

Ravun elintarvikelaatu

Kirjallisuuskatsaus

Sirkka Heinimaa, Riitta Savolainen, Markku Pursiainen ja Joonas Rajala



RIISTA - JA KALATALOUS — SELVITYKSIÄ

13/2009

RIISTA- JA KALATALOUS

S E L V I T Y K S I Ä

1 3 / 2 0 0 9

Ravun elintarvikelaatu

Kirjallisuuskatsaus

Sirkka Heinimaa, Riitta Savolainen, Markku Pursiainen ja Joonas Rajala





Julkaisija:
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Helsinki 2009

Kannen kuvat:
Jouni Tulonen

Julkaisujen myynti:
www.rktl.fi/julkaisut/
www.juvenes.fi/verkkokauppa

Pdf-julkaisu verkossa:
<http://www.rktl.fi/julkaisut/>

ISBN 978-9776-711-8 (painettu)
ISBN 978-9776-712-5 (verkkojulkaisu)

ISSN 1796-8887 (painettu)
ISSN 1796-8895 (verkkojulkaisu)

Painopaikka: Tampereen Yliopistopaino Oy – Juvenes Print

Sisällys

Tiivistelmä	5
Sammandrag	6
Abstract	7
1. Kotimaisen ravun mahdollisuudet elintarvikemarkkinoilla	8
2. Raputuotanto meillä ja maailmalla	9
2.1. Makeanveden äyriäisten tuotanto maailmalla	10
2.2. Suomen rapusaaliit	10
3. Ravun biologia	12
3.1. Kasvu	12
3.2. Elinkierron vaiheet	13
3.3. Ravun rakenne	14
4. Ravun syötävät osat	15
4.1. Lihan saanto	16
4.2. Lihan määrään vaikuttavat tekijät	16
5. Ravun lihan koostumus	17
5.1. Lihaksen ravintoainepitoisuudet	17
5.2. Sukupuolen ja elinkierronvaiheen vaikutus lihaksen vesipitoisuuteen	18
5.3. Sukupuolen ja elinkierronvaiheen vaikutus ravun ravintoainepitoisuuksiin	19
5.4. Paaston vaikutus lihaksen ravintoainepitoisuuksiin	20
5.5. Ravun rasvat	20
5.6. Muut ravintoaineet	21
6. Elävien rapujen käsittely	21
6.1. Suomessa	21
6.2. Teollisessa massatuotannossa	22
6.3. Rapujen tie vesistöistä kuluttajalle	22
7. Käsittelyn vaikutukset rapujen kuntoon	23
7.1. Stressivasteen synty	23
7.2. Stressin seuraukset	24
7.3. Rapujen käsittelykestävyyteen vaikuttavat tekijät	25
7.4. Stressiä aiheuttavat olosuhteet	25
7.4.1. Tiheys, valo ja paasto	25
7.4.2. Käsittelyajan pituus	26
7.4.3. Säilytys ilmassa	26
8. Ravun laadun mittareita	27
9. Rapujen kuntoon vaikuttavia toimenpidesuosituksia	28
9.1. Pyynti	28
9.2. Säilytys	29
9.3. Kuljetus	30
10. Johtopäätökset	31
Viitteet	32

Tiivistelmä

Suomalaiset syövät nykyisin noin 10 miljoonaa makeavesirapua vuodessa ja lisäksi huomattavan määrän muita äyriäisiä. Suuri osa makeavesiravuista ja kaikki muut äyriäiset tuodaan ulkomailta. Viime vuosina maamme rapusaaliit ovat nousseet merkittävästi, joten Suomen omalla raputuotannolla on mahdollista haluttaessa korvata rapujen tuontia ulkomailta. Ulkomaalaisten tuotteiden kanssa voidaan kilpailla kotimaisuudella ja tuotteiden hyvällä laadulla, sen sijaan hinnalla kilpaileminen on vaikeaa.

Rapujen laatuun vaikuttavat tekijät voidaan jakaa kolmeen pääryhmään: 1) rapujen kunto ja elinkierron vaihe 2) ympäristöolosuhteet sekä 3) käsittely säilytysten ja kuljetusten aikana.

Rapujen elinkierron vaiheista johtuen mertoihin menee kovin erilaisia yksilöitä. Varsinainen rapusesonki, pyyntiaika, on Suomessa 21.7.–31.10. Tällöin saadaan vanha- tai pehmytkuorisista rapuja, kuorensa vaihtaneita kovakuorisista rapuja, nuoria ei-sukukypsiä yksilöitä, sukukypsiä naaraita ja koiraita, sekä joskus myös mätimunia kantavia naaraita. Rapujen liha on vähäenergistä ja vähärasvaista. Se sisältää ihmisille välttämättömiä aminohappoja sekä hyviä rasvoja, mutta myös kolesterolia. Rapujen lihasten ravintoainepitoisuus vaihtelee kuitenkin kuorenvaihdon-, lisääntymisvaiheen, vuodenajan ja sukupuolen mukaan.

Käsittely ja huonot ympäristöolosuhteet aiheuttavat rapuille stressiä. Fysiologiset stressivasteet kehittyvät minuuteissa ja palautuvat tunneissa stressin aiheuttajan poistuttua, mikäli stressivasteet eivät ole nousseet liian korkeiksi. Krooninen stressi lisää kuolleisuutta. Rapujen kovakourainen käsittely ja huonot säilytys- ja kuljetusolosuhteet lisäävät myös rapujen ulkoisia vaurioita vaikuttaen rapujen laatuun.

Rapujen laatua voidaan mitata kuolleisuudella, rapujen reaktiivisuudella, koolla, ulkonäöllä, kuinka hyvin lihakset täyttävät kuoren, sekä keitetyn lihan maulla, hajulla, rakenteella ja lihaksen yhtenäisellä värillä. Laadukas rapu täyttää kaikki laatuvaatimukset. Rapujen laadun ylläpitämiseksi niitä tulee käsitellä huolellisesti ja säilyttää olosuhteissa, joissa ravut voivat toipua käsittelyn rasituksista.

Asiasanat: jokirapu, kuljetus, käsittely, laatu, rapu, ravintoainepitoisuus, stressi, säilytys, täplärapu

Heinimaa, S., Savolainen, R., Pursiainen, M. & Rajala, J. 2009. Ravun elintarvikelaatu – kirjallisuuskatsaus. *Riista- ja kalatalous – Selvityksiä 13/2009*. 36 s.

Sammandrag

Finländarna äter nuförtiden ca 10 miljoner sötvattenskräftor årligen och därtill en stor mängd andra skaldjur. En stor del av sötvattenskräftorna och alla övriga skaldjur importeras. Under senare år har de finländska kräftfångsterna ökat betydligt, och det skulle vara möjligt att täcka behovet av kräftor med enbart inhemsk produktion. De finländska kräftorna har inhemskhet och god kvalitet som tävlingsfördelar, däremot är det svårt att tävla i fråga om prissättning.

De faktorer som påverkar kräftornas kvalitet kan delas in i tre huvudgrupper: 1) kräftornas skick och skede i livscykeln 2) omgivningsförhållanden och 3) hantering under förvaring och transport.

Beroende på i vilket skede av livscykeln kräftorna är, kommer det väldigt olika individer i mjärdarna. Kräftsäsongen i Finland sträcker sig mellan den 21.7.–31.10. Under den här tiden får man gamla eller kräftor med mjukt skal, kräftor som bytt skal och har ett hårt skal, unga och icke-köns mogna individer, köns mogna honor och hanar, samt ibland också honor som bär på rom. Kräftköttet har ett lågt näringsinnehåll och en låg fetthalt. Köttet innehåller för människor livsviktiga aminosyror samt goda fetter, men också kolesterol. Näringsinnehållet i kräftornas muskler varierar dock beroende på skalbyte, reproduktionsfas, årstid och kön.

Hantering och dåliga omgivningsförhållanden förorsakar stress åt kräftorna. De fysiologiska stressresponserna utvecklas under minuter och återställningen tar timmar efter att det som förorsakat stressen går över, förutsatt att stressresponserna inte blivit för höga. En kronisk stress ökar dödligheten. En hårdhänt hantering och dåliga förhållanden under förvaring och transport ökar också de yttre skadorna och påverkar därmed kvaliteten på kräftorna.

Kräftornas kvalitet kan mätas i dödlighet, hur reaktiva kräftorna är, storlek, utseende, hur väl musklerna fyller upp skalet, samt det kokta köttets smak, lukt, sammansättning och musklernas sammanhängande färg. En kräfta av god kvalitet uppfyller alla kvalitetskriterier. För att kräftorna ska behålla en god kvalitet måste de hanteras varsamt och förvaras i sådana förhållanden att de kan återhämta sig från den stress som hanteringen förorsakar.

