksi u stočarskoj industriji. Ovaj pregledni članak ima za cilj pregled znanstvene literature o pravilnom uzgoju jestivih puževa i mogućim negativnim antropogenim i klimatskim utjecajima kao potencijalnom izazovu za uzgajivače.

Keywords: jestivi puževi; helicikultura; uzgoj; okolišni utjecaj; hranjive tvari

Uvod

Helicikultura ili uzgoj puževa predstavlja tip stočarstva koji se bavi reprodukcijom i uzgojem puževa koji se koriste za ljudsku prehranu (FAO, 1986.).

Pored visoke profitabilnosti i nutritivnih benefita, jedan od najznačajnijih aspekata uzgoja puževa je nekonvencionalni nutritivni profil mesa puževa. Za

¹ Amra Alispahić, dr. med. vet.; dr. sc. Adis Softić, stručni savjetnik; Katedra za animalnu proizvodnju i biotehnologiju, Univerzitet u Sarajevu, Veterinarski fakultet, Zmaja od Bosne 90, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

*Corresponding author: amra.alispahicc@gmail.com

razliku od mesa tradicionalno uzgojenih životinja, meso puževa se obično ne smatra izvorom proteina ili drugih esencijalnih tvari. Međutim, njihovo meso je zapravo odličan izvor nekoliko ključnih nutrijenata, uključujući proteine, željezo, kalcij i omega-3 masne kiseline (Adegoke i sur., 2010.). Jako važna nutritivna korist uzgoja puževa je potencijal za korištenje nekonvencionalnih izvora hrane za životinje. Puževi mogu probaviti širok spektar biljnih materijala, uključujući lišće, voće i povrće. To podrazumijeva da uzgajivači puževa, kao potencijalni izvor hrane za puževe mogu koristiti hraniva ili prerađene dijelove hraniva koji se u konvencionalnoj animalnoj proizvodnji smatraju otpadom ili konfiskatima, poput kuhinjskih ostataka, poljoprivrednog otpada ili čak invazivnih biljnih vrsta. Osim toga, puževi su u stanju apsorbirati i koristiti određene minerale u svojoj ishrani koji obično nisu biorazgradivi za druge životinje (Munywoki, 2022.). Sve u svemu, uzgoj puževa predstavlja nekonvencionalnu, ali vrlo obećavajuće područje hranidbe životinja. Sa svojim potencijalom za korištenje nekonvencionalnih izvora hrane i svojim jedinstvenim nutritivnim profilom, uzgoj puževa ima potencijal da ponudi održivu i profitabilnu alternativu tradicionalnom uzgoju stoke i konvencionalnoj animalnoj proizvodnji. Kao takav, uzgoj puževa će se vjerojatno popularizirati u narednim godinama uz neophodno podizanje svijesti o prednostima uzgoja puževa te nutritivnim, terapijskim i kozmetičkim vrijednosti njihovih proizvoda (Ghosh i sur., 2016.). Stoga, ovaj pregledni članak ima za cilj pregled znanstvene literature o pravilnom uzgoju jestivih puževa i mogućim negativnim antropogenim i klimatskim utjecajima kao potencijalnim izazovima za uzgajivače.

Značaj industrijske proizvodnje puževa

Stopa rasta populacije ljudi na planeti Zemlji predviđa da će do 2050. godine ljudska populacija porasti na 9 milijardi ljudi. Izvještaji Svjetske zdravstvene organizacije (World Health Organisation; WHO) te Organizacije za hranu i poljoprivredu (Food and Agriculture Organisation; FAO) procjenjuju da će se u istom periodu potrebe za proizvodnjom hrane povećati za 70 % (FAO/WHO, 2009.). Glavni izazov za proizvođače hrane je održiva proizvodnja proteina (posebno animalnih), za kojima postoji velika potreba u skladu s ubrzanim rastom populacije ljudi. Ipak, visoki troškovi proizvodnje, relativno velika potrošnja pitke vode i evidentno zagađenje okoliša (uglavnom dušikom i stakleničkim plinovima) intenziviraju

problem konvencionalne animalne proizvodnje, odnosno održivosti proizvodnje animalnih proteina (Dickie i sur., 2014.). Ova situacija je pogodna za implementaciju inovativne, sigurne tehnologije održive proizvodnje ili alternativnog stočarstva koje uglavnom obuhvaća beskičmenjake, uključujući mekušce (Ghosh, Jung i Meyer-Rochow, 2016.; Zucaro i sur., 2016.). Uzgoj i proizvodnja jestivih puževa su vrlo zanimljiva razvojna prilika za farmere s obzirom na lako zadovoljenje uvjeta uzgoja i relativno male financijske izdatke za pokretanje proizvodnje, te također i manja potreba za stručnim kadrom tijekom proizvodnih ciklusa u odnosu na uzgoj stoke i konvencionalnu animalnu proizvodnju. Puževi trebaju relativno malo prostora za održavanje, kako u otvorenim uzgojnim sistemima (na terenu) tako i u zatvorenom prostoru. Imaju dobru uzgojnu efikasnost (prirast, konverziju hrane i randman mesa), prilikom uzgoja emitiraju malo stakleničkih plinova i zagađivača u životnu sredinu i lako se unose u organsku poljoprivredu (Ogunniyi, 2009.; Hatzioannou i sur., 2014.). Puževi su vrlo cijenjeni i zbog niskokaloričnog mesa i kavijara. U mnogim europskim primorskim zemljama (Italija, Španjolska, Francuska) kopneni puževi su sastavni dio nacionalne kuhinje te je potražnja za njihovom proizvodnjom konstantno visoka (Elmslie, 2005.; Zagata i Sutherland, 2015.). Procjenjuje se da domaće europsko tržište može pokriti samo 60–70 % tržišta potražnje za ovim proizvodima. Na primjer, 95 % puževa konzumiranih u Francuskoj (20–40 tisuća tona godišnje) uvezeno je iz drugih zemalja (Massari i Pastore, 2014.). Najpopularnije vrste jestivih puževa u zoni između Atlantskog i Mediteranskog dijela Europe uključuju smeđeg vrtnog puža *Cornu aspersum* (ranije podijeljenog u dvije podvrste: *Cornu aspersum aspersum* i *Cornu aspersum maxima*), kao i puža vinogradnjaka *Helix pomatia Linnaeus*. Vrste kopnenih puževa manje popularne u Europi, ali konzumirane u ostatku svijeta, uključuju *Archachatina marginata*, *Achatina achatina*, *Achatina fulica* i *Helix lucorum* (Ligaszewski i Pol, 2021.).

Sistemi držanja puževa

U uzgoju jestivih puževa razlikuju se tri sistema držanja: vanjski, unutrašnji i kombinirani. Ovo poglavlje se najviše odnosi na vrstu *Cornu aspersum* zbog činjenice da se *Helix pomatia* još uvijek uzgaja u prirodi, zbog nezadovoljavajućih rezultata uzgoja na farmama. Jedini ekonomski prihvatljiv način uzgoja ove vrste puževa je njihov kombinirani uzgoj s *Cornu*

aspersum (Ligaszewski i Pol, 2021.)

