ZAŠTITA RAKOVA PRI USMRĆIVANJU

Jurenec, Dragica

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:178:106854

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Veterinary Medicine - Repository of PHD, master's thesis

zir.nsk.hr

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
VETERINARSKI FAKULTET

Dragica Jurenec

ZAŠTITA RAKOVA PRI USMRĆIVANJU

Diplomski rad

Zagreb, 2022.

Sveučilište u Zagrebu

Veterinarski fakultet

Zavod za higijenu, tehnologiju i sigurnost hrane

PREDSTOJNIK: izv. prof. dr. sc. Nevijo Zdolec

MENTORI: prof. dr. sc. Lidija Kozačinski

dr. sc. Tomislav Mikuš

Članovi povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Nevijo Zdolec

2. prof. dr. sc. Lidija Kozačinski

3. dr. sc. Tomislav Mikuš

4. prof. dr. sc. Željka Cvrtila (zamjena)

Zahvaljujem mojoj obitelji, dragim prijateljicama te poslodavcu na velikom razumijevanju, strpljenju i podršci. Također, želim zahvaliti i svojim divnim mentorima prof. dr. sc. Lidiji Kozačinski i dr. sc. Tomislavu Mikušu, na uloženom trudu i vremenu te na velikoj pomoći i savjetima prilikom izrade ovog rada.

SADRŽAJ

1. UVOD 6

2. RAKOVI - člankonošci 7

3. DEFINICIJA BOLI 9

4. DOBROBIT RAKOVA 12

5. METODE ZA OMAMLJIVANJE RAKOVA 13

5.1. Hlađenje - ledena kaša 13

5.2. Metode mehaničkog omamljivanja/usmrćivanja 15

5.2.1. Mehaničko omamljivanje/usmrćivanje rasijecanjem 15

5.2.2. Mehaničko omamljivanje/usmrćivanje ubodom 17

5.3. Električno omamljivanje 19

5.4. Električno omamljivanje rakova - Crustastun™ metoda 20

5.4.1. Stres izazvan Crustastun™ metodom 22

5.5. Usporedba metoda za omamljivanje/usmrćivanje rakova 24

6. ZAKLJUČCI 25

7. LITERATURA 26

8. SAŽETAK 28

9. SUMMARY 29

10. ŽIVOTOPIS 30

POPIS SLIKA

Slika 1. Anatomska građa rakova

Slika 2. Rakovi u ledenoj kaši

Slika 3a. Linija reza za mehaničko omamljivanje presijecanjem

Slika 3b. Mehaničko omamljivanje presijecanjem

Slika 4a. Glavni živčani centri rakova

Slika 4b. Usmrćivanje rakova ubodom

Slika 5. Uređaj za električno omamljivanje riba i rakova

Slika 6. Crustastun™ uređaj

Slika 7. Utjecaj Crustastun™ na živčanu aktivnost trbušnog živca

Slika 8. Shematski prikaz rada Crustastun™ uređaja

POPIS TABLICA

Tablica 1. Usporedba metoda za omamljivanje rakova

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Sistematika rakova

1. UVOD

Rakovi su vodeni člankonošci koji imaju segmentirano tijelo, ezgoskelet i spojene udove. Najpopularniji rakovi koji se koriste u prehrani ljudi su svakako dekapodi, odnosno deseteronožci u koje spadaju jastozi, rakovice, škampi i mnoge druge vrste koje obitavaju u Jadranu. Za razliku od kralježnjaka, člankonošci posjeduju segmentiran živčani sustav stoga ih jednostavnom traumom u samo jednu točku nije moguće kvalitetno omamiti ili usmrtiti što predstavlja temeljnu postavku suvremenog shvaćanja brzog klanja uz minimalnu bol i patnju. Anatomski je središnji živčani sustav kod rakova relativno mali i smješten je oko jednjaka. Ostatak živčanog sustava sastoji se od pojedinačnih ganglija povezanih duž glavne trbušne živčane vrpce, a svaki ganglij kontrolira osjetne i motoričke funkcije u članku u kojem se nalazi.

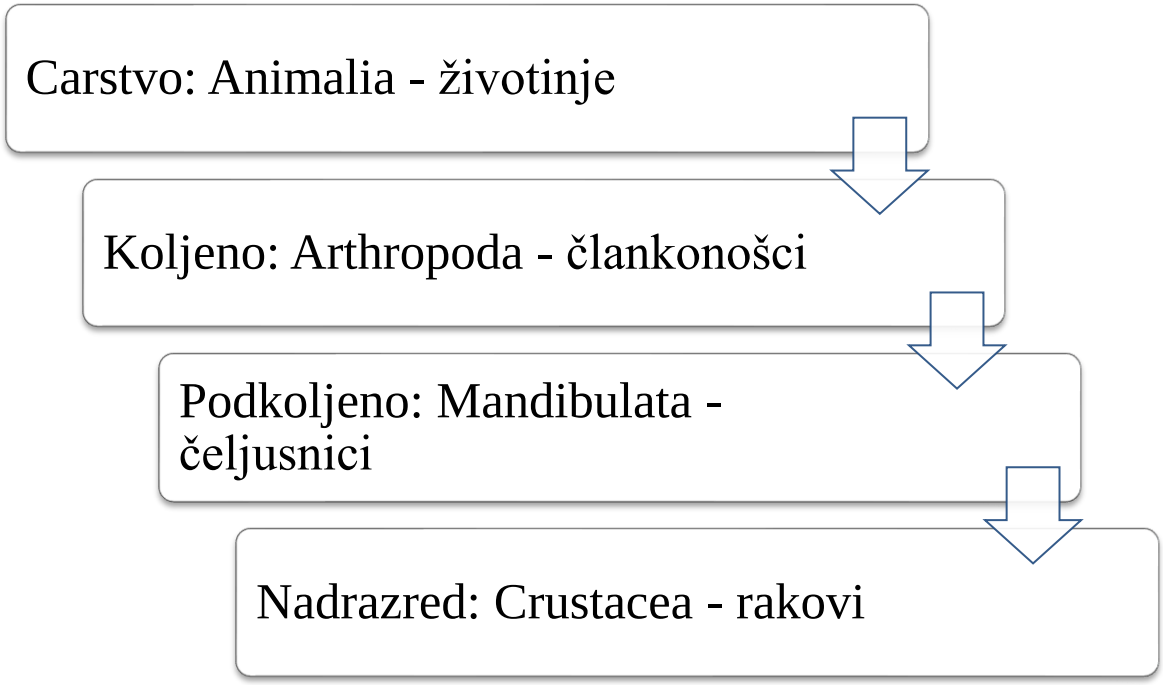
Danas se u svijetu pa tako i kod nas i dalje koriste vrlo tradicionalne metode usmrćivanja i/ili omamljivanja rakova poput trganja, uboda oštrim predmetom, hlađenja, prokuhavanja, gušenja, utapanja i sl., od kojih mnoge ne zadovoljavaju tražene suvremene parametre brze smrti praćene minimalnom boli i patnjom.