Nyckelord: flodkräfta, förvaring, hantering, kvalitet, kräfta, näringsämnesshalt, signalkräfta, stress, transport

Heinimaa, S., Savolainen, R., Pursiainen, M. & Rajala, J. 2009. Kräftans livsmedelskvalitet. En litteraturöversikt. *Riista- ja kalatalous – Selvityksiä* 13/2009. 36 s.

Abstract

The consumption of freshwater crayfish in Finland today amounts to some 10 million kilos. A significant amount of other crustaceans is also consumed. Most of the freshwater crayfish, and all other crustaceans, are imported. In the past few years, the domestic crayfish catch has increased considerably, making it possible to replace the imported crayfish with domestic ones in the future.

Domestic crayfish can compete with imported crayfish based on their good quality. However, the quality of crayfish for consumption has not been properly considered so far. The quality of the crayfish can be evaluated in a number of ways. The factors affecting the quality of crayfish can be divided into three main categories: 1) the condition and lifecycle phase of crayfish, 2) the conditions in the catching water and 3) handling during transportation and storage.

The crayfish fishing season in Finland falls between 21.7.–31.10., when crayfish with old, new, soft or hard shells are caught. The last can be immature or mature crayfish or egg-carrying females.

Crayfish meat has low energy and fat content. It contains many essential amino acids and good lipids but also cholesterol. The nutrient content differs depending on moulting and the reproduction cycle, season and sex.

Handling and keeping crayfish in poor conditions causes stress. The stress reaction develops within minutes, and normal levels are again reached within hours if the stress reaction has not been too strong. Chronic, sublethal physiological changes may lead to the loss of reactivity and eventually to death. Rough handling and poor storage and transportation conditions may cause damage, reducing the quality of the crayfish.

The quality of crayfish can be evaluated through things like mortality, reactivity, size, appearance, how well the body is filled with meat, and in cooked meat, through taste, odour, texture and a uniform colour. Good quality crayfish fulfil all these requirements. To maintain the good quality of crayfish they should be handled with care and kept in conditions allowing recovery from stress and purification.

Keywords: crayfish, edible tissues, freshwater crayfish, handling, noble crayfish, nutrients, quality, signal crayfish, storage, stress, transportation

Heinimaa, S., Savolainen, R., Pursiainen, M., & Rajala, J. 2009. The food quality of crayfish. Literature review. *Riista- ja kalatalous – Selvityksiä 13/2009*. 36 p.

1. Kotimaisen ravun mahdollisuudet elintarvikemarkkinoilla

Suomessa alkuperäistä jokirapua on käytetty elintarvikkeen ainakin 1500-luvulta lähtien. (Helle 1904, Järvi 1910). Rapujen kaupallinen pyynti alkoi Suomessa 1800-luvun puolivälissä Keski-Euroopassa kasvaneen kysynnän takia. Suomen vesistä pyydettiin vuosisadan vaihteessa parhaina vuosina 20 miljoonaa rapua ja suurimmillaan vuonna 1900 vietiin noin 16 milj. rapua. Vuosisadan vaihteessa ravustusta kohtasi paha takaisku rapuruton levitessä Suomeen ja hävittäessä lyhyessä ajassa tuottoisimmat rapukannat. Tämän seurauksena Suomen raputalous hiipui useaksi vuosikymmeneksi.

Raputuotannon elvyttämiseksi tuotiin Suomeen vuonna 1967 ensimmäiset rapuruttoa kestävät täpläravut Pohjois-Amerikasta (Westman 1972). 1980-luvun alussa vuotuinen rapusaalis oli vain kymmenesosa 1900-luvun huippurapusaalisiin verrattuna (Lahti 1986). 1980-luvun puolivälissä kuluttajien kiinnostus rapua kohtaan lisääntyi ja samalla aktivoitui myös rapukantojen hoito istutuksin. (Ruokonen ym. 2008). Aktiivisen hoidon ansiosta Suomen rapukannat ovat elpyneet ja rapujen käyttö elintarvikkeena on lisääntynyt, mikä näkyy myös rapujen ja muiden äyriäisten tuonnin lisääntymisenä 2000-luvulla (Vihervuori ja Pursiainen 2008).

Suomen raputalous perustuu pääosin luonnosta pyydettyihin joki- ja täplärapuihin. Vuonna 2006 rapusaalis nousi noin 6,9 milj. rapuun. Saalis noin kaksinkertaistui edellisiin vuosiin verrattuna. Aikaisemmin saaliiksi saatiin lähes yksinomaan jokirapua, mutta vuosien 2004 ja 2006 saaliista täpläravun osuus oli jo noin 75 %. Ruuaksi kasvatetut ravut ovat pääasiassa täplärapua ja tuotanto on ollut vähäistä (Savolainen ym. 2008).

Kasvaneet saaliit eivät ole kuitenkaan täyttäneet lisääntyntä kysyntää. Kymmenessä vuodessa äyriäisten tuonti on lisääntynyt. Rahalliselta arvoltaan vuoden 2006 tuonti oli noin 16,2 milj. euroa (Vihervuori ja Pursiainen 2008). Suomessa rapusaaliin arvo euron keskihinnalla on arvioitu olevan yli 6,8 milj. euroa vuonna 2006, mutta Kalan tuottajahinnat -tilaston yksilöhinnan (2,53 €/kpl) mukaan laskettuna jopa 17,5 milj. euroa (Savolainen ym. 2008). Kotimaisen pyydetyn ravun saalisarvo on siis huomattava. Kotimaisen ravun korkea arvo on säilynyt varsin hyvin verrattuna tuonnin arvoon johtuen siitä, että pakastettujen äyriäisten hinnat ovat laskeneet vuodesta 1995 noin 17 % ja pakastetuilla makeavesirapuilla jopa 35 %. Vastavasti tuoreiden äyriäisten hinta on noussut 18 % ja makeavesirapujen hinta peräti neljänneksellä (Vihervuori ja Pursiainen 2008).

Rapujen korkea hinta ja sesonkiluonteisuus ovat tehneet siitä erikois- tai herkkutuotteen Länsi-Euroopassa (Ackefors 1998, 1999). Suomessakin suurin osa kotimaisista rapuista käytetään kokonaisina keitettyinä rapuina ravustuskauten aikana (Särkinen 2008). Äyriäisten kokonaiskulutus Suomessa oli 860 tonnia vuonna 2006, eli 170 g suomalaista kohti, mikä vastaa noin viittä joki- tai täplärapua. Kotimaisten ja tuotujen makeavesirapujen osuus tästä oli 200–220 tonnia vuodessa eli vajaat 45 g, siis noin yksi rapu henkilöä kohti. Mikäli nykyinen makeavesirapujen tuonti voitaisiin korvata kokonaan omalla tuotannolla, markkinoillemme sopisi 2000-luvun alkuvuosien kulutuksen tasolla vajaat 10 miljoonaa suomalaista rapua. Jos makeavesirapuilla pystytään korvaamaan muita eksoottisia kokonaisia tuoreita ja pakastettuja äyriäisiä, voi menekkiä löytyä jopa 25 miljoonalle ravulle. Tuon määrän saaminen saaliiksi omista vesistämme ei ole tulevaisuudessa mahdotonta (Vihervuori ja Pursiainen 2008).

Kotimaisen ravun käytön lisääminen edellyttää, että rapuja ja kotimaisia raputuotteita on kuluttajien saatavilla helposti, sopivaan hintaan ja ympäri vuoden. Raputuotteiden käytön laajentaminen ja ulkomaisten tuotteiden korvaaminen kotimaisilla vaatii kuitenkin pitkäjänteistä työtä kuluttajien parissa. Kotimaisuus on hyvä kilpailuvaltti, mutta sen lisäksi kotimaisten tuotteiden täytyy olla hyvälaatuisia. Suomessa ravun laatuun ei ole aikaisemmin kiinnitetty paljoo huomiota. Tuotteen huono laatu voi kuitenkin aiheuttaa ongelmia, jos menekkiä yritetään kasvattaa.

Ravun laatua voidaan mitata monella tavalla ja siihen vaikuttavat monet eri tekijät, joita on koottu tähän kirjallisuusselvitykseen. Selvitykseen on esisijaisesti kerätty tietoa kotimaisista joki- ja täplärapuista ja muista makeanveden rapulajeista. Silloin kun näistä lajeista ei ole ollut saatavilla tietoa, sitä on kerätty soveltuvin osin myös taskurapuista ja hummereista. Kirjallisuusselvitys on rajattu koskemaan eläviä rapuja, koska hyvä raaka-aine on laadukkaan elintarvikkeen perusedellytys. Keitetyt ja säilötyt tai pakastetut ravut tai niistä jalostetut tuotteet vaativat oman tarkastelunsa. Kirjallisuuskatsaus antaa raputalouden parissa työskenteleville tietoa siitä, mihin asioihin tulisi kiinnittää huomiota rapuja käsiteltäessä matkalla merrasta kattilaan, sekä siitä mihin asioihin pitäisi saada lisätietoa.