Vanjski (otvoreni) sistem smještaja

U vanjskom sistemu puževi se tijekom razvoja, tova, uzgoja i prezimljavanja drže u parkovima (parcelama). Ovaj sistem je popularan u zemljama s toplom klimom, poput Italije (Murphy, 2001.). Karakterizira ga, međutim, visok mortalitet mladih i odraslih jedinki tijekom uzgoja i prezimljavanja (Manea i sur., 2021.). Parcele se ne smiju nalaziti u blizini poljoprivrednih i šumskih kultura zbog upotrebe pesticida koji imaju štetan učinak na puževe. Također je važno da tlo bude dovoljno rahlo, bogato humusom i kalcijem te slobodno od kemijskih onečišćenja. Ako je moguće, treba ga zaštititi od isušivanja, jakog vjetrova, poplave i mraza. Na tom području ne bi trebalo biti velikih stabala koja bi mogla privući predatore i/ili zaklanjati parcelu od izvora svjetlosti (FAO/WHO, 1986.). Begg (2006.) navodi da se preporučuje korištenje prirodnih bioloških sredstava, kao što su neven ili crvena djetelina, čija uloga je da privlače grinje, ptičice i kornjaše, koji potom pomažu riješiti se štetnih insekata. Niski troškovi održavanja obuhvaćaju vanjski uzgoj višegodišnjih biljaka, a jedini tehnički uređaji koji se koriste su uređaji za navodnjavanje i zaštitu od štetočina (Sowinski i sur., 2000.). Prostor u kojem se drže puževi treba ograditi visokom ogradom (cca 2 m), često valovitom folijom ili PVC-om (polivinilhlorid), mrežastim pločama i mrežom. Na ovaj način puževi su zaštićeni od vjetrova i predatora (Walczak, 2011.). Visina unutrašnje ograde dijela parcele ne smije biti veća od 50 cm. To omogućuje lak pristup puževima za obavljanje svih dnevnih aktivnosti vezanih uz njihovu njegu (Begg, 2006.). Kako bi se spriječio bijeg puževa, može se koristiti električni sistem napona 3-5 V, na visini od oko 30 cm. Može se postaviti bakrena žica (okus koji puževi ne vole) ili dva pričvršćena preklopa na vrhu ograde (Grilla i sur., 2016.). Još jedan način za sprječavanje bijega je platnena traka ili konac koji se namoče u mješavinu vazelina i sapuna te pričvrste do vrha ograde. U uvjetima vanjskog uzgoja proizvodni ciklus započinje kupnjom puževih jajašaca ili mladih životinja nekoliko dana nakon izleganja. Dopusštena gustoća za mlade *Cornu aspersum aspersum* je 100-130 jedinki po m²; za *Cornu aspersum maxima* 70-100 jedinki po m² što daje biotsko opterećenje od 1,5-2 kg odraslih puževa/m². Za *Helix pomatia*, gustoća jedinki doseže 50-150 jednogodišnjih jedinki po m², a biotsko opterećenje doseže 0,5-1,5 kg/m² (Ligaszewski i Pol, 2021.). Preporučena gustoća naseljenosti odra-

slih *Cornu aspersum aspersum* je 20-24 jedinke po m², *Cornu aspersum maxima* do 10 jedinki po m² i 25 jedinki po m² *Helix pomatia* (Begg i McInness, 2003.). U razdoblju tova, od svibnja do rujna, puževi *Cornu aspersum* preferiraju temperature između 18-22 °C i umjerenu vlažnost. Hrane se uglavnom noću i koriste krmne smjese postavljene na stolovima za hranjenje. *Helix pomatia* preferira temperature od 14-20 °C i visoku vlažnost zraka. Hrane se biljkama, uglavnom ujutro (Massari i Pastore, 2014.). Razdoblje tova u Europi završava u jesen krajem rujna ili početkom listopada kada dnevna temperatura padne ispod 10 °C. Puževi ostaju na parcelama od 5 do 7 mjeseci (Szkucik i sur., 2011.). Na kraju tova potrebno je smanjiti pojeenje i hranjenje. Zahvaljujući ovim mjerama, puževi će se početi pripremati za hibernaciju. Najveće primjerke s dobro razvijenim oklopima treba namijeniti za držanje rasplodnog stada i rasplod u proljeće sljedeće godine. Time će se osigurati samodostatnost uzgoja puževa (Murphy, 2001.). U ovom sistemu puževi se drže na otvorenom tijekom čitavog godišnjeg ciklusa - zimovanje i uzgoj mladunaca također se odvija u vani, što povećava rizik od smrti povezanih s ovim životnim razdobljem puževa (Sowinski i sur., 2000.).

Unutrašnji (zatvoreni) sistem smještaja

Držanje i uzgoj puževa u unutrašnjem sistemu potpuno je neovisan o vremenskim uvjetima, stoga je popularan u zemljama s jakim i oštrim zimama. Ovaj sistem primarno vodi porijeklo iz Francuske i omogućuje uzgoj cijele godine, ali zahtijeva financijske izdatke za izgradnju ili adaptaciju zgrade s odgovarajućom toplotnom izolacijom i otpornošću na vlagu. Trebao bi biti opremljen tekućom vodom, kanalizacijom, ventilacijom, sistemima za nadzor topline, nadzemnim prskalicama i odgovarajućom rasvjetom (Murphy, 2001.). Prostorije trebaju biti podijeljene na dva dijela; hladnjaču (temperatura 5 °C i relativna vlažnost zraka 75 %), koja služi za hibernaciju i čuvanje puževa u posebnim boksovima, i prostoriju za razmnožavanje (sa stolovima za parenje). Treba je opremiti posudama napunjenima zemljom za polaganje jaja i kutijama s leglom u koje se jaja prenose i perom nježno postavljaju po cijeloj površini. Jaja puževa *Cornu aspersum* i *Helix pomatia* trebaju se inkubirati na temperaturi u rasponu od 20-22 °C i vlažnosti od oko 80 %. Jaja iz jednog rasplodnjaka ne smiju se miješati s drugima zbog nejednakog vremena izlijeganja mladih puževa i opasnosti od kanibalizma. Jaja puža *Cornu aspersum* se inkubiraju oko dva tjedna, a vrijeme inkubacije

Tablica 1. Optimalne vrijednosti za uzgoj puževa u zatvorenom sistemu smještaja (prilagođeno iz: Sowinski i sur., 2000.; Ligaszewski i Pol, 2021.)

Table 1 Optimal values for growing snails in a closed housing system (adapted from: Sowinski et al., 2000; Ligaszewski i Pol, 2021)

	Vrijednost / Value	
	Min-Max	Optimalno / Optimal
Osvjetljenje / Lightning	30-200 lux	100 lux
Trajanje svjetlosnog ciklusa / Duration of the light cycle Jedan mjesec / One month	12 h	-
Od drugog mjeseca / From the second month	18 h	
Relativna vlažnost / Relative humidity	65-90 %	90 % ± 5
Temperatura / Temperature		
životni ciklus / life cycle	10-30 °C	20 °C ± 2
reprodukcija / reproduction	18-22 °C	
inkubacija / incubation	22-24 °C	
hibernacija / hibernation	0-7 °C	

jaja za vrstu *Helix pomatia* iznosi do tri tjedna (Ligaszewski i Pol, 2021.). Mrjestilišta su opremljena malim boksovima za juvenilne jedinke, prostorijom za uzgoj i tovilistom. Zatvoreni sistem smještaja također treba da sadrži skladište za stočnu hranu i tehnička spremišta. Zidove treba obložiti keramičkim pločicama do stropa i zaštititi od vlage (Szkucik i sur., 2011.). U tablici 1 su prikazane optimalne vrijednosti za uzgoj puževa u zatvorenom sistemu smještaja.

Za 100 jedinki u osnovnom stadu potrebno je osigurati 1-15 m² površine. U tovilistu je potrebno svaka 2-3 tjedna smanjiti gustoću jedinki za polovinu. U intenzivnom zatvorenom tovu proizvodni ciklus traje oko tri mjeseca. Tijekom godine mogu se ostvariti tri ili četiri ciklusa, zahvaljujući održavanju uvjeta za reprodukciju i polaganje jajnih stanica tijekom cijele godine. Međutim, održavanje ove vrste je skupo, prvenstveno zbog stalnog održavanja temperature od oko 20 °C u prostorijama za uzgoj i tov, kao i osoblja koje rukuje životinjama te brine o higijeni prostorija i spremnika za uzgoj mladih puževa (Sowinski i sur., 2000.).