Posljednjih je godina došlo do razvoja jedne vrlo efikasne i kvalitetne metode za omamljivanje rakova sa stajališta zaštite i dobrobiti životinja pod nazivom Crustastun™.

Cilj ovog rada bit će predstaviti i kritički se osvrnuti na prednosti i nedostatke najpristupačnijih i najčešće korištenih metoda za omamljivanje/usmrćivanje rakova te ih usporediti sa novo razvijenom Crustastun™ metodom.

2. RAKOVI - člankonošci

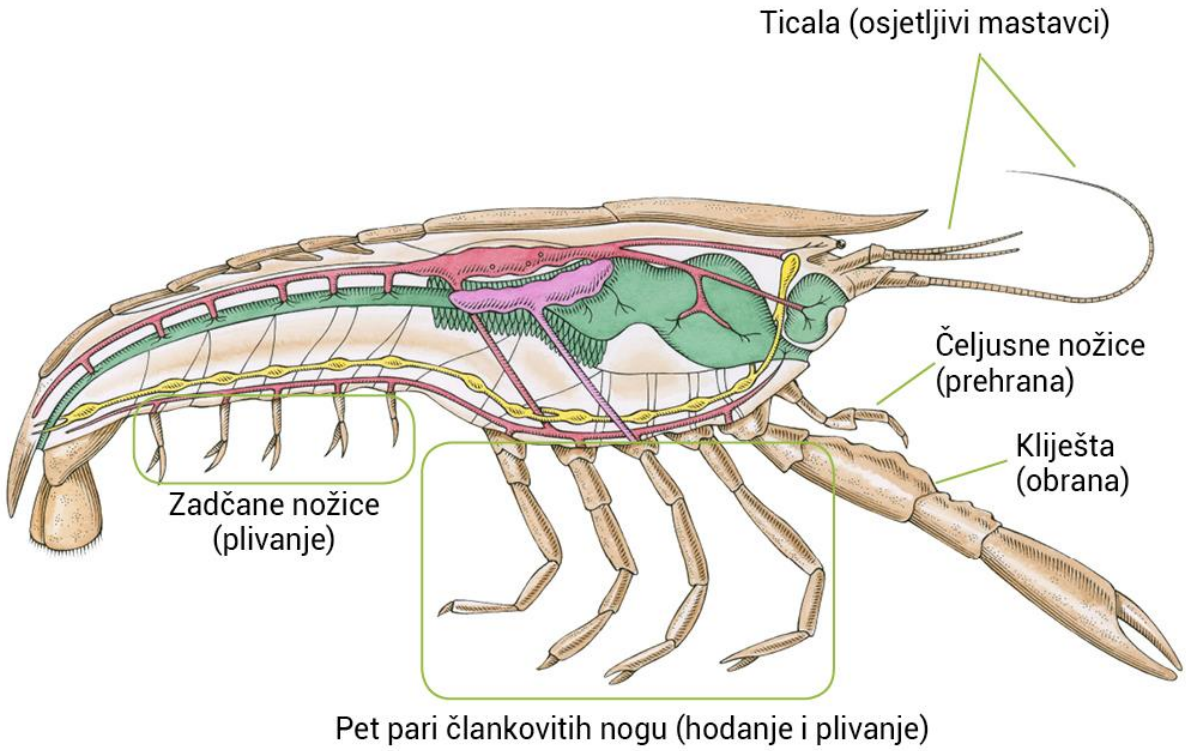
Rakovi su vrlo raznolika skupina, od vodenbuha i veslonožaca, koji su jedva vidljivi golim okom, do rakova velikog tijela, kao što su bezrepci i jastozi. Iako su se neki rakovi, npr. babure, prilagodili životu na kopnu, velika većina živi u slatkim, odnosno slanim vodama. Rakovi kao i svi ostali člankonošci važni su za pravilno funkcioniranje većine ekosustava na Zemlji jer su vrlo često hrana morskim ribama i sisavcima. Unutar nadrazreda *Crustacea* podijeljeni su u šest razreda, 37 redova, 540 porodica i preko 40000 vrsta. Ljudima za hranu najinteresantniji je razred *Malacostraca*, odnosno viši raci, u koje ubrajamo kozice, rakovice, škampe, jastoge i dr.



Grafikon 1. Sistematika rakova

Anatomska građa tijela rakova prikazana je na slici 1. Bilateralno simetrično tijelo podijeljeno je na kolutiće, iz kojih izlazi nekoliko člankovitih nogu, koje su raspoređene u parovima. Svaki kolutić zapravo je kutijica s poklopcem (*tergum*), dnom (*sternum*) i stranicama (*pleura*). Tijelo je prekriveno čvrstim vanjskim oklopom (egzoskeletom) što ga luči epiderma, a sastoji se od proteina i tvari koju zovemo hitin. Kako bi se omogućilo kretanje, egzoskelet ima zglobove, gdje je kutikula puno tanja i fleksibilnija. Kod velikih morskih vrsta ezgoskelet je učvršćen vapnencem, dok kopnene vrste imaju tanak sloj vodootpornoga voska koji sprečava njihovo isušivanje. Noge se sastoje od nekoliko čvrstih dijelova, odnosno članaka koji su spojeni

rastezljivim membranama, a pokreću se mišićima koji povezuju članke. Članci su na krajevima tako oblikovani da se na spoju mogu pokretati samo u jednoj ravnini. No, kako je noga građena od više članaka, a na svakom spoju oni se gibaju u drugoj ravnini, cijela noga može se pokretati u gotovo svim smjerovima. Člankoviti privjesci, imaju dvije grane, osim za pokretanje služe za osjetljivost, disanje i nošenje jaja. Prvi par prsnih nogu može biti povećan i na sebi nositi štipaljke koje služe za obranu, uzimanje hrane i slanje spolnih poruka partneru. Privjesci na prsima, *pereiopodi*, uglavnom nose škrge. Bazalni dio nekih nastavaka pomaže pri kretanju, dok kolutići zatka (*pleopodi*) uglavnom nose parne nastavke za plivanje. Imaju otvoreni optjecajni sustav, njihovi organi smješteni su u tekućini, odnosno hemolimfi, koju kroz cijelo tijelo pokreće srce. Izmjena plinova odvija se pomoću škrga te cjevastim ili lepezastim uzdušnicama. Živčani sustav sastoji se od mozga, koji je parnim živčanim vrpcama povezan s mrežom živaca u prsima i zatku. Živčana vrpca, probavni sustav i srce prolaze kroz sve kolutiće (Anonimno, 2015.).