Keski-Suomen TE-keskus on tukenut hanketta Euroopan kalatalousrahastosta (EKTR) Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitokselle osoittamallaan määrärahalta.

2. Raputuotanto meillä ja maailmalla

Euroopassa elintarvikkeena käytettäviä makeanvedenrapuja ovat (Järvenpää ym. 1996):

Astacidae- heimon lajit:

- jokirapu *Astacus astacus*
- kapeasaksirapu *Astacus leptodactylus*
- kolorapu *Austropotamobius pallipes*
- kivirapu *Austropotamobius torrentium*
- täplärapu *Pacifastacus leniusculus*

Cambaridae- heimon lajit:

- punarapu *Procambarus clarkii*

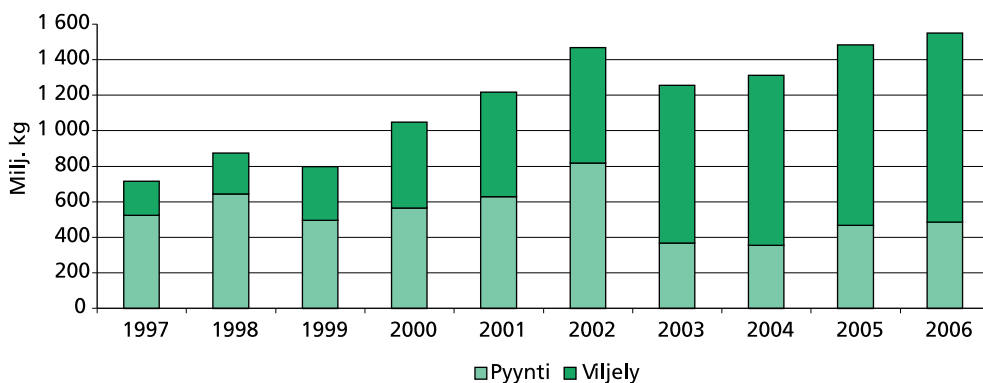
Suomessa saatavilla ovat oman maan joki- ja täplärapu, ulkomaisista punarapu (punainen suorapu) ja täplärapu sekä viime vuosina yhä harvemmin kapeasaksirapu. Suomenkielisen lajinimen ja tieteellisen nimen ohella on punaravulla ja kapeasaksiravulla käytetty erilaisia kauppanimiä, kuten 'Amerikkalainen rapu', 'Kiinalainen jokirapu' tai kapeasaksiravusta nimeä 'Turkkilainen jokirapu'. Joskus kauppanimenä käytetty suomenkielinen lajinimi saattaa hämätä kuluttajaa.

Skandinaviassa ja muissa Pohjois-Euroopan maissa on suosittu jokirapua, mutta sen saatavuus on ollut niukkaa rapuruton tuhotessa kantoja, jolloin myös hinta on noussut suhteessa

muihin rapuihin (Ackefors 1998). Gastronomisesti täpläräpua pidetään jokiravun veroisena (Harlioğlu ja Holdich 2001). Joki- ja täpläräpu joutuvat kilpailemaan eurooppalaisten lajitoveriensa ohella markkinoista myös muiden äyriäisten kanssa. Suurin osa makeavesiravuista tuodaan Suomeen pakasteina tuonnin määrän vaihdellessa huomattavasti vuosittain muutamasta kymmenestä tonnista yli 150 tonniin. Eniten tuodaan pakastettua punaräpua Espanjasta ja Kiinasta (Vihervuori ja Pursiainen 2008).

2.1. Makeanveden äyriäisten tuotanto maailmalla

Makeanveden äyriäisten kokonaistuotanto on lisääntynyt viime vuosina vesiviljelyn ansiosta (FAO 2008, kuva 1). Rahallinen arvo on noussut vuosina 1997–2006 976 milj. USA dollarista 4 715 milj. dollariin. Vuonna 2006 maailmalla makeanveden lajeista viljeltiin eniten kiinalaista villasaksiräpua (taskuräpu, *Eriocheir sinensis*) 475 milj. kg, sekä kahta suurikokoista katkaräpulaajaa (jättikatkaräpu *Macrobrachium rosenbergii* ja *M. nipponense*), yhteensä 410 milj. kg. Makeanveden tasku- ja katkaräpujen päätuottajamaa oli Kiina. Muista makeavesiravuista seuraavaksi eniten viljeltiin punaräpua lähinnä Kiinassa ja USA:ssa, yhteensä 145 milj. kg (FAO 2008). Sen sijaan luonnosta pyydettyjen makeavesiäyriäisten määrä on vähentynyt. Pyyntimäärissä on kuitenkin ollut huomattavaa vuosien välistä vaihtelua. Tärkeimpiä saalislajeja ovat olleet jättikatkarävet. Vuodesta 2003 alkaen vuosisaalis on pysytellyt vajaassa 500 milj. kilossa (FAO 2008). Samalla viljeltyjen makeavesiäyriäisten tuotanto on ylittänyt luonnonvesien saaliit (kuva 1).

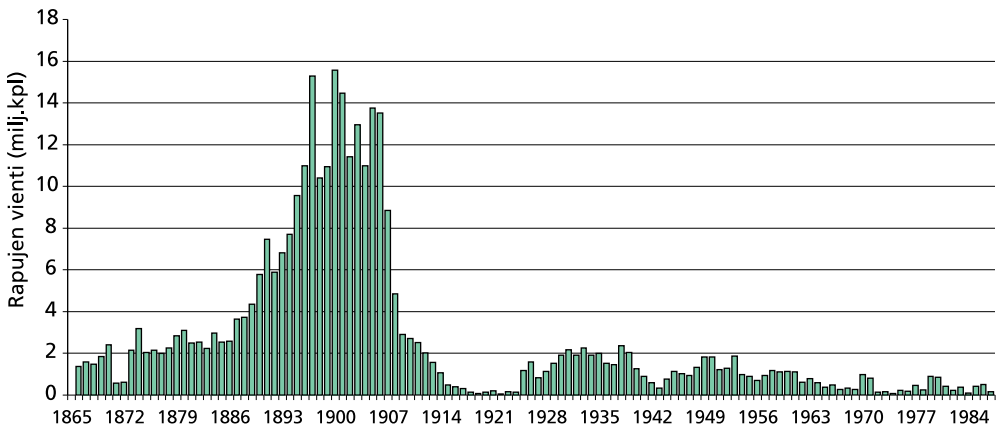


Kuva 1. Makeanveden äyriäisten viljely ja pyynti maailmalla vuosina 1997–2006 (FAO 2008).

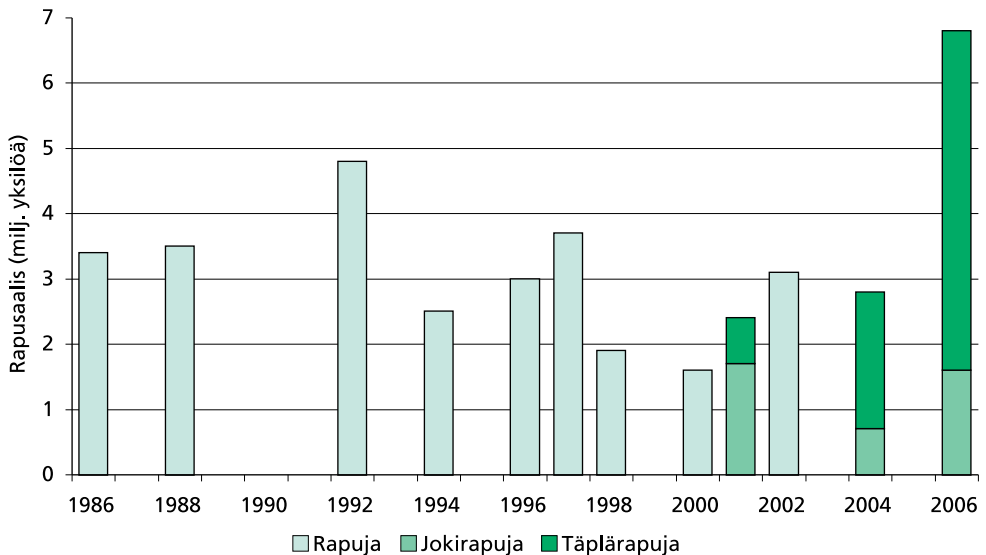
2.2. Suomen rapusaaliit

Suomen rapusaalistilastot viittaavat siihen, että luonnonvesissämme on tuotantopotentiaalia, jolla vastata ulkomaalaisen ravun tuontiin. Rapujen vienti nousi voimakkaasti 1890-luvulla, ollen suurimmillaan noin 16 miljoonaa räpua vuodessa. Vuonna 1893 Suomeen levinnyt rapurutto tuhosi rapukantoja, yksi toisensa jälkeen. Rapuruton iskiessä maan parhaille rapualueille

le vuonna 1906 vienti laski nopeasti. Myös yhteiskunnalliset syyt vaikuttivat rapukauppaan. Suomen itsenäistyessä itäraja sulkeutui, minkä seurauksena Suomen rapukauppa pysähtyi lähes kokonaan 1910–20 lukujen vaihteessa (kuva 2). Selvä nousu rapusaaliissa tapahtui vasta vuonna 2006, jolloin saaliiksi saatiin 6,8 miljoonaa rapua. Nousun johtui erityisesti täplärapusaaliin kasvusta, joka oli havaittavissa jo vuoden 2004 saalistilastoissa (kuva 3).