Kombinirani sistem smještaja

Trenutno je najpopularniji mješoviti sistem koji objedinjuje prednosti prethodno navedenih sistema (vanjski i unutrašnji). Počinje buđenjem rasplodnjaka koji su u hibernaciji u hladnjačama, zatim se nastavlja parenjem i polaganjem jaja. Uzgoj mladih životinja odvija se u zatvorenim prostorijama. Mladi puževi se drže u sobama do 3-4 tjedna starosti i hrane

se krmnim smjesama. To povećava stopu preživljavanja mladih puževa smanjujući opasnosti od štetnika i vremenskih prilika. Puževi stari jedan mjesec također bolje iskorištavaju biljnu hranu kada se prebace u prostore zasađene vegetacijom. Na parcelu se uvode u gustoći od 300-350 jedinki/m² za vrstu *Cornu aspersum* (Ligaszewski i Pol, 2021.), dok za rimske puževe gustoća naseljenosti doseže 200-400 jedinki/m². Prevelika gustoća može uzrokovati pojavu patuljastih puževa, blagi porast tjelesne težine, zdravstvene probleme i povećanu smrtnost životinja. Tu se odvija pravilan tov (Murphy, 2001.). Vanjsko držanje tijekom tova životinja smanjuje financijske izdatke i broj zaposlenih potrebnih za održavanje stada (Sowinski i sur., 2000.; Szkucik i sur., 2011.). Ovaj sistem smještaja također se koristi za kombinirano držanje vrsta *Cornu aspersum* i *Helix pomatia*. Rimske puževe treba držati u staklenicima godinu dana, za vrijeme njihovog razmnožavanja, kao i rasta i sazrijevanja mladih puževa. Nakon prvog zimovanja, koje se može odvijati i u stakleničkim uvjetima, puževi se zajedno s mladim jedinkama *Cornu aspersum* u proljeće prenose na poljske parcele. U zajedničkom održavanju važno je zasijati parcele s više krmne vegetacije, jer *Helix pomatia* preferira zelenu vegetaciju u odnosu na krmne smjese. Na parceli se postavlja 300 jedinki/m² *Cornu aspersum* uz 15-50 jedinki/m² *Helix pomatia*, čime se sakuplja 3 kg/m² *Cornu aspersum* na kraju tova i 0,2-0,5 kg/m² *Helix pomatia*. Prikupljanje se mora obaviti u rujnu jer rimski puž ulazi u zimski san ranije od smeđeg puža (Ligaszewski i Pol, 2021.).

Hranidba puževa

Proteini u organizmu osiguravaju aminokiseline za izgradnju tjelesnih tkiva i omogućuju maksimalan rast; ako ih se hranom unese previše, samo dio se koristi za proizvodnju novih proteina u tijelu, a ostatak se pretvara u energiju. To rezultira povećanim i nepotrebnim troškovima hrane. Nedostatak proteina u prehrani rezultira ograničenjem rasta i gubitkom težine te uginućem (Karapanagiotidis i sur., 2011.). Shodno tome, Zhou i sur. (2007.) ukazali su da su proteinske komponente u ishrani puževa prioritetne za buduća istraživanja budući da protein predstavlja najveći trošak u komercijalnoj formulaciji stočne hrane i ima vitalnu ulogu u rastu životinja. Ligasezewski i Pol (2016.) u svojim istraživanjima provedenima na puževima *Cornu aspersum* navode da je protein iz sojine sačme, kao primarni izvor u hrani, u koncentraciji od 18,6 % (naspram 16,7 %) povećao promjer ljuske jedinki držanih u staklenicima. U slučaju vrste *Cornu aspersum aspersum* držane u vanjskom sistemu smještaja, povećani sadržaj proteina utjecao je na težinu trupa puževa. U drugim eksperimentalnim istraživanjima utvrđeno je da puževi *Cornu aspersum aspersum* najbolje iskorištavaju hranu i dobivaju na težini kada proteini čine 10 % sastava hrane (Karapanagiotidis i sur., 2011.). Nasuprot tome, Sampe layo i sur. (1991.) navode da su optimalno zadržavanje proteina i porast težine postignuti s udjelom hrane od 17,5 %.

Qi-Cun i sur. (2007.) su u svom eksperimentu utvrdili da lipidi u prehrani imaju značajnu ulogu u osiguravanju koncentrirane energije, esencijalnih masnih kiselina, fosfolipida, sterola i vitamina topivih u mastima, posebno za puževe mesojede. Pokazalo se da povećanje udjela probavljive energije u hrani puževa putem dodavanja lipida ima učinak uštede proteina, čime se smanjuju gubici dušika u okoliš. Drugo istraživanje pokazalo je da osiguravanje odgovarajuće energije lipidima u prehrani može smanjiti upotrebu skupljih proteina kao izvora energije (Lopez i sur., 1998.).

Predmet interesiranja i istraživanja, kada je riječ o ishrani, je izvor kalcija koji se dodaje hrani i njegov udio u krmnoj smjesi u različitim fazama razvoja puževa. Kalcij je glavni gradivni element puževih ljuski (Jatto i sur., 2010.). Adekvatan nivo kalcija u hrani ključan je tijekom juvenilnog razdoblja, kada puževi intenzivno rastu i jačaju svoje ljuske. Tijekom zrelosti i reprodukcije kalcij igra ključnu ulogu u formiranju jaja. Nedostaci ovog elementa u ishrani dovo-

de do značajnog povećanja stope smrtnosti puževa u ovom razdoblju života. Ljuske puževa sadrže od 95 % do 99 % kalcijevog karbonata iz kristala kalcita i argonita. Organska tvar u ljusci prvenstveno je konholidin, protein specifičan za mekušce (Zhang i Zhang, 2006.). Čvrsta i izdržljiva ljuska neophodna je za potrebe prerade puževa zbog mogućnosti automatizacije i velike proizvodnje. Meke ljuske se mogu uništiti i time izgubiti mogućnost daljnje upotrebe u početnoj fazi proizvodnje. Mekana ljuska sprječava mehaničko čišćenje, sortiranje ljuski i transport na velike udaljenosti, povećavajući troškove prerade i zaustavljajući razvoj proizvodnje. Kvaliteta ljuske također utječe na procjenu vrijednosti puževa namijenjenih izvozu s obzirom da se poslužuju kao jela pripremljena prema tradicionalnoj francuskoj recepturi (Hotopp, 2002.).

Potreba za kalcijem najveća je kod odraslih jedinki koje polažu jaja zbog njegove velike mobilizacije iz organizma (osobito ljuske koja je skladište kalcija) (Ireland, 1991.). Oko 65 % ovog elementa u tijelu puža se mobilizira tijekom polaganja jaja (Fournie i Chetail, 1984.). Konačna količina kalcija u ishrani puževa pogoduje poboljšanju reproduktivnih rezultata ovih životinja - povećava se broj položenih jaja, povećava se tvrdoća ljuske jaja, valivost i preživljavanje mlađi (Aman i sur., 2019.). Pretjeran gubitak mineralnih tvari iz ljuske u intenzivnom razdoblju razmnožavanja i polaganja jaja često dovodi do uginuća puževa ili pojave kanibalizma. Osiguravanje odgovarajuće nadoknade kalcija povećava stopu preživljavanja odraslih i mladih u prvom mjesecu života (Perea i sur., 2004.).

Proizvodi porijeklom od jestivih puževa Meso puževa

Brojna istraživanja ukazuju da meso jestivih puževa predstavlja važan alternativni izvor proteina i nekoliko vitalnih elemenata biološke vrijednosti u ishrani životinja i prehrani ljudi (Fagbuaro i sur., 2006.; Adegoke i sur., 2010.). Meso puževa karakterizira niska energetska vrijednost (100 g mesa ima oko 60-80 kcal), nizak sadržaj masti i visok sadržaj egzogenih aminokiselina te nezasićenih masnih kiselina. Također se može koristiti kao niskokalorični i nemasni izvor proteina i minerala u ljudskoj prehrani. Sastav mesa se može uveliko promijeniti pod utjecajem različitih uvjeta života (divlji naspram farmskog uzgoja) i ishrane. Između ostalog, izvor i nivo proteina koji se daje puževima u hrani su jako važni za kvalitetu mesa (Gogas i sur., 2021.). Rygała-Galewska i sur. (2022.)

navode da meso jestivih puževa obiluje različitim vitaminima i mineralima. Kada govorimo o mineralnom sastavu, najzastupljeniji su Na i Ca, a vitamin A kada je riječ o vitaminskom sastavu mesa jestivih puževa (Tablica 2). U nešto manjoj količini zastupljeni su vitamini E i C te vitamini B kompleksa.