Slika 1. Anatomska građa rakova (preuzeto s https://edutorij.e-skole.hr)

3. DEFINICIJA BOLI

Iskustvo boli nastaje u mozgu kao krajnji rezultat složenog sustava obrade informacija s periferije. Uobičajeni opis osjetnog sustava započinje perifernim receptorima, nastavlja se nizom živaca i živčanih putova te konačno završava u mozgu. Međutim, podražaj perifernih receptora ne mora nužno uzrokovati bol. Ti su podražaji samo karakteristični obrasci živčanih signala koji tek nakon obrade mogu, ali i ne moraju, uzrokovati bolno iskustvo. Ulazak osjetnih informacija s periferije organizma nadziru, biraju i oblikuju čimbenici poput iskustva, straha, iščekivanja, tjeskobe i brojni drugi, što objašnjava činjenicu da istovrsna bića mogu različito reagirati na isti bolni podražaj. Ovakvo poimanje boli očituje se i iz definicije boli Međunarodnog udruženja za istraživanje boli (engl. *International Association for the Study of Pain* – IASP) prema kojoj je bol neugodno osjetno i emocionalno iskustvo povezano s trenutačnom ili prijetećom ozljedom tkiva ili iskustvo opisano u kontekstu takve ozljede (Puljak i Sapunar, 2013).

Bol možemo klasificirati na razne načine: kao perifernu koja zahvaća, primjerice, mišiće i tetive ili kao centralnu koja je ponajprije rezultat primarne lezije ili disfunkcije središnjega živčanog sustava. Drugim načinom klasifikacije razlikujemo normalno i patološko funkcioniranje živaca. Fiziološka reakcija organizma na ozljedu podrazumijeva nocicepcijsku bol (lat. *nocere* – ozlijediti) ili bol u trenutku ozljede te akutnu bol koja se pojavljuje nakon ozljede ili upale.

Akutna (fiziološka) bol traje kratko i obuhvaća razdoblje cijeljenja. Ima jasnu adaptivno-zaštitnu funkciju na način da ozlijeđeno ili upalno područje i okolno tkivo učini preosjetljivim na sve vrste podražaja i izbjegne bilo kakav vanjski utjecaj. Akutna se bol očituje kao odgovor na traumu ili upalu i tipična je za postoperativna stanja. Budući da ima reparativnu ulogu, postavlja se pitanje je li klinički ispravno potpuno eliminirati takvu bol ili je dovoljno dovesti je do razine na kojoj više nije problem za pacijenta, uz još sačuvanu zaštitnu ulogu. S druge strane, mogu se naći i preporuke po kojima agresivno liječenje može smanjiti prelazak akutne boli u kroničnu, pri čemu se ne radi samo o agresivnom liječenju boli, već i o agresivnom liječenju osnovne bolesti koja može imati različitu etiologiju.

Kronična bol traje i nakon procesa cijeljenja, a rezultat je trajnoga patološkog poremećaja. Slično kroničnoj upali, može postojati neovisno o stanju koje je bol iniciralo. Kronična bol može biti spontana ili provocirana. Spontana se bol događa u mnogim stanjima kronične boli, ali djelomično i zaslugom sindroma denervacije, gdje je osjetilni put između periferije i središnjega živčanog sustava narušen (primjeri su *anaesthesia dolorosa*, fantomska bol,

avulzije brahijalnog pleksusa i slično). Provocirana je bol potaknuta perifernim podražajem. Osobita značajka kronične boli jest preosjetljivost na uobičajene bolne podražaje (fenomen hiperalgezije), ali i bol nakon podražaja koji u uobičajenim okolnostima ne mogu uzrokovati osjet boli (fenomen alodinije).

Neuropatska je bol oblik kronične boli koji nastaje kao posljedica strukturnih i fizioloških prilagodbi somatosenzornog dijela živčanog sustava nakon periferne ili centralne ozljede. Primjeri su takve boli: postherpetična neuralgija, bol udova u dijabetičara, fantomska bol, ishialgija i brojni drugi. Neuropatska je bol uglavnom žarećeg karaktera, paroksizmalna, probadajuća i poput strujnog udara. Upalna bol prati i akutnu i kroničnu bol. Odnosi se na spontanu bol i preosjetljivost u tkivima zahvaćenima upalom. Kako svaku ozljedu prati upalna reakcija, nije moguće razdvojiti akutnu bol od upalne komponente. Predložen je i novi pristup boli, od paradigme koja je bila gotovo isključivo empirijska na onu koja se temelji na stvarnim mehanizmima uključenima u patogenezu boli, odnosno patofiziologiju boli. Takav bi pristup promijenio način na koji se bol dijeli, a ono što se dosad temeljilo na bolesti, trajanju i anatomiji ubuduće bi se temeljilo na klasifikaciji ovisnoj o mehanizmu. Takva bi promjena utjecala na procjenu, dijagnozu i liječenje boli (Puljak i Sapunar, 2013).

Međunarodna definicija boli Udruge za proučavanje boli (IASP) je da je bol neugodno osjetilno i emocionalno iskustvo povezano sa stvarnim ili potencijalno oštećenjem tkiva, ili opisano u smislu takvog oštećenja, da je bol uvijek subjektivna i da se ponekad javlja u odsutnosti oštećenja tkiva te da definiciju treba izbjegavati vezati uz nastanak boli vanjskim izazivačkim podražen. IASP također definira nocicepciju kao živčani proces koji kodira štetne podražaje, iako osjećaj boli nije nužno impliciran, a nociceptore kao osjetni receptor visokog praga perifernog somatosenzornog živčanog sustava sposoban za pretvaranje i kodiranje štetnih podražaja, a štetni podražaj kao podražaj koji prijeti oštećenju normalnog tkiva. Budući da se nocicepcija široko javlja u životinjskom svijetu, vrlo je važno shvatiti da je aktivnost izazvana u nociceptoru i nociceptivnim putevima štetnim podražajem nije bol, koja je uvijek psihološko stanje. Nociceptori nisu „receptori boli“, već bol koja se emocionalno doživljava u mozgu i stoga je vjerojatno da ih dožive samo životinje s dovoljno mozga razvijen za generiranje svijesti i osjećaja.