Kuva 2. Rapujen vientitilastot (milj. yksilöä) 1866 - 1985 (Järvi 1909, Westman ja Järvenpää 1991).



Kuva 3. Rapusaaliit virallisen vapaa-ajankalastustilaston (parilliset vuodet) ja RKTL:n muiden tilastotutkimusten (parittomat vuodet) mukaan (Savolainen ym. 2008).

Eniten rapuja pyydetään Hämeestä ja Kaakkois-Suomesta. Pohjois-Savo, Varsinais-Suomi ja Kainuu tuottavat seuraavaksi eniten saalista (Savolainen ym. 2008). Häme ja Kaakkois-Suomi ovat alueita, jonne istutetaan paljon täplärapuja (Ruokonen ym. 2008), mikä selittää osaltaan täpläravun osuuden kasvua kokonaissaaliissa. Kalataloushallinnon rapustrategian mukaisesti täplärapuistutukset ovatkin sallittuja vain Etelä-Suomen alueelle (TE-keskusten työryhmä 2000). Istutusrajoitusten tarkoituksena on suojella kotoista jokirapua, jonka levinneisyysalue on leveyspiirien 65–67° N eteläpuolella Suomussalmelta Pelloon (esim. Pursiainen ym. 2009). Potentiaalisia rapuvesistöjä on Suomessa siis Lapin lääninä myöten.

3. Ravun biologia

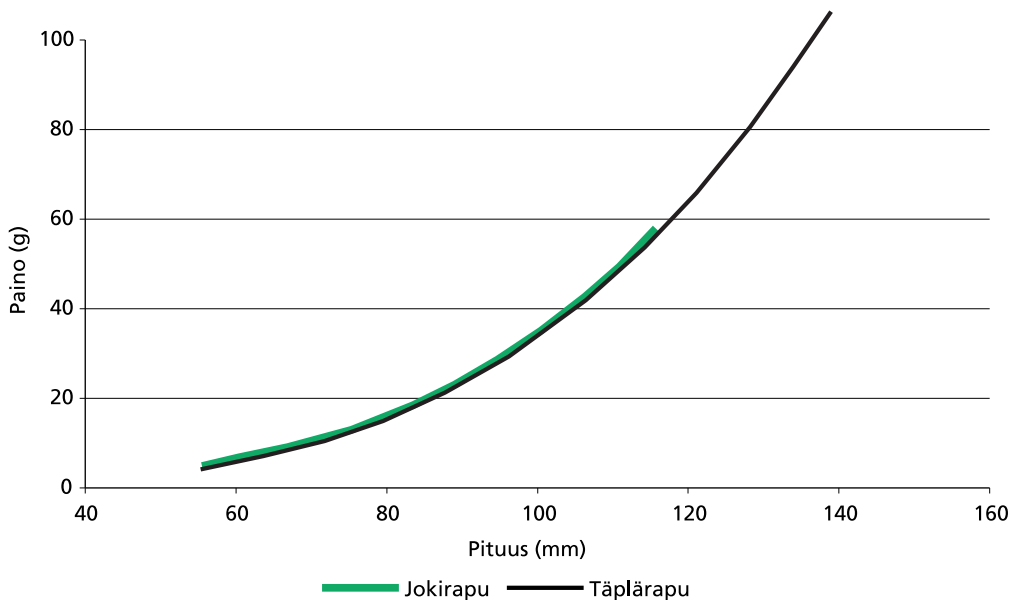
Alkuperäinen jokirapu ja kotiutettu täplärapu muistuttavat ulkonäöltään toisiaan. Jokiravulta puuttuu suurehko vaalea täplä, mikä esiintyy pyyntikokoisten täplärapujen saksien hangassa. Täpläravun saksat ovat myös suuremmat - leveämmät ja paksummat - ja kuoren väri vaaleampi kuin jokiravulla. Yleisväriltään täplärapu on vaalean ja vihertävän ruskea, kun jokiravun kuori on yleensä tumman ruskea jopa lähes musta. Kuoren värityys voi jossain määrin vaihdella ympäristön mukaan (Tulonen ym. 1998).

3.1. Kasvu

Kovan ja jäykän kuorensa vuoksi ravut eivät voi kasvaa ulkomitoiltaan jatkuvasti, vaan ne kasvavat vanhan kuoren käytyä ahtaaksi hyppäyksittäin, kuortaan vaihtamalla (Westman ja Nylund 1984, Westman ym. 2007). Kasvuolosuhteista riippuen nuoret ravut vaihtavat kuorensa 2–4 kertaa sekä sukukypsät koiraat 1–2 kertaa ja naaraat yhden kerran kesässä (Tulonen ym. 1998). Kylminä kesinä naaraat eivät välttämättä vaihda kuorta ollenkaan. Kasvu yhtä kuorenvaihtoa kohden on sukukypsillä jokiravulla noin 6–9 mm ja täpläravulla noin 9–10 mm ja koiraiden kasvu on naaraita nopeampaa varsinkin sukukypsymisen jälkeen (kuva 4, Pursiainen ym. 1987, Westman ja Savolainen 2002, Westman ym. 2007). Painon lisäys kuorenvaihdossa on aikuisilla jokirapukoirailla noin 7–10 g ja naarailla noin 2–4 g (Westman ja Nylund 1984). Rapujen kasvunopeus vaihtelee kuitenkin vesistöittäin lämpötilan, ravintotilanteen ja tiheyden mukaan (Westman ja Nylund 1984).

Joki- ja täplärapukoiraat tulevat sukukypsiksi noin 6–7 cm mittaisina ja naaraat noin 7–8 cm mittaisina. Jokirapukoiraat saavuttavat sukukypsyysskoon 3–4-vuotiaina ja naaraat 4–5-vuotiaina Etelä- ja Keski-Suomessa. Täpläravut tulevat sukukypsiksi 1–2 vuotta aikaisemmin kuin jokiravut (Westman ja Nylund 1984, Tulonen ym. 1998).

Jokirapu voi saavuttaa 12–15 cm pituuden. Suurimmat Suomessa koskaan saadut jokiravut ovat olleet 16,5–17,5 cm mittaisia ja painoltaan 165–255 g. Yli 16 cm mittaiset ja 150 g painoiset koiraat ja yli 12 cm mittaiset ja 80 g painoiset naaraat ovat kuitenkin erittäin harvinaisia. Täpläravulla 16–17 cm mittaisia yksilöitä on tavattu Suomessa ja jopa 20 cm mittaisia rapuja Ruotsissa (Westman ja Nylund 1984, Tulonen ym. 1998).



Kuva 4. Joki- ja täplärapujen painon kehitys suhteessa kokonaispituuteen (Pursiainen ym. 1987 ja Westman ja Savolainen 2002 aineistojen perusteella).

3.2. Elinkierron vaiheet

Ravut varastoivat kasvukauden aikana ruumiiseensa energiaa kuorenvaihtoa ja lisääntymistä varten. Ensimmäinen kuorenvaihto voi lämpiminä keväinä Etelä-Suomessa olla jo toukokuussa. Normaalivuosina sukukypsät koiraat ja ne naaraat, joilla ei ole mätimunia vaihtavat kuorensa Etelä- ja Keski-Suomessa yleensä kesäkuun lopussa tai heinäkuun alussa. Mätiiä kantavat naaraat vaihtavat kuorensa vasta heinäkuun lopulla tai elokuussa sen jälkeen, kun poikaset ovat irronneet naaraasta. Sukukypsät koiraat voivat vaihtaa kuorensa toisen kerran vielä elokuussa (Tulonen ym. 1998, Heinimaa ja Pursiainen 2009).

Ennen kuoren vaihtoa vanha kuori alkaa pehmetä 20–25 vuorokautta ennen varsinaista kuorenvaihtotapahtumaa, joka kestää muutamasta minuutista muutamaa kymmeniä minuutteihin, jonka jälkeen uuden kuoren kovettumiseen voi mennä parikin viikkoa. Vanhan kuoren pehmeneminen näkyy selkäpanssarin reunan tummumisesta ja sen muuttumisena kelmumaisen pehmeäksi aivan jalkojen tyvestä. Kuortansa vaihtavat ravut eivät yleensä liiku ja käy pyydyksiin (Westman ja Nylund 1984, Tulonen ym. 1998).