Ipak, konzumacija mesa puževa ima i svoje nedostatke. Naime, Martins i sur. (2005.) navode da meso puževa može predstavljati snažan alergen kod osjetljivih individua, naročito kada je riječ o alergijama križnog tipa (Martins i sur., 2005.).

Kavijar

Proizvodnja jestivih puževa osim uzgoja (često se obavlja zajedno s proizvodnjom mesa), obuhvaća i proizvodnju kavijara (poznat kao bijeli kavijar, puževa jaja ili “perle Afrodite”) koja je započela u Francuskoj i razvila se u Čileu, Italiji i Poljskoj. Jaja posljednjeg stadija razvoja ili mlade životinje u prvom tjednu od izlijeganja su namijenjene za prodaju i daljnju upotrebu mesa (Massari i Pastore, 2014.). Proizvodnja jaja se odvija u mješovitom sistemu smještaja od veljače do kraja travnja (nakon što se rasplodni puž probudi iz zimske hibernacije) ili tijekom cijele godine u zatvorenom sistemu smještaja. Kada je riječ o vrsti *Cornu*

aspersum, jaja se sakupljaju u dobi od 4-5 mjeseci života. Kondicioniranje puževa u uzgoju prije i tijekom sezone nesenja utiče na njihovu fertilnost i učestalost polaganja jaja (Sowinski i sur., 2000.). Puževi namijenjeni za uzgoj trebaju biti snabdjeveni s pravilno balansiranom hranom (viši nivoi proteina i kalcija u odnosu na standardnu hranu) i odgovarajućom visokom vlažnošću i temperaturama koji su prikladne za sezonu parenja. Jaja se stavljaju u čaše za valje-nje ispunjene zemljom u intervalima od 2-3 mjeseca. Broj jaja koji se izleže u narednim mjesecima opada, a njihov mortalitet raste (Sowinski i sur., 2000.). Iz ovog razloga takvi puževi se koriste samo jednom u sezoni, nakon čega se uklanjaju iz uzgajališta i neškodljivo uklanjaju (Murphy, 2001.). Od jestive vrste *Cornu aspersum maxima* moguće je dobiti od 180 do 250 jaja odjednom, dok se od *Cornu aspersum aspersum*, čija su jaja pogodnija za konzumaciju, može dobiti od 120 do 200 jaja. Prosječna težina jednog paketa od stotinu jaja varira od 3 do 6 g, dok je dijametar jednog jajeta od 3-6 mm. Pravilno oplođena, zdrava jaja koja se koriste kao sirovina za proizvodnju kavijara su biserne boje, neprozirna te okružena prozirnom mekom ljuskom (Sowinski i sur., 2000.; Ligaszewski i Pol, 2021.).

Tablica 2. Srednji udio minerala i vitamina u mesu jestivih puževa (prilagođeno iz Rygało-Galewska i sur., 2022.)
Table 2 The average proportion of minerals and vitamins in the meat of edible snails (adapted from: Rygało-Galewska et al., 2022)

	(mg/100 g)	<i>Cornu aspersum</i>				<i>Helix pomatia</i>			
Na	91,95	-	-	-	-	336,54	90,50	-	-
Ca	135,7	-	3277,50	1620,00	-	48,08	726,25	4580,00	-
								0	
K	105,4	-	-	-	-	1836,54	82,17	-	-
Mg	17,05	320,37	-	425,00	-	1201,92	54,05	375,00	-
P	96,72	1285,10	634,75	590,00	-	1307,69	104,52	1049,00	-
								0	
Fe	0,52	22,41	11,37	8,40	-	16,83	1,71	1,10	-
Zn	-	7,11	4,12	8,00	-	1,00	1,35	8,80	-
Vit A	5,46	-	-	-	-	0,14	-	-	-
Vit E	0,88	-	-	-	-	24,04	-	-	-
Vit C	-	-	-	-	18,54	-	-	-	-
Vit B1	0,15	-	-	-	-	0,05	-	-	3,81
									1
Vit B2	0,07	-	-	-	-	0,58	-	-	-
Vit B3	3,23	-	-	-	-	6,73	-	-	-
Vit B6	0,29	-	-	-	-	0,63	-	-	-

Jaja se sakupljaju, peru ručno i pojedinačno biraju, pasteriziraju, sole i aromatiziraju te potom pakuju u staklene posude (Massari i Pastore, 2014.). Delikatan okus puževog kavijara se opisuje kao “zemljast ili orašast” ili podsjeća na okus gljive ili hrasta (Kolman i sur., 2010.). Rezultati komparativnih studija o različitim vrstama konzumnog kavijara ukazuju da kavijar sivog puža u sastavu ima više masnoće od ostalih tipova kavijara, a gotovo dvostruko više nego kavijar jesetre, a čini prosječno 9,96 % suhe tvari. S druge strane, sadržaj proteina u jajima puževa spremih za konzumiranje je sličan njihovom sadržaju u mesu i iznosi 16 % (Toader-Williams i Golubkina, 2009.).

Sluz

Jaja puževa imaju svoju primjenu i u kozmetičkoj industriji. Ekstrakti dobiveni iz jaja, koji su uglavnom sastavni dio kozmetičkih krema, mogu učinkovito smanjiti hrapavost kože i depigmentaciju te poboljšati svjetlinu i elastičnost kože (Draelos, 2017.). Mucin koji se nalazi u puževoj sluzi ima specifičnu vrijednost jer smanjuje bore i poboljšava elastičnost i hidrataciju kože izložene ultraljubičastom B zračenju (UVB). U isto vrijeme, konzumacija pripravaka od puževe sluzi ne pokazuje nikakav toksični učinak na tijelo (Kim i sur., 2022.). Osim spomenutih, mucin pokazuje i antibakterijska svojstva. Prethodne studije su dokazale njegov utjecaj na ograničene rasta bakterija *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis* i *Staphylococcus aureus* (Shabelnikov i Kiselev, 2015.), kao i *Streptococcus* spp. (Etim i sur., 2016.). Također je dokazan njegov preventivni učinak protiv starenja kože (Cilia i Frantini, 2018.) te pokazuje regenerativna, antiinflamatorna svojstva i stimulira zarastanje rana (Harti i sur., 2016.; Trapella i sur., 2018.). Puževa sluz posjeduje i antioksidativna svojstva (Kostadinova i sur., 2018.). Osim toga, istraživanje Matusiewicz i sur. (2018.) ukazuje na antikancerogeno djelovanje ove prirodne tvari u tretmanu raka debelog crijeva. Nadalje, sluz je testirana kao materijal za pakovanje hrane koji pokazuje visoku rastezljivost, vodonepropusnost i antibakterijska svojstva (Di Filippo i sur., 2020.).

Ekološki izazovi i perspektive

Iako su puževi, takosnomski promatrano, vrlo raznolika skupina životinja, u posljednje vrijeme je zabilježen sve veći broj slučajeva izumiranja. Osim toga, mnogim vrstama kopnenih jestivih puževa

i dalje prijete izumiranje (Douglas i sur., 2013.). Razlozi za ovakav negativan trend i prijetnje opstanku puževa su brojni, a među njima se ističe njih nekoliko, kao što su nedostatak temeljnih matica/reproduktivnih centara za puževe, nedostatak tehničkog znanja o uzgoju i upravljanju puževima, sezonalnost u hranjenju puževa i vegetaciji koju oni konzumiraju, antropogeno uništavanje staništa puževa, klimatski i okolišni faktori, bolesti i paraziti, predatori, genetski konstituenti, ali i rast ljudske populacije (Gheoca i sur., 2021.).