Riječ „bol“ može se točno upotrijebiti pri raspravi kod srodnika ljudi i blisko povezanih primata, drugih sisavaca pa čak i ptica. Neki znanstvenici smatraju da je neprikladna za opis ponašanja kod riba i rakova jer navode da je to kod njih u biti oblik antropomorfizma koji poziva na lažnu ekvivalentnost između boli ljudi i boli riba i rakova (Diggles, 2018).

Znanstvenici koji djeluju u području dobrobiti riba i rakova ne mogu zadovoljiti kriterije za bol uspostavljene kod ljudi te su razvili alternativne kriterije za definiranje boli kod rakova. Kriteriji su uključivali popis minimalnih anatomskih predispozicija uključujući prisutnost nociceptora, središnja obrada u mozgu, djelotvornost analgezije, kao i ponašanja uključujući reakcije izbjegavanja, promjene ponašanja, motivacijska stanja i druge karakteristike. Ukoliko su neki od kriterija bili zadovoljeni okarakteriziralo bi se bol izvan sumnje odnosno detaljnije od definicije „više od pukog refleksa“. Tako neki autori ne navode je li minimalna razina razvoja mozga potrebna, da takva situacija ostavlja prostor istraživačima da odaberu kriterije koje žele koristiti, a zanemariti one koji im ne odgovaraju. Neki autori podržavaju tumačenje kako postoje ponašajni dokazi koji u skladu s kriterijima boli ili u skladu s idejom boli te da su kriteriji za bol ispunjeni kod riba i beskralježnjaka (Diggles, 2018).

4. DOBROBIT RAKOVA

Opća briga o životinjama prije klanja, odnosno usmrćivanja i tehnike za osiguravanje učinkovitog omamljivanja neprestano se istražuju kako bi proces klanja za ljudsku prehranu postao što humaniji.

Rakovi su značajan izvor životinjskih bjelančevina za prehranu ljudi te raste javni interes i potreba za znanstvenim istraživanjem, odnosno napretkom u području dobrobiti rakova za prehranu ljudi. Danas se sve više stoga pojavljuje potreba za smanjenjem ili uklanjanjem uzroka štetnih podražaja u svim fazama postupanja sa rakovima, te su potaknuta nova istraživanja (Adams i sur., 2019).

Mišljenje znanstvenog panela o zdravlju i dobrobiti životinja Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA) zaključno navodi da „najveći rakovi desetonošci posjeduju složena ponašanja i čini se da imaju određeni stupanj svijesti, posjeduju sustav za detekciju boli i znatnu sposobnost učenja te da trebaju dobiti zaštitu“. NA temelju navedenog, mnoge države danas uvode dobrobit rakova u svoje zakonodavstvo. Primjerice, Švicarska vlada donosi zabranu kuhanja živih jastoga i drugih rakova, te zabranjuje transport živih jastoga na ledu ili ledenoj vodi. Propisano je kako rakovi moraju boraviti u ambijentu što bliže prirodnom, te da ih kuhari prije ubacivanja u kipuću vodu moraju omamiti i/ili usmrtiti. Ovi su propisi potaknuti novim istraživanjima koja dokazuju da rakovi trpe strahovitu bol ako ih se žive kuha ili peče jer se do nedavno smatralo da zbog razmjerno primitivnog živčanog sustava ne osjećaju osobitu bol (Biggles, 2018).

Nekoliko organizacija za zaštitu životinja, poput Britanskog kraljevskog društva za sprečavanje okrutnosti prema životinjama (RSPCA) zalažu se za povećanje zaštite rakova u vrijeme ubijanja kako bi se stres i bol prilikom usmrćivanja sveo na minimum. Brojni pristupi mogu se koristiti za anesteziju i eutanaziju rakova, poput smrzavanja, superhlađenja (plin N2), probijanje ganglija, slane kupke (MgCl2), CO2, električno omamljivanje, hlađenje i prokuhavanje. Svaka od ovih metoda ima prednosti i nedostatke u smislu učinkovitosti i dobrobiti životinja. Primjenjive metode koje djeluju s visokom učinkovitošću s brzom imobilizacijom za smanjenje potencijalnog stresa svakako su one koje bi se trebale preporučiti za korištenje u budućnosti (Weineck i sur., 2018).

5. METODE ZA OMAMLJIVANJE RAKOVA

Najčešće metode koje se koriste za omamljivanje, odnosno usmrćivanje rakova izdvojene su u ovom poglavlju, te međusobno uspoređene.

5.1. Hlađenje - ledena kaša

Ledena kaša sastoji se od zdrobljenog leda morske (škampi i rakovi) ili slatkovodne vode za pojedine rakove u plastičnim posudama. Temperatura u posudama je između 0 i 4 °C, a donedavno se smatralo kako šok hlađenje na niske temperature ubija životinje (Weineck i sur., 2018).

Suvremena istraživanja su pokazala da neki rakovi imaju neurone koji mogu otkriti hladnoću, te da je smanjenje temperature samo smanjilo bazalnu vrijednost metabolizma, pri čemu su se senzorne informacije još uvijek detektirale, obrađivale i integrirale u ritmičkom obrascu. Mogućnost da rakovi prežive ovakve postupke dokazana je kroz činjenicu da ritmička kontrola u višim centrima mozga rakova koja kontrolira srčane, respiratorne i probavne funkcije ima tendenciju održavati različite frekvencije na različitim temperaturama. To je moguće zbog kompleksnosti anatomske građe neurološkog sustava rakova, naime regulacija srčane frekvencije je neurogena, što znači da svaki otkucaj kontrolira neuronski signal iz inervirajućih neurona srčanog ganglija. Kada se stoga dogodi određeni prijeteći osjetilni podražaj dolazi do promjene u središnjoj živčanoj regulaciji koja se očituje u aktivnosti srčane frekvencije.

Stoga, hlađenje u ledenoj kaši može se preporučiti se za rakove iz tropskog i umjerenog klimatološkog pojasa, jer se smatra da su te vrste osjetljivije na niske temperature. Preporučena vremena uranjanja u ledenu kašu su duga (>20 minuta), a još nije dokazano da li potapanje izaziva samo paralizu, ili i anesteziju. Pod pojmom „paraliza“ podrazumijeva se za označavanje odsustva kretanja, ali ne i odsutnosti mjerenja elektrokardiograma (EKG-a) i elektromiograma (EMG-a), a „anestezija“ na odsutnost živčane funkcije, odnosno odsutnost percepcije osjetilnih podražaja. Primjerice, kod potapanja škampa u ledenu kašu, EKG škampa potvrdio je da je srčana frekvencija prilikom hladnog šoka u roku od 10 sekundi pala, a amplituda signala se smanjila. No, i nakon pet minuta, rakovi su i dalje imali (iako usporenu) izraženu srčanu frekvenciju. Nakon uranjanja škampa nazad u toplu vodu (30,5 °C) brzo se povećava broj otkucaja srca (Weineck i sur., 2018).