Kuoren vaihdon jälkeen energiaa käytetään sulusolujen kehittymiseen. Loppukesällä koirasravuilla selkäkilven alla näkyy valkeita, maitia täynnä olevia siittiöjohtimia ja naarailla valkeasta oranssiin ja ruskeanpunaiseen vivahtavia mätimunia (Westman ja Nylund 1984). Parittelusta alkaa täplärapulla syyskuulla, kun veden lämpötila on laskenut 12 °C:een ja jokiravulla syys–lokakuun vaihteessa, kun veden lämpötila on laskenut 10 °C:een. Se kestää yleensä 2–4 viikkoa. Täplärapunaaras laskee mätimunansa heti ja jokirapunaaras noin 2–3 viikon kuluttua parittelusta (Tulonen ym. 1998).

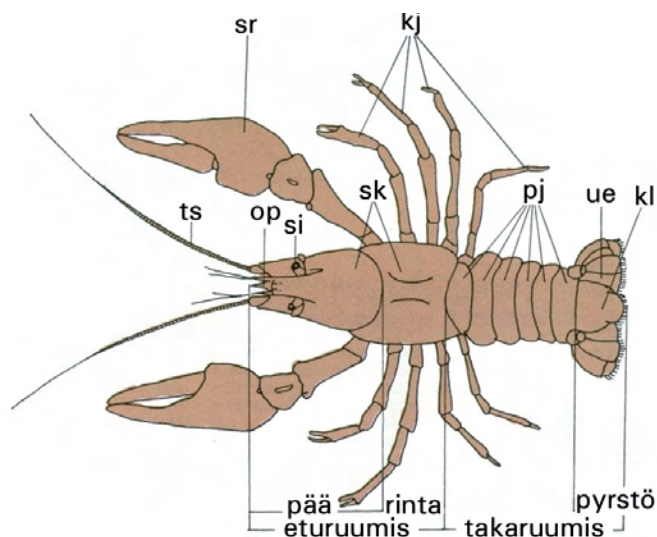
Suomessa ravustuskausi alkaa 21.7. keskipäivällä ja päättyy 31.10. Tämän vuoksi rapu-
merrasta voi saada monessa eri elinkierronvaiheessa olevia rapuja:

- vanhakuorisia rapuja (usein tumma, likainen kuori)
- pehmytkuorisia rapuja (uusi kuori)
- kuorensa vaihtaneita kovakuorisia rapuja (kuori on puhdas, vaalea)
- nuoria, ei-sukukypsiä yksilöitä
- sukukypsiä, väli vuosia viettäviä naaraita
- koiraita ja naaraita, joiden sukurauhaset ovat kehittyneet
- hedelmöittyneitä mätimunia kantavia naaraita

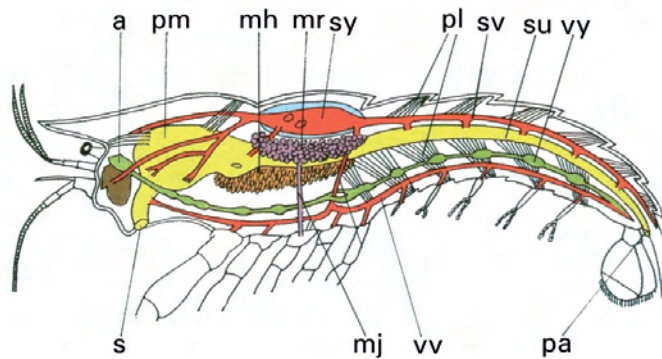
Kuinka paljon eri elinkierron vaiheessa olevat ravut eroavat toisistaan elintarvikkeena ja lihan laadultaan ei ole tutkittu.

3.3. Ravun rakenne

Rapujen ruumis muodostuu 19 jaokkeesta. Pään ja keskiruumiin jaokkeet ovat sulautuneet toisiinsa eturuumiiksi, jota peittää yhtenäinen selkakilpi (kuva 5). Pyrstöön päättyvä takaruumis on nivelikäs ja taipuisa. Ravuilla on viisi paria rinta- eli kävelyjalkoja, joista ensimmäinen pari on kehittynyt saksiksi. Rapu hengittää kiduksilla, jotka sijaitsevat selkakilven suojassa ravun sivuilla. Ravuilla ei ole sisäistä tukirankaan, vaan lihakset kiinnittyvät ravun ruumista peittävään kitiinikuoreen, joka on kalkan lujittama (Voght 2002).



Kuva 5. Ravun rakenne päältäpäin katsottuna ts = tuntosarvet, sr = saksiraaatit, op = otsapiikki, si = silmät, sk = selkakilpi, kj = kävelyjalat, pj = pyrstöjaokkeet, ue = uimaevä, kl = keskilevy (muokattu Storer ym. 1972 mukaan).



Kuva 6. Ravun rakenteen pääpiirteet halkileikkauksessa. a = aivot, s = suu, pm = purumaha, mh = maksahaima, mr = munarauhanen, sy = sydän, mj = munanjohdin, vv = vatsavaltimo, pl = pylörölihaksset, sv = silmävaltimo, su = suoli, vy = vatsaydin, pa = peräaukko (muokattu Storer ym. 1972 mukaan).

Ravun ruuansulatuskanava on suhteellisen yksinkertainen suora putki, jossa voidaan erottaa lyhyt ruokatorvi, kaksiosainen purumaha ja pitkä takasuoli (kuva 6). Suoliston osuus ruumiinpainosta on jokiravulla n. 7 % kokonaispainosta (Huner ym. 1988).

Mahalaukun takana on maksahaima (hepatopancreas), joka erittää ruuansulatusentsyymejä ja sapetta (kuva 6, Vonk 1960). Maksahaima on ravuilla myös ravinteiden ja energian päävarastoelementti, jonka vuoksi sen paino ja koostumus vaihtelee elinkierron ja vuodenajan mukaan (Armitage ym. 1972). Maksahaiman paino on makeanveden ravuilla noin 4–9 % kokonaispainosta ja se on painavimmillaan ennen kuorenvaihtoa (Lindqvist ja Louekari 1975, Huner ja Lindqvist 1984, Huner ym. 1985, 1988, 1990, Lahti 1987, Daniels ym. 1994, Mackevičienė, G. 1999).

Selkäkilven alla olevien sukurauhasten (kuva 6) paino vaihtelee lisääntymissyklin mukaan. Jokiravulla sukurauhasten osuus kokonaispainosta on koirilla vain 1 %, mutta naarailla 5,5 % (Huner ym. 1985, 1990).

4. Ravun syötävät osat

Ravun syötäviä osia ovat:

- pyrstöliha
- saksiliha
- mäti
- rapuvoi
- maksahaima

Ravun rakenteesta johtuen eniten syötävää lihasta on pyrstössä ja saksissa. Naaraissa oleva mäti yleensä syödään erityisherkkuna. Rapuvoi on selkäkilven alle kerääntynyttä rasvaa, jonka

määrästä ja koostumuksesta ei ole tutkittua tietoa. Maksahaima voidaan syödä, mutta syöntikulttuuri vaihtelee.

Yleisimpiä raputuotteita maailmalla ovat (Lee ja Wickins 1992, Harlioğlu ja Holdich 2001):

- kokonaiset elävät ravut
- kokonaiset pakastetut (raa’at tai keitetyt) ravut
- tuoreet tai pakastetut pyrstöt ja saksiliha
- kokonaiset elävät tai pakastetut pehmytkuoriset ravut (USA)
- mätirauhaset eli koralli

4.1. Lihan saanto

Suomessa yleisimmin kaupasta saatavia rapulajeja ovat kotimaiset joki- ja täpläravut, tuontilajeina espanjalainen ja kiinalainen punarapu sekä vähäisissä määrin englantilainen täplärapu. Sitä vastoin aiemmin yleistä eurooppalaista kapeasaksirapua ei esim. kesällä 2008 kaupasta tavattu (Särkinen 2008). Näiden lajien välillä lihan saannossa ei ole suuria eroja 10 cm pituisilla ravuilla (taulukko 1).

Taulukko 1. Pyrstö- ja saksilihan paino noin 10 cm pituisilla joki-, täplä-, kapeasaksi- ja punaravuilla ja lihan kokonaissaanto (pyrstö + saksiliha) grammoina sekä niiden osuudet kokonaispainosta (Dabrowski ym. 1966, 1968, Lindqvist ja Louekari 1975, Lahti 1987, Köksal 1988, Huner 1993, Huner ym. 1985, 1988, 1995, Ackefors ym. 1997, Mackevičienė 1999, Harlioğlu ja Holdich 2001). Luvut ovat useasta eri lähteestä, niitä ei voi suoraan vertailla keskenään.