Antropogene aktivnosti

Najveću prijetnju predstavljaju ljudske aktivnosti, a slijede klimatski uvjeti koji utječu na bioraznolikost puževa i populaciju puževa u određenoj regiji (Douglas i sur., 2013.). Oni uključuju:

- Deforestaciju, tj. krčenje šuma u razne svrhe kao što su urbanizacija (izgradnja cesta, izgradnja kuća i škola) i industrijalizacija,
- Korištenje pesticida, umjetnih gnojiva, nematocida od strane proizvođača usjeva u suzbijanju korova i nematoda u uzgoju. Korištenje spomenutih agrokemikalija doprinosi promjeni pH vrijednosti tla te ekosistema/ekoloških niša te samim time i bioraznolikosti puževa.
- Poljoprivredne prakse ruralnih poljoprivrednika tijekom sezone sjetve, kao što su spaljivanje poljoprivrednih površina. Ovo istiskuje puževe iz njihovih prirodnih staništa i izlaže njihova jaja nepovoljnim vremenskim uvjetima kao što su direktna sunčeva svjetlost i kiša.
- Paljenje grmlja/požari koje izazivaju lovci na divlje životinje.
- Rast stanovništva i potražnja za jeftinim izvorima životinjskih bjelančevina.
- Nedostatak odgovarajuće temeljne zalihe/reproduktivnog centra za veliki i komercijalni uzgoj puževa.
- Nedostupnost komercijalne hrane za puževe.

Klima i klimatološke promjene

Nepovoljni klimatski uvjeti i klimatske promjene predstavljaju ozbiljan problem za populaciju i uzgoj puževa u cijelom svijetu. Klimatski utjecaj i njegov učinak na puževe imaju asocijativni učinak na temperaturu, vlažnost, kretanje vjetra/zraka i intenzitet svjetlosti. Puževi su osjetljivi na infekcije i bolesti uzrokovane kontaminacijom okoline i zagađivačima (Ebenso i Ologhobo, 2009.).

Temperatura: Ona je glavni faktor koji utječe na aktivnosti puževa. Puževima je za normalno hranjenje i funkcioniranje organizma potrebna niža i umjerena temperatura. Rasponi temperatura između 23 – 28 °C pogodni su za rast i razvoj puževa (Boonmachai i sur., 2024.). Tijekom toplijih razdoblja s visokom temperaturom okoline, puževi mogu doživjeti toplinski stres koji predstavlja ozbiljnu ekonomsku prijetnju populaciji puževa i puževima u fazi pripitomljavanja (Ebenso i Ologhobo, 2009.). Učinak topline izazvan visokim temperaturama na puževe može se očitovati u obliku smanjenog unosa i iskorištenja hrane, smanjene proizvodnje jaja, smanjene stope rasta, niske tjelesne težine, smanjenog izlijeganja i plodnosti. Okafor (2001.) navodi da puževi hiberniraju i estiviraju osobito tijekom suhih i vrućih nepovoljnih sezona. Zagađenje zraka, okoliša i buka utječu na puževe.

Vlažnost: Puževi vole vlažna i hladnija okruženja, što se obično postiže u kišnoj sezoni, atmosferski zrak postaje vlažan s visokom relativnom vlagom. Puževi su aktivni pri relativnoj vlažnosti između 70–90 % (Boonmachai i sur., 2024.). Međutim, kisele kiše u nekim područjima uzrokovane zagađivačima zraka nepovoljno utječu na populaciju puževa. Ako je zrak duže suh i vruć, puževi se mogu osušiti i uginuti ili hibernirati. Ograde za puževe i gornji sloj tla treba redovito posipati vodom tijekom vrućih razdoblja, posebno u sušnim sezonama, kako bi se održala odgovarajuća vlažna okolina (Okon i sur., 2013.).

Pretjerano kretanje zraka i vjetrovi: Ovo je još jedan klimatski faktor koji može rezultirati ozbiljnom dehidracijom puževa i uzrokovati njihovo povlačenje u svoje školjke, umjesto da se hrane kako bi dobili na težini i razmnožavali se. Produžena razdoblja mogu uzrokovati da puževi uđu u estivaciju, što je razdoblje neaktivnosti ili mirovanja u životu puževa (Okafor 2001.).

Intenzitet svjetla: Puž treba svjetlo za svoje aktivnosti kao što su hranjenje i razmnožavanje. Iako su puževi noćne životinje, potrebno im je svjetlo za neke foto-biološke procese bitne na energetskom nivou i hranidbenom lancu, npr. stanične probave i fotosinteze. Dnevna svjetlost obično dolazi od sunca, duža razdoblja svjetlosti stimuliraju i potiču puževe na razmnožavanje pod povoljnim uvjetima (Boonmachai i sur., 2024.).

Tip tla: Puževi uveliko ovise o tlu za svoju hranu i razmnožavanje, npr. polaganje jaja. Teško mogu preživjeti ili učinkovito napredovati u nedostatku odgovarajućeg tipa tla (Douglas i sur., 2013.). Zahtijevaju vlažna, prozračna, lako drenirana, nena-topljena i kisela tla. Tlo bogato mineralima i organskim tvarima dobro je kao tlo za uzgoj puževa nakon sterilizacije kako bi se uništili patogeni u tlu (Okon i sur., 2013.).

Zaključak

Iz navedenog se može zaključiti da jestivi kopneni puževi predstavljaju intrigantan i potencijalno vrijedan izvor proteina i hranjivih tvari za ljude širom svijeta. Iako možda nisu tako popularni ili dobro poznati kao drugi izvori proteina, poput mesa ili ribe, jestivi puževi imaju nekoliko prednosti, uključujući njihovu visoku hranjivu vrijednost, nizak udio masti i ekološku održivost. Unatoč brojnim prednostima, jestivi puževi i dalje su prehrambena niša u mnogim dijelovima svijeta. To može biti dijelom zbog kulturnoloških stavova prema puževima kao štetočinama ili jednostavno neupućenosti u njihov kulinarski potencijal. Međutim, kako ljudi postaju svjesniji utjecaja konvencionalne proizvodnje mesa na okoliš i traže alternativne izvore proteina, moguće je da će jestivi puževi dobiti šire prihvaćanje kao održiva opcija hrane.

References

- [1] Adegoke, A., C. Bukola, U. Comfort, A. Olayinka, O. Amos (2010): Snails as meat source: Epidemiological and nutritional perspectives. *J. Microbiol. Antimicrob*, 2, 001–005
- [2] Aman, J. B., C.F.D. Adou, M. Karamoko, A. Otchoumou (2019): Effect of source and amendment rate of rearing substrate on the growth and yield of *Archachatina marginata*. *J. Res. Ecol*, 7, 2546–2554.
- [3] Begg, S. (2006): Free-range Snail Farming in Australia: A Report for the Rural Industries Research and Development Corporation. RIRDC.
- [4] Begg, S., P. McInness (2003): Farming Edible Snails-Lessons from Italy. Publication No. 03/137. Printed by Union Offset Printing, Canberra, Australia, 1–13.