Slika 2. Rakovi u ledenoj kaši (preuzeto s https://sustainabledevelopment.un.org)

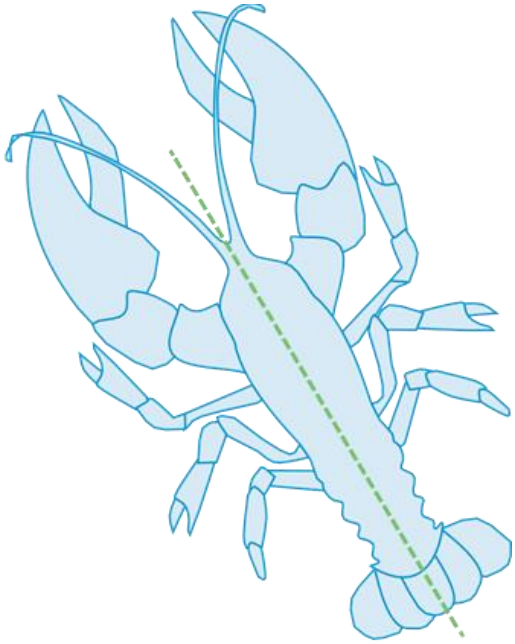
Jedna od glavnih prednosti ovakvog načina hlađenja je da smanjuje mobilnost rakova. To čini rakove lakšim za rukovanje i humano ubijanje, a također sprječava jedinke da se međusobno ozljeđuju (Roth i Øines, 2010).

Znanstveni dokazi o povezanosti hlađenja i odsutnosti nelagode, stresa ili boli su ograničeni. Međutim, ovaj se proces obično smatra učinkovitim, jer rakovi podvrgnuti hlađenju ne pokazuju znakove ponašanja koji se javljaju kada se koriste neke druge mnogo stresnije metode ubijanja (kao što je kuhanje). Svakako su potrebna daljnja istraživanja kako bi se u potpunosti razumjeli učinci različitih metoda hlađenja na dobrobit rakova.

5.2. Metode mehaničkog omamljivanja/usmrćivanja

5.2.1. Mehaničko omamljivanje/usmrćivanje rasijecanjem

Rasijecanje je pogodno za jastoge i slične vrste. Jastozi imaju lanac živaca koji se protežu niz njihovu središnju duljinu (ventralna uzdužna srednja linija). Svi živčani centri su ispod longitudinalne središnje linije na donjoj površini životinje, osim prvi živčani centar, supraezofagealni ganglij, koji se nalazi na gornjem kraju lanca i do njega se lakše dolazi kroz glavu. Rasijecanje uključuje brzo rezanje kroz središnju liniju glave, prsnog koša (prsa) i trbuha velikim, oštrim nožem te na taj način prerežemo sve živčane centre (Roth i Øines, 2010).



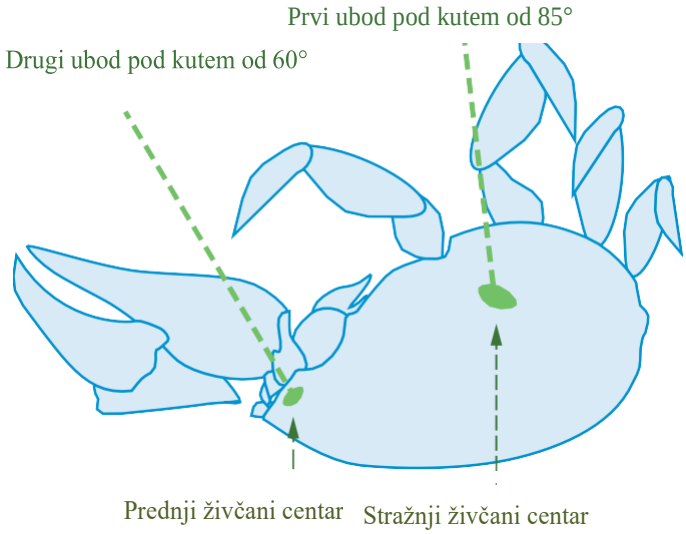
Slika 3a. Linija reza za mehaničko omamljivanje/usmrćivanje presijecanjem*



Slika 3b. Mehaničko omamljivanje/usmrćivanje presijecanjem*

5.2.2. Mehaničko omamljivanje/usmrćivanje ubodom

Ubodno usmrćivanje pogodno je za rakove. Rakovi imaju dva glavna živčana centra, jedan se nalazi na prednjem dijelu životinje, ispod plitkog udubljenja. Drugi leži prema stražnjem dijelu životinje i može imati malo udubljenje odmah iznad (slika 4a). Rakovi se mogu ubiti brzim uništavanjem oba živčana centra probijanjem oba ganglija s donje strana raka sa šiljastim predmetom (npr. debeli, šiljasti instrument za probijanje, šilo ili oštri nož). Prvim se ubodom cilja stražnji živčani centar pod kutom od 85°, a zatim se ubada pod 60° u prednji živčani centar (slike 4a i 4b). Cijeli postupak je potrebno završiti u manje od 10 sekundi.
Ovaj postupak se ne smije izvoditi na jastozima jer imaju dugačak lanac živčanih središta.



Slika 4a. Glavni živčani centri rakova*



Slika 4b. Usmrćivanje rakova ubodom*

*Sve slike preuzete su s https://kb.rspca.org.au/wp-content/uploads/2019/01/Humane-killing-of-crustaceans-for-human-consumption-%E2%80%93-RSPCA-Information-Paper-May-2018.pdf

5.3. Električno omamljivanje

Električno omamljivanje dobro je poznato i razvijeno za omamljivanje riba, a ustanovljeno je da sličan postupak paralizira i neke vrste rakova. Elektrošokovi se izvode pomoću izvora izmjenične struje sa živim elektrodama na dvije karbonske šipke koje su uronjene u vodu. Životinje se prebace u plastičnu posudu s dvije ugljične žice, potopljene na pola dubine razine vode. Zbog poboljšane elektro provodljivosti, rakovi se omamljuju mješavinom slatkovodne i morske vode u omjeru 1:1. Ovakav omjer rezultira paralizom životinja unutar 10 sekundi. Nedostaci omamljivanja ovakvim sustavom električne energije su indukcija napadaja u središnjem živčanom sustavu, stvaranje krvnih ugrušaka u riba i spontana autonomija udova u rakova (Weineck i sur., 2018).