Lihan paino, g	Jokirapu		Täplärapu		Kapeasaksirapu		Punarapu	
	Koiras	Naaras	Koiras	Naaras	Koiras	Naaras	Koiras	Naaras
Pyrstö	2–4	3–4	3	2–3	2–3	3	2–4	3–5
Sakset	2–3	2–3	5	1–3	1–3	1	3	1
Yhteensä	4–7	5–7	8	3–6	3–6	4	5–7	4–6
Osuus ruumiin painosta, %								
Pyrstö	14–17	15–18	6	5–8	7–9	7–10	14–17	17–19
Sakset	3–5	2–8	4–9	4–5	4–6	2–3	8	2
Yhteensä	13–24	13–23	14–25	11–12	13–17	10–14	14	18

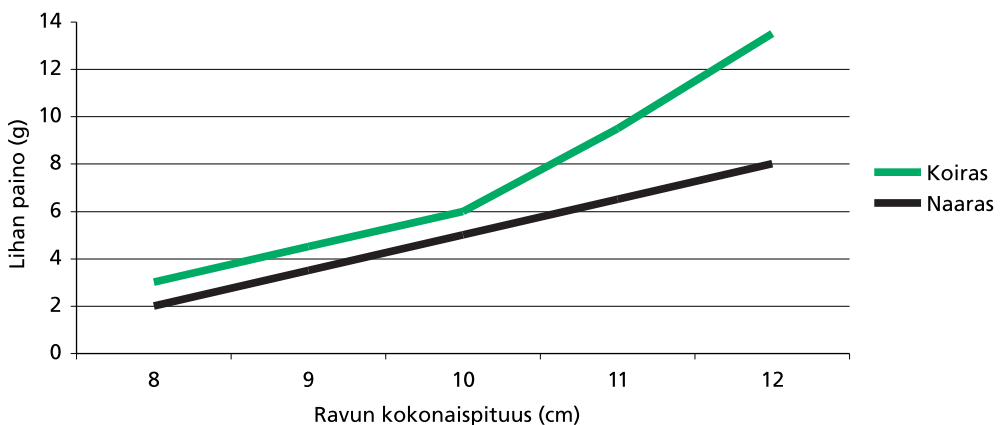
Lihan saannon suhteen kotimainen jokirapu ja täplärapu pärjäävät hyvin ulkomaisille maanveden lajeille. Yleensä lihan saanto ravuista vaihtelee lajeittain 10 %:sta 40 %:iin ruumiin painosta. Suurin lihan saanto on australialaisilla trooppisilla rapulajeilla (Lee ja Wickins 1992).

4.2. Lihan määrään vaikuttavat tekijät

Samannmittaisten rapujen painoissa on populaatiokohtaisia eroja johtuen erilaisista kasvuolosuhteista eri vesistöissä. Tiheässä populaatiossa ja niukkaravinteisissä vesistöissä kokonaispaino jää pienemmäksi kuin hyvissä kasvuvesissä (Lindqvist ja Louekari 1975).

Kuoren paino suhteessa lihan saantoon on isoilla yksilöillä suurempi ja kuoren mineralisaatioaste vaihtelee populaatioittain ja lajeittain (Huner ja Lindqvist 1985, Mackevičienė 1999). Neljästä Suomessa tarjolla olevasta makeavesirapulajista kovin ja raskain kuori on täpläravulla ja punaravulla (Huner ym. 1988, Mackevičienė 1999).

Lihan kokonaissaanto (pyrstö- + saksiliha) kasvaa ravun koon kasvaessa ja on suurempi jokirapukoirailla kuin naarilla (kuva 7, Lindqvist ja Louekari 1975, Lahti 1987). Tämä johtuu koiraiden saksien suuremmasta koosta. Naarilla saksien koon kasvu on tasaista suhteessa ruumiin pituuden lisääntymiseen, mutta koirilla saksien koko kasvaa ruumiin pituutta nopeammin sukukypsillä yksilöillä (Lindqvist ja Louekari 1975, Lahti 1987, Harlioğlu ja Holdich 2001). Pyrstön kasvu on lineaarista sekä koirilla että naarilla, vaikkakin naarilla pyrstön leveyskasvu nopeutuu sukukypsytymisen yhteydessä (Lindqvist ja Louekari 1975, Lahti 1987, Huner ym. 1995, Harlioğlu ja Holdich 2001). Sukupuolten väliset kasvuerot ovat hyvin yleisiä eri rapulajeilla ja täpläravulla ne ovat samanlaiset kuin jokiravulla (Harlioğlu ja Holdich 2001).



Kuva 7. Jokiravun pyrstö- ja saksilihan yhteispaino suhteessa ruumiin kokonaispituuteen koirilla ja naarilla (muotoiltu Lindqvist ja Louekari 1975 mukaan).

5. Ravun lihan koostumus

5.1 Lihaksen ravintoainepitoisuudet

Rapujen ja katkarapujen liha on esimerkiksi loheen verrattuna vähäenergistä ja vähärasvaista (taulukko 2). Jokiravusta saatavasta kokonaisenergiasta 93 % tulee proteiineista ja 7 % rasvoista. Ravun lihan ravintosisältöön vaikuttavat kuitenkin monet tekijät, joten taulukkoon 2 on otettu mukaan lihan ravintoainepitoisuuksia makeanveden eri rapulajeista.

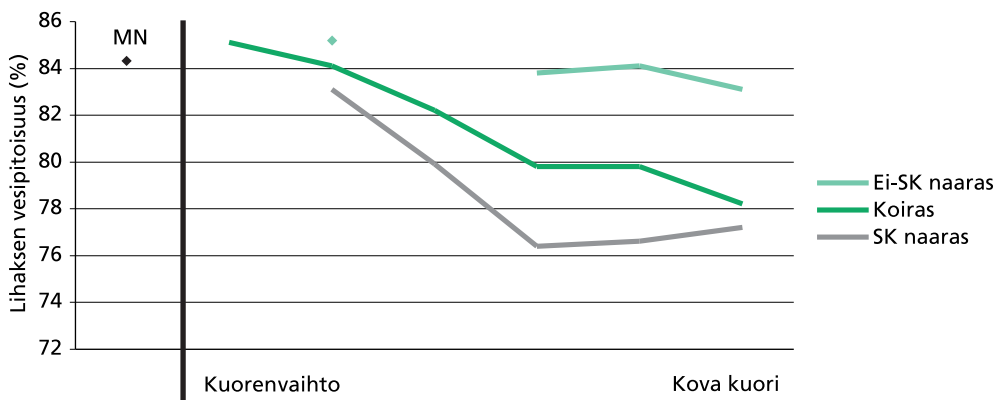
Taulukko 2. Jokiravun, katkaravun, lohifileen sekä yhdistettynä makeanveden eri rapulajien ravintoainepitoisuuksia g/100 g syötävän kudoksen tuorepainoa kohden. Jokiravun, katkaravun ja lohifileen energia-, rasva-, proteiini- ja hiilihydraattipitoisuudet ovat Kansanterveyslaitoksen tilastoista ja vesi- ja tuhkapitoisuudet ovat Kansaneläkelaitos (1989) tilastoista. *Eri rapulajien lihan koostumustiedot: Dabrowski ym. 1966, 1968, Rhodes ja Holdich 1984, Huner ym. 1985, 1990, Wiikinkoski ym. 1997, Silva ja Chamul 2000, Thompson ym. 2004, Kovačević ym. 2006.

Ravintoaine	Jokirapu	Katkarapu	Lohifile	Ravut*
Energia, kJ	267	286	847	202–228
Rasva, g	0,5	1,1	13,5	0,2–2,5
Proteiini, g	14,6	14,4	18,7	7–16,5
Hiilihydraatit, g	0	0	0	0–1
Vesi, g	82	79	66	76–86
Tuhka, g	1,2	1,4	1,2	1,2–6

Lihaksen ravintoainepitoisuuksia voidaan ilmoittaa monella eri tavalla, joten tutkimustulokset eivät ole kaikilta osin vertailukelpoisia. Huner ym. (1985, 1990) ovat saaneet jokiravun lihaksen ravintoainepitoisuuksiksi seuraavia arvoja. Pitoisuudet ovat laskettu oletettavasti kuivapainoa kohden: vesipitoisuus 76–86 %, raakasrasva 2–13 g/100 g, proteiini 40–61 g/100 g, raakaproteiini 75–78 g/100 g, glykogeeni 1–11 g/100 g, raaka hiilihydraatti 3–15 g/100 g ja tuhkapitoisuus 6–8 g/100 g.

5.2 Sukupuolen ja elinkierronvaiheen vaikutus lihaksen vesipitoisuuteen

Lihan koostumukseen vaikuttavat sukupuoli sekä kuorenvaihdon ja lisääntymisen vaiheet. Lihaksen vesipitoisuus on korkeimmillaan heti kuorenvaihdon jälkeen uuden kuoren kovettuessa (kuva 8), koska kuorenvaihdossa ravut pumppaavat lihakseen vettä, jotta uusi kuori olisi väljä kasvun varalle. Lihaksen vesipitoisuus laskee kuoren vaihtojen välisenä aikana sekä koirilla että naarailla. Sukukypsyvien, lisääntymään valmistuvien naaraiden lihaksen vesipitoisuus on hieman alhaisempi kuin koiraiden, mutta mätiä kantaneiden, ei – lisääntyvien naaraiden lihaksen vesipitoisuus pysyy kuitenkin korkeana koko kasvukauden (Rhodes ja Holdich 1984, Huner ym. 1988, 1990).