- [5] **Boonmachai, T., E. A. Bergey, C. Wongsawad, N. Nantarat (2024):** Influence of limestone and anthropogenic activities on land snail communities in Satun Province, Thailand. *Sci. Total Environ* 912, 169372. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169372>
- [6] **Brunt, J., K. Engel Berger, G. Rapp (1999):** Giant African snail plant protection service. Secretariat of the Pacific Community, Fiji. Cilia, G.; Fratini, F. Antimicrobial properties of terrestrial snail and slug mucus. *J. Complement. Integr. Med.* 2018, 15, 1–10. doi: 10.1515/jcim-2017-0168
- [7] **Di Filippo, M. F., S. Panzavolta, B. Albertini, F. Bonvicini, G.A. Gentilomi, R. Orlacchio, L.S. Dolci (2020):** Functional properties of chitosan films modified by snail mucus extract. *Int. J. Biol. Macromol.* 143, 126-135 doi: 10.1016/j.ijbiomac.2019.11.230
- [8] **Dickie, A., C. Streck, S. Roe, M. Zurek, F. Haupt, A. Dolginow (2014):** Strategies for Mitigating Climate Change in Agriculture: Abridged Report. Dostupno na: https://www.climateandlandusealliance.org/wpcontent/uploads/2015/08/Abridged_Report_Mitigating_Climate_Change_in_Agriculture.pdf (Pristupljeno: 5 Decembar 2023)
- [9] **Douglas, D. D., D.R Brown, N. Pederson (2013):** Land snail diversity can reflect degrees of anthropogenic disturbance. *Ecosphere*, 4(2), art28. doi: <http://dx.doi.org/10.1890/ES12-00361.1>
- [10] **Draelos, Z. D. (2017):** The Role of a Natural Mollusk Egg-Derived Ingredient in Facial Appearance. *JDD*, 16(7), 678–681.
- [11] **Ebenso, I. E., A.D Ologhobo (2009):** Effects of lead pollution against juvenile *Achatina achatina* fed on contaminated artificial diet. *Bull Environ Contam Toxicol*, 82, 583-585. doi: <https://doi.org/10.1007/s00128-008-9625-0>
- [12] **Egonmwan, R. I. (2008):** Effects of dietary calcium on growth and oviposition of the African land snail *Limicolaria flammea* (Pulmonata: Achatinidae). *Rev. biol. trop.* 56(1), 333-343. doi: 10.1016/0300-9629(91)90587-3
- [13] **Elmslie, L. (2005):** Snail Collection and Small-scale production in Africa and Europe. In *Ecological Implications of Minilivestock: Potential of Insects, Rodents, Frogs, and Snails*; Sci. Publ.: pp. 93–121, ISBN 9781482294439.
- [14] **Etim, L. B., C. Aleruchi, G.A. Obando (2016):** Antibacterial properties of snail mucus on bacteria isolated from patients with wound infection. *Br. Microbiol. Res. J.*, 11(2),1-9. doi: 10.9734/BMRJ/2016/21731
- [15] **Fagbuaro, O., J.A. Oso, J.B. Edward, R.F. Ogunleye (2006):** Nutritional status of four species of giant land snails in Nigeria. *J. Zhejiang Univ. Sci. B*, 7, 686–689. <https://doi.org/10.1631/jzus.2006.B0686>
- [16] **Fleck, H. (1976):** Introduction to Nutrition, Collier Macmillan Ltd; 3rd edition, ISBN 9780023384301
- [17] **Food and Agriculture Organization of the United Nations (1986):** Farming Snails 1—Learning about Snails Building a Pen Food and Shelter Plants; Rome, Italy;; ISBN 9251023964. Dostupno na: <https://www.fao.org/3/bp069e/bp069e.pdf> (Pristupljeno: 20 Decembar 2023)
- [18] **Food and Agriculture Organization of the United Nations. How to Feed the World in 2050 (2009):** In Proceedings of the Expert Meeting on How to Feed the World in 2050, Rome, Italy, 12–13. Dostupno na: https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf (Pristupljeno: 10 Januar 2024)
- [19] **Fournie, J., M. Chetail (1984):** Calcium dynamics in land gastropods. *Amer. Zool.* 24(4), 857–870.
- [20] **Gheoca, V., A.M. Benedek, E. Schneider (2021):** Exploring land snails' response to habitat characteristics and their potential as bioindicators of riparian forest quality. *Ecol. Indic.*, 132:108289
- [21] **Ghosh, S., C. Jung, V.B. Meyer-Rochow (2016):** Snail farming: an Indian perspective of a potential tool for food security. *Ann. Aquac. Res.* 3, 1024.
- [22] **Gogas, A., G.P. Laliotis, E. Ladoukakis, V. Trachana (2021):** Chemical composition and antioxidant profile of snails (*Cornu aspersum aspersum*) fed diets with different protein sources under intensive rearing conditions. *J. Anim. Feed Sci.* 30, 1-8. doi: <https://doi.org/10.22358/jafs/143107/2021>
- [23] **Grilla, A., C. LaJeunesse, D. McMaster, D. Morgan (2016):** Feasibility of snail farming as a model for small urban farms to expand into niche markets for increased profitability. WPI: Worcester, MA, USA.
- [24] **Harti, A.S., S.D. Sulisetyawati, A. Murharyati, M. Oktariani, L.B. Wijayanti (2016):** The effectiveness of snail slime and chitosan in wound healing. *Int. J. Pharm. Sci.*, 5(1), 76. doi: 10.18178/ijpms.5.1.76-80
- [25] **Hatzioannou, M., A. Issari, C. Neofitou, S. Aifadi, S. Matsiori (2014):** Economic analysis and production techniques of snail farms in southern Greece. *World J. Agric. Res.*, 2(6), 276-279. doi: 10.12691/wjar-2-6-5
- [26] **Hotopp, K. P. (2002):** Land snails and soil calcium in central Appalachian Mountain forest. *Southeast. Nat.*, 1(1), 27-44. doi: 10.1656/1528-7092(2002)001[0027:LSASCI]2.0.CO;2
- [27] **Jatto, O.E., I.O. Asia, W.E. Medjor (2010):** Proximate and mineral composition of different species of snail shell. *Pac. J. Sci. Technol.* 11(1), 416-419.
- [28] **Karapanagiotidis, I.T., M. Hatzioannou, V. Karalazos, S. Aifanti, C. Neofitou (2011):** Protein requirements of farmed snail *Helix aspersa*. *Int. Rev. Hydrobiol.* Volos, Greece (pp. 9-11).
- [29] **Kim, Y., W.J. Sim, J. S. Lee, T.G. Lim (2022):** Snail mucin is a functional food ingredient for skin. *J. Funct. Foods*, 92, 105053. doi: 10.1016/j.jff.2022.105053
- [30] **Kolman, R., B. Jankowska, A. Kwiatkowska, H. Georgian, L. Michalowski (2010):** Kawior nie tylko z ikry jesiota. *Kom. Ryb.* (4), 31-33.
- [31] **Kostadinova, N., Y. Voynikov, A. Dolashki, E. Krumova, R. Abrashev, D. Kowalewski, P. Dolashka (2018):** Antioxidative screening of fractions from the mucus of garden snail *Cornu aspersum*. *Bulg. Chem. Commun.* 50, 176-183..
- [32] **Ligaszewski, M., P. Pol (2021):** Edible Snails Breeding in Poland. *ZAGADNIENIA Doradz. Rol.* 1, 67-85.
- [33] **Lopez, L. M., P.A. Tyler, M.T. Viana (1998):** The effect of temperature and artificial diets on growth rates of juvenile *Haliotis tuberculata* (Linnaeus, 1758). *J. Shellfish Res.*, 17, 657-662.
- [34] **Manea, D., A.A. Ienciu, R. Ștef, I. Peș, L. Șmuleac, I. Grozea, D.V. Nica (2021):** The “sandwich” system: A potential solution for protecting overwintering *Cornu aspersum* snails reared in semi-intensive heliciculture farms in colder climates. *Anim.*, 11(5), 1420. doi: <https://doi.org/10.3390/ani11051420>
- [35] **Martins, L. M. L., G. Peltre, C.J.F. da Costa Faro, E.M. Vieira Pires, F.F. da Cruz Inácio (2005):** The *Helix aspersa* (brown garden snail) allergen repertoire. *Int. Arch. Allergy Appl. Immunol.*, 136(1),7-15. doi: <https://doi.org/10.1159/000082579>