5. Uređaj za električno omamljivanje riba i rakova (preuzeto s www.optimar.no)

5.4. Električno omamljivanje rakova - Crustastun™ metoda

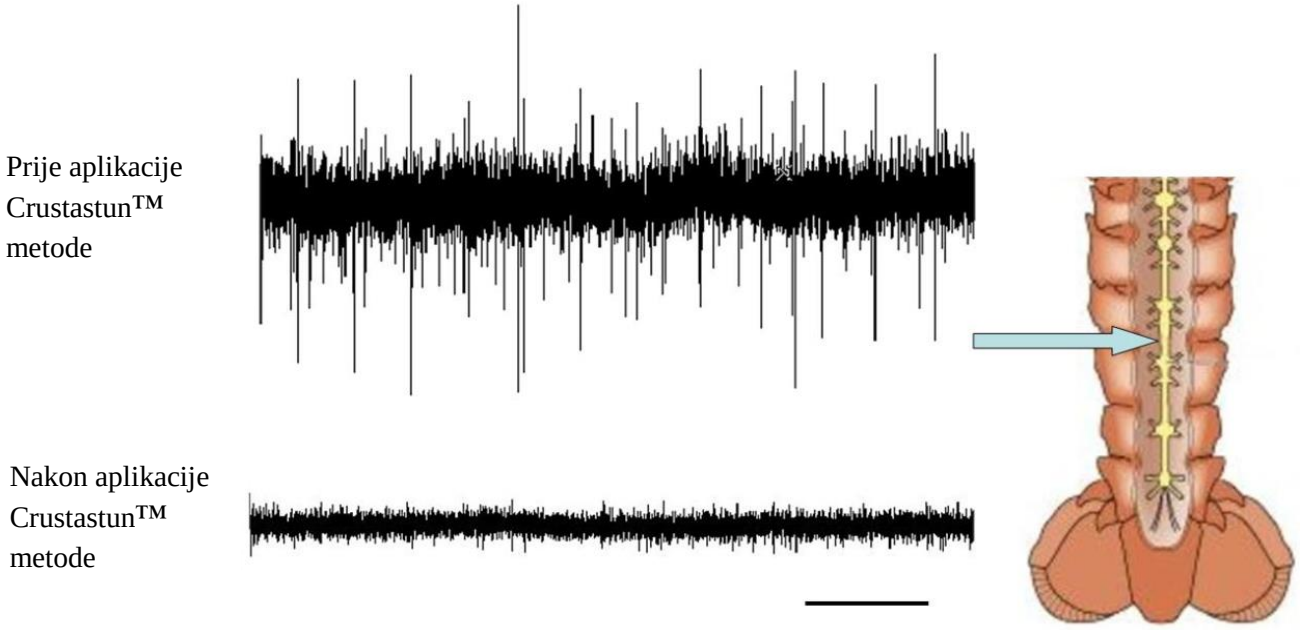
Crustastun™ je uređaj dizajniran za izvođenje smrtonosnog električnog udara školjkama, rakovima i jastozima. Poklopac jedinice sadrži vlažnu spužvu u kontaktu s elektrodom, dok baza jedinice sadrži spremnik slane vode, s drugom elektrodom (slike 6 i 7). Životinja se stavlja trbuhom dolje na opružni pladanj u jedinici. Kada se poklopac zatvori, životinja i pladanj se guraju spužvom elektrode prema dolje u slanu otopinu.



Slika 6. Crustastun™ uređaj (preuzeto s www.crustastun.uk)

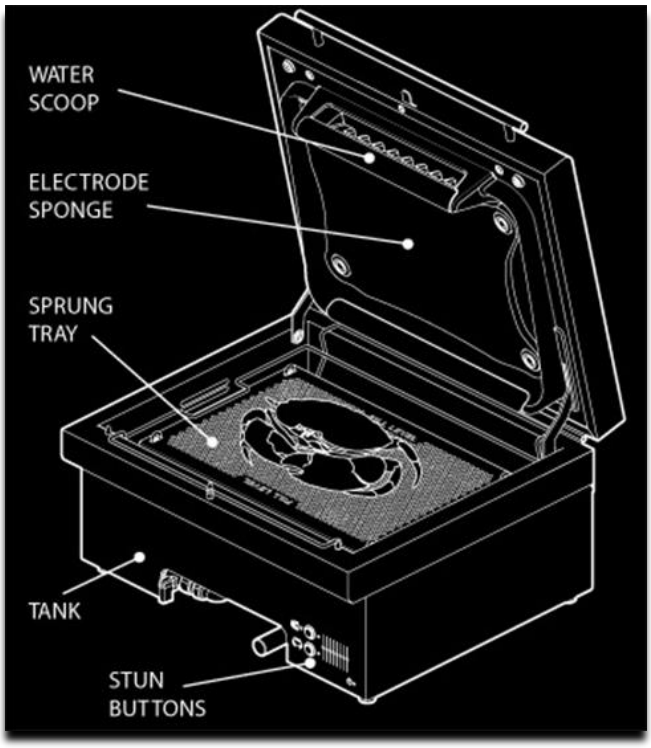
Operater tada pritisne jednu od tipki za omamljivanje na prednjoj strani stroja i struja prolazi kroz 13 moždanih centara jastoga, ili dva moždana centra raka. Omamljivanje odnosno usmrćivanje je uzrokovano aplikacijom električnog naboja od 110 volti, 2-5 ampera. Ove parametre odredio je Robb (1999), a učinkovitost Crustastun™ u postizanju potrebnih struja omamljivanja procijenio je Sparrey (2005). Navedeni električni naboj djeluje tako da trenutno prekida živčanu funkciju, stoga rak ne može primiti podražaje i posljedično ne može osjetiti bol. Cijeli postupak traje manje od pola sekunde. Dugotrajna primjena omamljivanja, do deset sekundi, ubija životinju.

Ova je tehnika omamljivanja električnom strujom u potpunoj suprotnosti s metodama ubijanja kao što je utapanje u slatkoj vodi, gdje raku može trebati do 12 sati da umre, ovisno o temperaturi vode. Za vrijeme takvih dugotrajnih postupaka životinje proizvode hormone stresa poput kortizola, koji negativno utječu na kvalitetu mesa. Meso rakova i jastoga omamljenih Crustastun™ metodom je osjetno boljeg okusa i teksture.