Kuva 8. Jokiravun lihaksen vesipitoisuus (%) munia kantavilla naarailta (MN) ja kuoren vaihdon jälkeen (alkaen kuoren kovettumisesta uuden pehmeän kuoren kasvamiseen vanhan kovan kuoren alle) koirilla, sukukypsyillä (SK) naarailta ja ei-sukukypsyillä (ei-SK) naarailta (muotoiltu Hunerin ym. 1990 mukaan).

5.3 Sukupuolen ja elinkierronvaiheen vaikutus ravun ravintoainepitoisuuksiin

Ravut syövät aktiivisesti kuorenvaihdon jälkeen, jolloin lihaksen rasva-, proteiini-, tuhka- ja energiapitoisuudet kasvavat heinäkuulta aina elokuun loppuun (taulukko 3, Huner ym. 1988, 1990). Kesällä naaraiden lihaksen rasva-, proteiini- ja energiapitoisuudet ovat korkeammat kuin koirilla, mutta elokuun lopulla, jolloin mätirauhaset kehittyvät, naaraiden ravintoainepitoisuudet laskevat lihaksessa koiraita alemmaksi, koska ravintoaineita siirretään kehittyviin mätimuniin (Huner ym. 1985, 1988, 1990). Lihaksen hiilihydraattipitoisuus voi sukukypsyillä koirilla ja naarailta olla pienempi kuin ei-sukukypsyillä yksilöillä (taulukko 3). Hiilihyd-

Taulukko 3. Jokiravun pyrstölihaksen ravintoainepitoisuudet (kuivapainoa kohden) sukupuolen ja sukukypsyyden mukaan heinä- ja elokuussa (muotoiltu Hunerin ym. 1990 mukaan).

Ravintoainepitoisuus	Koiras				Naaras			
	Ei-sukukypsä		Sukukypsä		Ei-sukukypsä		Sukukypsä	
	Heinäkuu	Elokuu	Elokuu	Heinäkuu	Elokuu	Heinäkuu	Elokuu	
Tutkittuja rapuja, kpl	13	6	6	6	5	7	9	
Rasva mg/g kuiva-ainetta	18	22	35	27	35	30	23	
Tuhka g/100 g	7	6	7	7	7	8	7	
Raakaproteiini g/100 g	75	76	78	76	75	77	75	
Raakarasva g/100g	9	5	12	13	10	13	11	
Raakahiilihydraatti g/100g	9	14	3	5	8	3	7	

raatteja käytetään mm. sukurauhasten kasvun tarvitseman energian tyydyttämiseen. Kudoksen vesipitoisuus on kääntäen verrannollinen kuiva-ainepitoisuuden kanssa eli mitä alempi vesipitoisuus sitä korkeampia ovat mm. kudoksen proteiini- ja rasvapitoisuus (Huner ym. 1988).

5.4 Paaston vaikutus lihaksen ravintoainepitoisuuksiin

Luonnossa ravut ovat sopeutuneet tulemaan toimeen vähällä ravinnolla tai jopa ilman pitkiäkin aikoja (Armitage ym. 1972, Jones ja Obst 2000). Energiavarastona toimivan maksahaiman rooli tässä on merkittävä. Rasvapitoisuus maksahaimassa voi olla 15-20 kertaa korkeampi kuin lihaksessa (Armitage ym. 1972, Huner ym. 1990). Paaston aikana maksahaiman vesipitoisuus nousee sekä rasva-, hiilihydraatti- ja proteiinipitoisuudet laskevat (Hazlett ym 1975, Huner ym. 1985, 1990, Jones ja Obst 2000). Lihaksessa paastotuksen on todettu alentavan ainakin hiilihydraatti- ja proteiinipitoisuuksia (Hazlett ym 1975, Huner ym. 1985). Lihaksen hiilihydraatteja käytetään muun muassa korvamaan maksahaiman alentunutta rasvapitoisuutta (Huner ym. 1985). Kuukauden paastotuksen aikana myös vapaiden aminohappojen määrä punaravun lihaksessa on todettu pienenevän (Okama ja Abe 1998).

Veden lämpötilalla on suuri vaikutus siihen, kuinka nopeasti ruumiin energiavarastot pienenevät paaston aikana. Vaihtolämpöisten rapujen aineenvaihdunta nopeutuu veden lämmetessä. Kun veden lämpötila nousee 5 °C:sta 22 °C:een, nopeutuu aineenvaihdunta pohjoisamerikkalaisella makeanveden ravulla (*Orconectes nais*) 29 % (Weins ja Armitage 1961). Myös ruumiin energiavarastojen käyttö on sitä nopeampaa mitä korkeampi on veden lämpötila. Esimerkiksi australialaisen makeanveden ravun (*Cherax destructor*) maksahaiman vesipitoisuus saavutti paastotessa maksimiarvon kahdessa viikossa 25 °C:ssa (Jones ja Obst 2000). Ravut kestävät siis hyvin paastotusta varsinkin viileässä vedessä, mutta mitä pitempi on säilytysaika, sitä enemmän lihaksen ravintoainepitoisuudet ehtivät laskea (Huner ym. 1985, Schirt ym. 1987, Jones ja Obst 2000).

Rapuja säilytetään yleisesti myös kosteassa viileässä ilmassa, mutta sen vaikutusta rapujen stressiin ja lihaksen ravintoainepitoisuuksiin on tutkittu vähän. Lihaksen proteiini- ja hiilihydraattipitoisuus laskee ilmassa säilytetyillä ravuilla enemmän kuin vedessä olleilla yksilöillä (Huner ym. 1985).

Paaston jälkeinen ruokinta nostaa maksahaiman ravintoainepitoisuuksia, mikä näkyy maksahaiman painon sekä tuhka- proteiini ja rasvapitoisuuksien nousuna ja vesipitoisuuden alenemisena (Jones ja Obst 2000, Woll ja Berge 2007).

5.5 Ravun rasvat

Ravuilla rasvojen määrä ja koostumus vaihtelevat elinkierron vaiheen sekä biologisten ja fyysikaalisten olosuhteiden mukaan. Laadullisia eroja on lajien välillä ja yksilön eri elinten ja kudosten välillä ja siihen vaikuttavat myös ravinto ja ravitsemustila (Ackefors ym. 1997). Joki- ja täpläravuilla pyrstölihaksen rasvahappojen kokonaismäärä oli keskimäärin 0,4 g/100 g tuorepainoa kohti. Joki- ja täpläravun pyrstölihassa oli runsaasti 16:0, 18:1n-7+9, ja 20:5n-3 rasvahappoja ja jokiravulla lisäksi 20:4n-6 ja täpläravulla 18:2n-6 rasvahappoja. Nämä rasvahapot muodostivat 77 % kokonaisrasvahapoista pyrstölihaksessa. Maksahaimassa rasvahappojen kokonaismäärä oli moninkertainen pyrstölihaksen verrattuna; jokiravuilla keskimäärin

5 g/100 g tuorepainoa kohti ja täplärapukoirailla 16 g/100 g ja naarailla 22 g/100 g. Joki- ja täpläravulla oli molemmilla maksahaimassa runsaasti 16:0 ja 18:1n-7 rasvahappoja ja jokiravulla lisäksi 16:1n-7, 18:1n-9, 20:1n-9+11 ja täpläravulla 18:3n-3 rasvahappoja. Äyriäisillä maksahaimassa on enimmäkseen triglyseridejä ja eri rasvahappokoostumus kuin pyrstölihas, joka sisältää pääasiassa solukalvolipidejä (Gonzalez-Baro ja Pollero 1988, Muriana ym. 1993). Maksahaiman rasvahappokoostumukseen vaikuttavat myös ravinto kun taas pyrstölihas sisältää lajispesifisiä välttämättömiä rasvahappoja HUFA (Ackefors ym. 1997). Jokiravun lihassa on esimerkiksi lohifileeseen verrattuna kolesterolia verrattain paljon, 185 mg/100 g tuorepainoa kohti (lohi 67 mg/100 g), mutta ei kuitenkaan yhtä paljon kuin keitetystä kananmunassa, jossa pitoisuus on 360 mg/100 g (Kansanterveyslaitos 2008).

5.6 Muut ravintoaineet

Rapujen lihas sisältää merkittäviä määriä ihmiselle välttämättömiä aminohappoja. Tryptofaamin, lysiniin, metioniinin, fenyylialaniinin, treoniinin, valiinin, leusiinin, isoleusiinin ja lapsille välttämättömien aminohappojen histidiinin ja arginiinin pitoisuudet koloravun (*Austropotamobius pallipes*) lihaksessa vaihtelevat 2–13,5 g/100 g lihasta (Rhodes ja Holdich 1984) ja jokiravulla 3–15 mg/100 g (Dabrowski ym. 1968).