- [36] Massari, S., S. Pastore (2014): Heliciculture and snail caviar: new trends in the food sector. Monograph: Future trends and challenges in the food sector. Pol. Soc. C., Cracow, 79-90.
- [37] Matusiewicz, M., I. Kosieradzka, T. Niemiec, M. Grodzik, H. Antushevich, B. Strojny, M. Gołębiewska (2018): In vitro influence of extracts from snail *Helix aspersa* Müller on the colon cancer cell line Caco-2. *Int. J. Mol. Sci.*, 19(4), 1064.
- [38] doi: <https://doi.org/10.3390/ijms19041064>
- [39] Mayoral, A. G., J.M. Perea, M.D. Pertíñez, M.D.R.M. de Santos, R. Acero, A.G. Martínez (2004): Efecto de la adición de carbonato cálcico en la dieta de " *helix aspersa* müller". *Arch. de Zootec*, 53(204), 407-410.
- [40] Munywoki, G. N. (2022): Snail farming (Heliciculture): Benefits, economic viability, challenges and prospects. *Int. J. Res. Agronomy*, 5(1), 9-11.
- [41] Murphy, B. (2001): Breeding and growing snails commercially in Australia. RIRDC.
- [42] Ogunniyi, L. T. (2009): Economic analysis of snail production in Ibadan, Oyo State. *J. Agric. Econ*, 2(1), 26-34.
- [43] Okafor, F. U. (2001): Edible land snails: a manual of biological management and farming of snails. Lagos: Spl.Publ.
- [44] Okon, B., L.A. Ibom, I.E. Ebenso, A.E. Bassey (2013): Developmental stages and quality traits of giant African land snails [*Archachatina marginata* (swainson)] eggs. *Nat. Sci.*, 2013. doi: <https://doi.org/10.4236/ns.2013.510137>
- [45] Qi-Cun, Z., J.B. Zhou, S.Y. Chi, Q.H. Yang, C.W. Liu (2007): Effect of dietary lipid level on growth performance, feed utilization and digestive enzyme of juvenile ivory shell, *Babylonia areolate*. *Aquac.* 272(1-4), 535-540 doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.07.236>
- [46] Rygała-Galewska, A., K. Zglińska, T. Niemiec (2022): Edible snail production in Europe. *Anim.*, 12(20), 2732. doi: <https://doi.org/10.3390/ani12202732>
- [47] Sampelayo, M. S., J. Fonolla, F.G. Extremera (1991): Factors affecting the food intake, growth and protein utilization in the *Helix aspersa* snail. Protein content of the diet and animal age. *Lab. Anim.*, 25(4), 291-298. doi: <https://doi.org/10.1258/002367791780809959>
- [48] Shabelnikov, S., A. Kiselev (2015): Cysteine-rich atrial secretory protein from the snail *Achatina achatina*: Purification and Structural Characterization. *PloS one*, 10(10), e0138787. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138787>
- [49] Sowiński, G., R. Wąsowski (2000): Breeding snails: care, nutrition, outline of diseases with prevention and cooking. Wydawnictwo UWM
- [50] Szkucik, K., M. Ziomek, M. Mackowiak-Dryka, W. Paszkiewicz (2011): Edible snails – their performance, nutritive value and safety for consumers. *Zyc Wet.* 26, 631–635.
- [51] Toader-Williams, A., N. Golubkina (2009): Investigation upon the edible snail's potential as source of selenium for human health and nutrition observing its food chemical contaminant risk factor with heavy metals. *Bul. Univ. Agric. Sci. Vet. Med.*, 66 (2), 495-499. doi: <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-agr:4060>
- [52] Trapella, C., R. Rizzo, S. Gallo, A. Alogna, D. Bortolotti, F. Casciano, R. Voltan (2018): *Helix Complex* snail mucus exhibits pro-survival, proliferative and pro-migration effects on mammalian fibroblasts. *Sci. Rep.*, 8(1), 17665. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35816-3>
- [53] Walczak, Z. (2011): Metody chowu ślimaków lądowych. *Tec. Rol.Og. Leśna*, (03).
- [54] Zagata, L., L.A. Sutherland (2015): Deconstructing the 'young farmer problem in Europe': Towards a research agenda. *J. Rural Stud.*, 38, 39-51. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2015.01.003>
- [55] Zhang, C., R.Zhang (2006): Matrix proteins in the outer shells of molluscs. *J. Mar. Biotechnol.*, 8, 572-586. doi: <https://doi.org/10.1007/s10126-005-6029-6>
- [56] Zhou, J. B., Q.C. Zhou, S.Y. Chi, Q.H. Yang, C.W. Liu (2007): Optimal dietary protein requirement for juvenile ivory shell, *Babylonia areolate*. *Aquac.*, 270(1-4), 186-192. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.07.050>
- [57] Zucaro, A., A. Forte, G. De Vico, A. Fierro (2016): Environmental loading of Italian semi-intensive snail farming system evaluated by means of life cycle assessment. *J. Clean. Prod.* 125, 56-67. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.045>

Dostavljeno/Received: 08.02.2024.

Prihvaćeno/Accepted: 22.02.2024.

Snail breeding - ecological challenges and perspectives

Abstract

Snail breeding, also known as heliciculture, is a type of animal husbandry that involves the reproduction and cultivation of snails for human consumption. Although snail farming is still relatively rare in many parts of the world, it is a growing industry that offers a range of benefits, including a small environmental footprint, high-profit potential, and unique nutritional advantages. Among various edible species, snails such as *Cornu aspersum* and *Helix pomatia* have shown tremendous potential as alternative protein sources in animal diets. They have a favorable nutrient profile, containing essential amino acids, minerals, and vitamins, making them valuable supplements or substitutes for traditional protein sources. Sna-

il breeding techniques and practices have significantly advanced in recent years, resulting in increased productivity and improved genetic traits in snail populations. Furthermore, ongoing research efforts are exploring the development of snail breeding protocols tailored to specific veterinary requirements. The optimization of breeding methods, including artificial selection, controlled mating, and genetic improvement, has enormous potential for enhancing desirable traits in snail populations. This progress can contribute to the development of superior snail breeds with improved nutritional profiles, disease resistance, and therapeutic properties.

Moreover, snail breeding presents an opportunity to address ecological problems associated with traditional livestock production. The efficient use of resources, minimal space requirements and low environmental impact make snail farming an environmentally friendly alternative. Snails are also less susceptible to certain infectious diseases that commonly affect traditionally farmed animals, reducing the need for antimicrobials and promoting sustainable practices. Continuous education and research on snail breeding techniques, nutritional profiles, and therapeutic applications will pave the way for innovative veterinary practices that prioritize sustainability, animal welfare, and improved health outcomes. Further research in this field represents a new opportunity for veterinarians and farmers to contribute to the health and well-being of animals while promoting sustainable practices in the livestock industry. This review article aims to provide an overview of the scientific literature on proper breeding of edible snails and the potential challenges of negative anthropogenic and climatic impacts as a potential challenge for breeders.

Keywords: edible snails; heliciculture; cultivation; environmental impact; nutrients