Slika 7. Utjecaj Crustastun™ metode na živčanu aktivnost trbušnog živca jastoga (preuzeto iz Neil i Thompson, 2012.)

Rakove treba odmah po omamljivanju usmrtiti, a ako nismo to u mogućnosti napraviti, potrebno ih je pohraniti na led ili u ledenu kašu kako bi se osiguralo da rakovi ostanu bez svijesti do trenutka usmrćivanja (Roth i Glimsbø, 2016).



Slika 8. Shematski prikaz rada Crustastun™ uređaja (preuzeto s www.mitchellcooper.co.uk/how-it-works-Crustastun)

5.4.1. Stres izazvan Crustastun™ metodom

Najviše proučavani stresni odgovor rakova su promjene koje se odnose na metabolizam, npr. hipereglikemija, koji se javlja kako bi se zadovoljile potrebe za energijom uzrokovane stresom. Hiperglikemijski hormon (CHH) vjerojatno predstavlja najpriznatiji i najistraživaniji neuroendokrini hormon metabolizma koji se oslobađa kod rakovog odgovora na stres. Otpuštanje CHH regulirano je s nekoliko neuromodulatora, uključujući kateholamine (CA). Uloga CA kao komponente primarnog odgovora na stres u rakova po analogiji slično je odgovoru simpatoadrenalnog sustava kao posrednika odgovora na stres kod kralježnjaka. Nekoliko studija pokazuju da CA, osobito dopamin i noradrenalin mogu vršiti kontrolu lučenja CHH. Hormoni iz nadporodice hormona kojima pripada CHH također kontroliraju i druge fiziološke procese, ionsku i osmotsku regulaciju, unos vode tijekom ekdize (razgradnja stare kutikule), sazrijevanje gonada, inhibicija mitarenja i izlučivanje hepatopankreaze. Aktivnost i učinci CHH primijećeni su kod velikog broja rakova koji su izloženi različitim stresovima iz okoliša: hipoksiji, promjeni temperature i saliniteta, hvatanje, emerzija (izranjavanje), promjene

intenziteta svjetlosti, izloženost bakterijskim endotoksinima, zagađivačima teških metala i dr. (Neil i Thompson, 2012).

Rakovi koji su podložni ovom rasponu stresora oslobađaju CHH, što povećava koncentraciju glukoze u hemolimfi (Webster, 1996.; Bergmann i sur., 2001; Toullec i sur., 2002). To se događa mobilizacijom intracelularnog glikogena, što je uzrokovano jer CHH stimulira razgradnju glikogena (glikogenolizu) u mišićima i u hepatopankreasu. To čini inhibicijom glikogen sintaze i aktiviranjem glikogen fosforilaze (Sedlmeier, 1982, 1988; Keller i Orth, 1990). Tako stvorena glukoza ili prelazi u hemolimfu, uzrokujući hiperglikemiju, ili se intracelularno pretvara u L-laktat putem glikolize, koji se također prenosi u hemolimfu uzrokujući hiperlaktemiju (Stentiford i sur., 2001; Verri i sur., 2001). Ovo je analogno odgovorima kralježnjaka. Paralelne promjene u hemolimfi CHH i L-laktata javljaju se kod nanesenih naprezanja (Neil i Thompson, 2012). L-laktat kao glavni krajnji proizvod anaerobnog metabolizma je dobar pokazatelj reakcije na stres, u većim koncentracijama pokušava ublažiti učinak stresora. L-laktat može i sam obavljati određene signalne funkcije povezane sa stresom kao metabolički alarm pomažući životinji da osjeti nepovoljna stanja i pokrene promjene u ponašanju i metabolizmu (Neil i Thompson, 2012). Kako bi istražili utjecaj Crustastun™ metode na dobrobit i stres rakova, Neil i Thompson (2012) podvrgnuti su životinje različitim tretmanima. Jedna je skupina podvrgnuta Crustastun™ metodi, a druga (kontrolna skupina) lažnom tretmanu samog rukovanja koji se neizbježno pojavljuju tijekom postupka Crustastun™ metode ali bez aktiviranja električnog naboja. Kod svih životinja koje su bile podvrgnute Crustastun™ metodi kao i kod skupine podvrgnute lažnom tretmanu, vrijednosti L-laktata nisu se značajno razlikovale jedna od druge. Dobiveni rezultati ukazuju da Crustastun™ metoda ne izaziva dodatni stres, osim onog kojeg možemo pripisati normalnom rukovanju sa životinjama (Neil i Thompson, 2012).

5.5. Usporedba metoda za omamljivanje/usmrćivanje rakova

Usporedba metoda i njihovih prednosti i nedostataka prikazana je u tablici 1. Kao što je iz tablice razvidno, klasične fizikalne (ledena kaša) i mehaničke metode iako često korištene ne osiguravaju dobrobit rakova. Postupci koji se u njima provode životinjama mogu i često narušavaju dobrobit uzorkovanjem nepotrebne boli i patnje. Modernije metode poput električnog omamljivanja koje se koristi za omamljivanje riba nisu u potpunosti prilagođene za omamljivanje rakova. S druge strane, Crustastun™ metoda razvijena je posebno za omamljivanje rakova te je u potpunosti prilagođena da u što kraćem vremenskom periodu omami životinje i uzrokuje gotovo trenutačan gubitak svijesti.

Tablica 1. Usporedba metoda za omamljivanje rakova

Metoda	Pogodna za	Komentar
Hlađenje u ledenoj kaši	Svi tropski rakovi i vrste koje su osjetljive na niske temperature	Za morske vrste mora se koristiti ledena kaša sa slanom vodom. Ne preporučuje se za morske vrste koje su prilagođene nižim temperaturama jer kod njih ne dolazi do anestezije već samo do paralize.
Rasijecanje	Jastozi i vrste sličnog oblika	Obje navedene mehaničke metode moraju se kombinirati sa postupcima koji prethodno omame životinje inače uzrokuju značajnu patnju i stres. Također, zbog specifičnosti anatomske građe, rasijecanje je pogodno samo za jastoge, dok je probadanje pogodno samo za rakove.
Probadanje	Rakovi	
Klasično električno omamljivanje	Sve vrste	Nedostaci omamljivanja ovakvim sustavom električne energije su indukcija napadaja u središnjem živčanom sustavu, stvaranje krvnih ugrušaka u riba i spontana autonomija udova u rakova.
Crustastun™	Sve vrste	Zahtjeva specijaliziranu opremu, no dokazano uzrokuje neosjetljivost već nakon pola sekunde.

6. ZAKLJUČCI

Rakovi su bića koja posjeduju mogućnost osjeta boli i patnje.