Schneckenzucht - ökologische Herausforderungen und Perspektiven

Zusammenfassung

Die Schneckenzucht, auch Helikultur genannt, ist eine Form der Tierhaltung, bei der Schnecken für den menschlichen Verzehr gezüchtet werden. Obwohl die Schneckenzucht in vielen Teilen der Welt noch relativ selten ist, handelt es sich um einen wachsenden Wirtschaftszweig, der eine Reihe von Vorteilen bietet, darunter einen geringen ökologischen Fußabdruck, ein hohes Gewinnpotenzial und einzigartige Ernährungsvorteile. Unter den verschiedenen essbaren Arten haben Schnecken wie *Cornu aspersum* und *Helix pomatia* ein enormes Potenzial als alternative Proteinquellen für die Tierernährung gezeigt. Sie haben ein günstiges Nährstoffprofil und enthalten essenzielle Aminosäuren, Mineralien und Vitamine, was sie zu wertvollen Ergänzungen oder Ersatz für herkömmliche Proteinquellen macht. Die Zuchttechniken und -verfahren für Schnecken haben sich in den letzten Jahren erheblich weiterentwickelt, was zu einer erhöhten Produktivität und verbesserten genetischen Eigenschaften der Schneckenpopulationen geführt hat. Darüber hinaus wird in der Forschung an der Entwicklung von Schneckenzuchtprotokollen gearbeitet, die auf spezifische tiermedizinische Anforderungen zugeschnitten sind. Die Optimierung von Zuchtmethoden, einschließlich der künstlichen Selektion, der kontrollierten Paarung und der genetischen Verbesserung, birgt ein enormes Potenzial für die Verbesserung erwünschter Merkmale in Schneckenpopulationen. Diese Fortschritte können zur Entwicklung überlegener Schneckenrassen mit verbesserten Nährstoffprofilen, Krankheitsresistenzen und therapeutischen Eigenschaften beitragen. Darüber hinaus bietet die Schneckenzucht die Möglichkeit, ökologische Probleme im Zusammenhang mit der traditionellen Viehzucht anzugehen. Die effiziente Nutzung von Ressourcen, der minimale Platzbedarf und die geringe Umweltbelastung machen die Schneckenzucht zu einer umweltfreundlichen Alternative. Schnecken sind auch weniger anfällig für bestimmte Infektionskrankheiten, von denen traditionell gezüchtete Tiere häufig betroffen sind, was den Bedarf an antimikrobiellen Mitteln verringert und nachhaltige Praktiken fördert. Kontinuierliche Weiterbildung und Forschung zu Schneckenzuchttechniken, Ernährungsprofilen und therapeutischen Anwendungen werden den Weg für innovative veterinärmedizinische Praktiken ebnen, bei denen Nachhaltigkeit, Tierschutz und verbesserte Gesundheitsergebnisse im Vor-

dergrund stehen. Die weitere Forschung auf diesem Gebiet bietet Tierärzten und Landwirten eine neue Möglichkeit, zur Gesundheit und zum Wohlbefinden der Tiere beizutragen und gleichzeitig nachhaltige Praktiken in der Viehwirtschaft zu fördern. Dieser Übersichtsartikel soll einen Überblick über die wissenschaftliche Literatur über die richtige Zucht von essbaren Schnecken und die potenziellen Herausforderungen durch negative anthropogene und klimatische Einflüsse als potenzielle Herausforderung für Züchter geben.

Schlüsselwörter: essbare Schnecken; Helikultur; Zucht; Umweltauswirkungen; Nährstoffe

Cría de caracoles - desafíos ecológicos y perspectivas

Resumen

La cría de caracoles, también conocida como helicicultura, es un tipo de ganadería que implica la reproducción y cultivo de caracoles para consumo humano. Aunque la cría de caracoles sigue siendo relativamente rara en muchas partes del mundo, es una industria en crecimiento que ofrece una serie de beneficios, incluido el impacto ambiental pequeño, alto potencial de beneficios y ventajas nutricionales únicas. Entre varias especies comestibles, los caracoles como *Cornu aspersum* y *Helix pomatia* han demostrado un tremendo potencial como fuentes alternativas de proteínas en las dietas animales. Tienen un perfil nutricional favorable, que contiene aminoácidos esenciales, minerales y vitaminas, lo que los convierte en valiosos suplementos o sustitutos de fuentes de proteínas tradicionales. Las técnicas y prácticas de cría de caracoles han avanzado significativamente en los últimos años, lo que ha resultado en un aumento de la productividad y mejoras en los rasgos genéticos en las poblaciones de caracoles. Además, los esfuerzos de investigación en curso están explorando el desarrollo de protocolos de cría de caracoles adaptados a requisitos veterinarios específicos. La optimización de los métodos de cría, incluida la selección artificial, el apareamiento controlado y la mejora genética, tiene un enorme potencial para mejorar los rasgos deseables en las poblaciones de caracoles. Este progreso puede contribuir al desarrollo de razas de caracoles superiores con perfiles nutricionales mejorados, resistencia a enfermedades y propiedades terapéuticas. Además, la cría de caracoles presenta una oportunidad para abordar problemas ecológicos asociados con la producción tradicional de ganado. El uso eficiente de recursos, los requisitos mínimos de espacio y el bajo impacto ambiental hacen que la cría de caracoles sea una alternativa ecológica. Los caracoles también son menos susceptibles a ciertas enfermedades infecciosas que comúnmente afectan a los animales criados tradicionalmente, lo que reduce la necesidad de antimicrobianos y promueve prácticas sostenibles. La educación continua y la investigación sobre técnicas de cría de caracoles, perfiles nutricionales y aplicaciones terapéuticas allanan el camino para prácticas veterinarias innovadoras que priorizan la sostenibilidad, el bienestar animal y mejores resultados de salud. Una mayor investigación en este campo representa una nueva oportunidad para que veterinarios y agricultores contribuyan a la salud y el bienestar de los animales al tiempo que promueven prácticas sostenibles en la industria ganadera. Este artículo de revisión tiene como objetivo proporcionar una visión general de la literatura científica sobre la cría adecuada de caracoles comestibles y los posibles desafíos de los impactos antropogénicos y climáticos negativos como un desafío potencial para los criadores.

Palabras claves: caracoles comestibles; helicicultura; cría; impacto ambiental; nutrientes

Allevamento delle lumache: sfide e prospettive ecologiche

Riassunto

L'allevamento delle lumache, detto anche elicicoltura, è un tipo di attività zootecnica che prevede la riproduzione e l'allevamento di lumache destinate al consumo umano. Sebbene l'allevamento di lu-

mache sia ancora relativamente raro in molte parti del mondo, si tratta di un settore in crescita che offre numerosi vantaggi, tra cui un basso impatto ambientale, un elevato potenziale di redditività e benefici nutrizionali unici. Tra le diverse specie commestibili, lumache come la *Cornu aspersum* e la *Helix pomatia* hanno un potenziale eccezionale come fonti proteiche alternative nell'alimentazione animale. La loro carne contiene un profilo favorevole di nutrienti, ovvero aminoacidi essenziali, minerali e vitamine, che la rendono un prezioso integratore o un sostituto delle tradizionali fonti proteiche. Le tecniche e le procedure di allevamento delle lumache sono progredite in modo significativo negli ultimi anni, portando ad un aumento della produttività e ad una migliore espressione dei tratti genetici nella popolazione di lumache. Inoltre, la ricerca ha recentemente concentrato i propri sforzi sull'individuazione e lo sviluppo di protocolli di allevamento adattati a specifici requisiti veterinari e di sanità pubblica. L'ottimizzazione dei metodi di allevamento (compresa la selezione artificiale, l'accoppiamento controllato e il miglioramento del profilo genetico) ha un potenziale molto significativo per migliorare i tratti desiderabili nelle popolazioni di lumache. Questo progresso può contribuire allo sviluppo di razze di lumache superiori con profili nutrizionali, resistenza alle malattie e proprietà terapeutiche migliorati. Inoltre, l'allevamento di lumache rappresenta un'opportunità per mitigare o risolvere i problemi ambientali associati alla produzione zootecnica tradizionale. L'uso efficiente delle risorse, lo spazio minimo richiesto e il basso impatto sull'ambiente rendono l'elicoltura un'alternativa ecologica alla produzione animale convenzionale. Le lumache sono anche meno suscettibili ad alcune malattie infettive che comunemente colpiscono gli animali allevati tradizionalmente, il che riduce la necessità di utilizzare antimicrobici e promuove pratiche zootecniche sostenibili. La continua formazione e la ricerca sulle tecniche di allevamento, sui profili nutrizionali e sulle applicazioni terapeutiche delle lumache apriranno la strada a pratiche veterinarie innovative che danno priorità alla sostenibilità, al benessere degli animali e al miglioramento dei risultati sanitari. La continua ricerca in questo settore offre una nuova opportunità per veterinari e allevatori nel contribuire alla salute e al benessere degli animali promuovendo, nel contempo, pratiche sostenibili nel settore dell'allevamento. Questo articolo di review mira a dare un quadro della letteratura scientifica che si occupa del corretto allevamento delle lumache commestibili e dei possibili impatti antropici e climatici negativi come potenziale sfida per gli allevatori.

Parole chiave: lumache commestibili; elicoltura; allevamento; impatto ambientale; nutrienti