U svijetu postoji mnogo različitih metoda kojima se rakovi omamljuju odnosno usmrćuju.

Fizikalne, mehaničke kao i klasične električne metode često uzrokuju životinjama nepotrebnu bol i patnju jer nisu dovoljno brze i/ili efikasne kako bi uzrokovale trenutačno omamljivanje.

Crustastun™ metoda u potpunosti zadovoljava sve postulate za zaštitu rakova prilikom omamljivanja i usmrćivanja, a primjenom ove metode i meso rakova pokazuje poboljšane parametre kvalitete.

7. LITERATURA

1. Adams, R., C. E. Stanley, E. Piana, R. L. Cooper (2019): Physiological an Behavioral Indicators to Measure. Animals 9(11):914. doi: 10.3390/ani9110914.
2. Anonimno (2015): Enciklopedija; Životinje, Mozaik knjiga, Zagreb, 579-584.
3. Bergmann M., A.C. Taylor, P.G. Moore, (2001): Physiological stress in decapod crustaceans (*Munida rugosa* and *Liocarcinus depurator*) discarded in the Clyde Nephrops fishery. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 259, 215–229.
4. Diggles, B. K. (2018): Review of some scientific issues to crustacean welfare. ICES Journal of Marine Science, 76, 66-81
5. Keller, R., H. P. Orth (1990): Hyperglycemic neuropeptides in crustaceans. Progress in Clinical and Biological Research 342, 265–271.
6. Neil, D., J. Thompson, (2012): The stress induced by the Crustastun™ process in two commercially important decapod crustaceans: The edible brown *Cancer Pagurus* and the european lobster *Homarus Gammarus.* Project Report; University of Glasgow: Glasgow, UK.
7. Puljak, L., D. Sapunar (2013): Fenomen boli – anatomija, fiziologija i podjela boli. Medicus, 23, 1, 7-13.
8. Robb, D. (1999). The humane slaughter of Crustacea: Electrical stunning. Department of Food Animal Science, University of Bristol: Langford, UK. Unpublished research report.
9. Roth, B. i E. Glimsbø (2016): Electrical stunning of edible crabs (*Cancer pagurus*): from single experiments to commercial practice. Animal Welfare, 25, 4, 489-497.
10. Roth, B. and S. Øines (2010): Stunning and killing of edible crabs (*Cancer pagurus*). Animal Welfare 19, 287–294.
11. Sedlmeier, D. (1982): The mode of action of the crustacean neurosecretory hyperglycemic hormone (CHH): II. Involvement of glycogen synthase. General and Comparative Endocrinology 47, 426–432.
12. Sedlmeier, D. (1988): The crustacean hyperglycemic hormone (CHH) releases amylase from the crayfish midgut gland. Regulatory. Peptides 20, 91–98.
13. Sparrey J. (2005): Testing of Crustastun single crab and lobster stunner. Unpublished research report.

14. Stentiford, G. D., E. S. Chang, S. A. Chang, D. M. Neil (2001): Carbohydrate dynamics and the crustacean hyperglycemic hormone (CHH): Effects of parasitic infection in Norway lobsters (*Nephrops norvegicus*), General and Comparative Endocrinology 121, 13–22.
15. Toullec J. Y., J. Vinh, J. P. Le Caer, B. Shillito. D. Soyez (2002): Structure and phylogeny of the crustacean hyperglycemic hormone and its precursor from a hydrothermal vent crustacean: the crab *Bythograea thermydron*. Peptides 23, 31–42.
16. Verri, T., A. Mandal, L. Zilli, D. Bossa, P. K. Mandal, L. Ingrosso, V. Zonno, S. Vilella, G. A. Ahearn, C. Storelli, C. (2001): D-Glucose transport in decapod crustacean hepatopancreas. Comparative Biochemistry and Physiology 130, 585–606.
17. Webster, S. G. (1996): Measurement of crustacean hyperglycaemic hormone levels in the edible crab *Cancer pagurus* during emersion stress. The Journal of Experimental Biology 199, 1579–1585.
18. Weineck, K., A. J. Ray, L. J. Fleckenstein, M. Medley, N. Dzubuk, E. Piana, R. L. Cooper (2018): Physiological changes as a measure of crustacean welfare under different standardized stunning techniques: cooling and electroshock. Animals 8(9):158. doi: 10.3390/ani8090158.

8. SAŽETAK

Za razliku od kralježnjaka, rakovi posjeduju segmentiran živčani sustav stoga ih jednostavnom traumom u samo jednu točku nije moguće kvalitetno omamiti ili usmrtiti što predstavlja temeljnu postavku suvremenog shvaćanja brzog klanja uz minimalnu bol i patnju. Danas se u svijetu pa tako i kod nas i dalje koriste vrlo tradicionalne metode usmrćivanja i/ili omamljivanja rakova poput trganja, uboda oštrim predmetom, hlađenja i sl., od kojih mnoge ne zadovoljavaju tražene suvremene parametre brze smrti praćene minimalnom boli i patnjom. Posljednjih je godina došlo do razvoja jedne vrlo efikasne i kvalitetne metode za omamljivanje rakova sa stajališta zaštite i dobrobiti životinja pod nazivom Crustastun™. U ovom preglednom radu predstavljene su prednosti i nedostatci najpristupačnijih i najčešće korištenih metoda za omamljivanje/usmrćivanje rakova. Sve su navedene metode uspoređene sa Crustastun™ metodom.

Ključne riječi: rakovi, dobrobit, omamljivanje, usmrćivanje, kvaliteta mesa

9. SUMMARY

PROTECTION OF CRUSTACEANS AT THE TIME OF KILLING

Unlike vertebrates, crabs have a segmented nervous system, so they cannot be stunned or killed by a simple trauma at just one point, which is the basic premise of the modern understanding of rapid slaughter with minimal pain and suffering. Today, in the world and in our country traditional methods of killing and / or stunning crabs are still used, such as tearing, spiking, cutting, cooling, etc., many of which do not meet the required modern parameters of rapid death accompanied by minimal pain and suffering. In recent years, there has been the development of a very efficient and high-quality method for stunning crabs from the point of view of animal protection and welfare named Crustastun™. This review presents several traditional stunning and killing methods alongside with their advantages and disadvantages and compare them to Crustastun™ method.

Key words: crabs, welfare, stunning, killing, meat quality

10. ŽIVOTOPIS

Rođena sam 02.01.1986. u Zagrebu. Osnovnu školu Dragutina Kušlana sam pohađala u Zagrebu. Završila sam Srednju veterinarsku školu u Zagrebu 2004. godine i te sam iste godine upisala Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.