Lisäksi kalat ja äyriäiset sisältävät mineraaleja ja vitamiineja (Silva ja Chamul 2000). Jokiravun lihas sisältää runsaasti mm. E-vitamiinia 2,8 mg/100 g ja sen lisäksi natriumia 230 mg, kaliumia 70 mg, magnesiumia 22 mg, kalsiumia 58 mg, fosforia 110 mg, rautaa 3,6 mg ja sinkkiä 1,3 mg/100 g (Kansanterveyslaitos 2008).

6. Elävien rapujen käsittely

6.1 Suomessa

Suomessa rapujen pyyntiä, säilytystä ja kuljetusta ei ole varsinaisesti ohjeistettu, vaan kukin ravustaja ja välittäjä tekevät sen perimätiedon tai muuten omaksumiensa tapojen mukaan. Ravun pyyntiä on kuitenkin kuvailtu monissa eri kirjoissa (mm. Lahti 1986, Westman ja Nylund 1984, Westman 1987). Ravut pyydetään yleensä merroilla, joihin on laitettu syötti rapuja houkuttelemaan. Merrat lasketaan järven tai joen pohjaan illalla joko yksittäin tai kiinnitettynä selkäsiimaan. Merrat koetaan aamulla, jolloin ne tyhjenetään veneessä oleviin kuljetuslaatikoihin. Mertoja koettaessa ravut voidaan lajitella koon ja kunnan mukaan vapautettaviin ja otettaviin yksilöihin. Rannassa ravut pakataan kuljetettavaksi tai pannaan väliaikaissäilöön sumpuihin. Sumpu voi olla laudoista tai metalliverkosta tehty, kunhan rakenne sallii riittävän veden vaihtumisen sumpussa. Eläviä rapuja voidaan kuljettaa ilman vettä esim. muovisissa muuttolaatikoissa tai tukevissa pahvilaatikoissa, joissa on ilmanvaihtoa varten reiät. Rapuja voi olla lämpötilasta ja kuljetuksen kestosta riippuen 2-3 kerrosta laatikon pohjalla. Ilmankosteudesta kuljetuslaatikoissa huolehditaan laittamalla pohjalle vettä sitovaa ja kosteutta ylläpitävää materiaalia.

6.2 Teollisessa massatuotannossa

Louisianassa USA:ssa, tuotetaan punarapua (*Procambarus clarkii*) ja valkoista jokirapua (*P. zonangulus*) teollisessa mittakaavassa. Ravut pyydetään luonnosta ja lammikoista mertatyyppisillä pyydyksillä, joissa käytetään syöttiä. Elävät ravut pakataan tiukasti verkkosäkkeihin, 16–23 kg rapuja yhteen säkkiin. Tiukasti pakattuina ravut eivät pysty liikkumaan, jolloin ne eivät voi vahingoittaa toisiaan saksilla. Rapusäkit kuljetetaan veneillä maihin. Kuljetuksen ajaksi säkit suojataan suoralta auringon paisteelta ja ilmapirralla rapujen kuivumisen ehkäisemiseksi (Lawson ja Drapcho 1989, Moody 1989, 2000, McClain 1994, 2002).

Maissa säkit siirretään puhdistukseen tai kylmävarastoon, missä niitä säilytetään vaakatasossa päällekkäin lavoilla useitakin päiviä. Säilytyslämpötila on 1,6–4 °C ja ilmakosteus on lähellä 100 % ilman kiertäessä säkkien ympärillä. Säkkien päälle voidaan laittaa ohut kerros jäämurskaa, joka sulaessaan kostuttaa rapujen kiduksia. Kylmäsäilytyksen aikana nämä lämpimän alueen ravut ovat käytännössä horrosta vastaavassa tilassa.

Ennen kylmäsäilytystä tai jatkokäsittelyä ravut lajitellaan koon mukaan käyttäen erilaisia passiivisia lajitteleväiteitä, joissa ravut menevät läpi erikokoisista raoista. Ravut voidaan pestä lian irrottamiseksi kuorista pesutankeissa tai ravut laitetaan 24–48 tunniksi läpivirtauspuhdistustankkeihin tai suihkuun 22–26 °C veteen suolen tyhjentämiseksi ja pinnan puhdistamiseksi. Läpivirtauspuhdistuksessa ravut ovat 10–15 cm syvyisessä vedessä, jota pumpataan ja ilmastetaan. Suihkussa ravut eivät ole vedessä vaan vettä suihkutetaan niiden päälle. Tiheys pestäessä on 19–24 kg/m² viileämmässä vedessä ja lämpimämmässä (25–26 °C) 10–15 kg/m². Veden käyttö on 3,8 l/min 6,8 rapukiloa kohti eli 0,56 l/min/kg tai toisinpäin, 1,79 kg rapuja voi pitää yhden sekuntilitran virtaamassa.

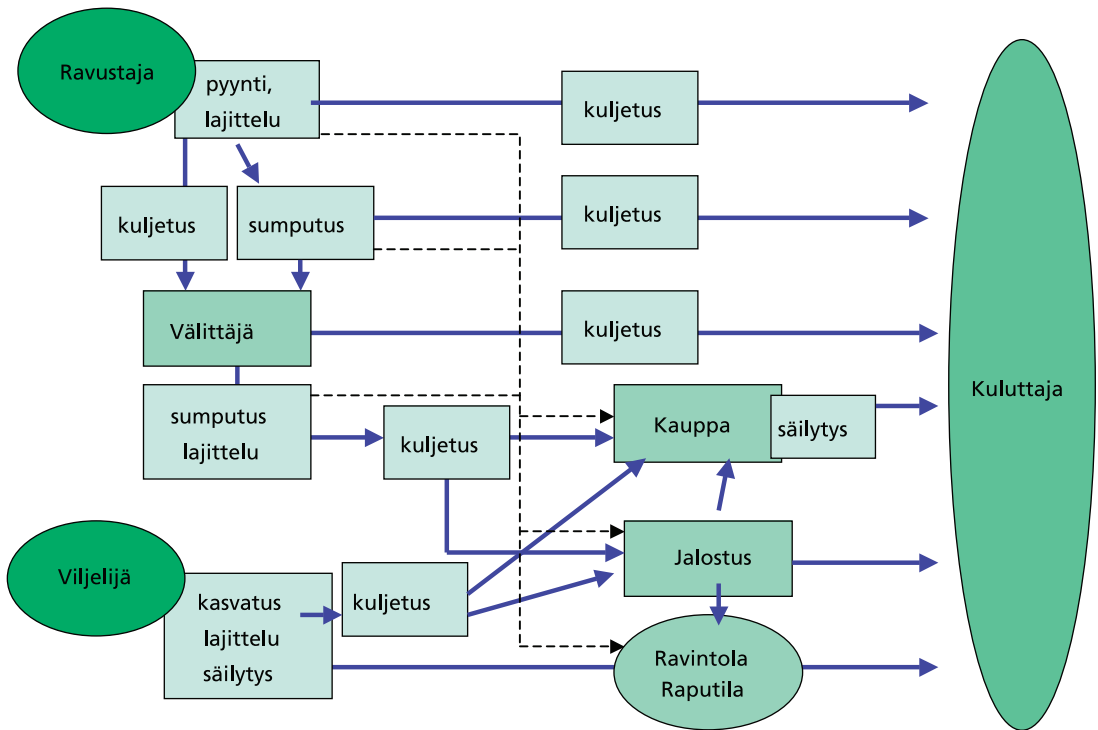
6.3 Rapujen tie vesistöistä kuluttajalle

Rapujen käsittelyyn kuuluu tietyt vaiheet alueesta ja rapulajista riippumatta (kuva 9):

- pyynti
- kuljetukset ilmassa tai vedessä
- säilytykset vedessä tai ilmassa

Väliaikaissäilytyksen aikana rapuja pidetään puhtaassa vedessä ilman ravintoa pinnan puhdistamiseksi ja suolen tyhjentämiseksi. Pitempiaikaisessa säilytyksessä rapuja voidaan myös ruokkia. Rapuja lajitellaan eri vaiheissa koon ja kunnon mukaan ja niitä voidaan pestä mekaanisesti. Ravun matka järvestä kuluttajan ruokalautaselle sisältää siis monia vaiheita ja voi kestää useita päiviä (kuva 9).

Kun rapu menee mertaan, olosuhteet muuttuvat sille tavallisesta poikkeavaksi. Pyydyttäminen ja kuljettaminen aiheuttavat rapuille rasitusta, joten olosuhteiden säilytyksen aikana tulisi olla niin hyvät, että ravut toipuvat käsittelyjen aiheuttamasta stressistä. Stressin vaikutukset ravun kuntoon ovat moninaiset ja aina negatiiviset.



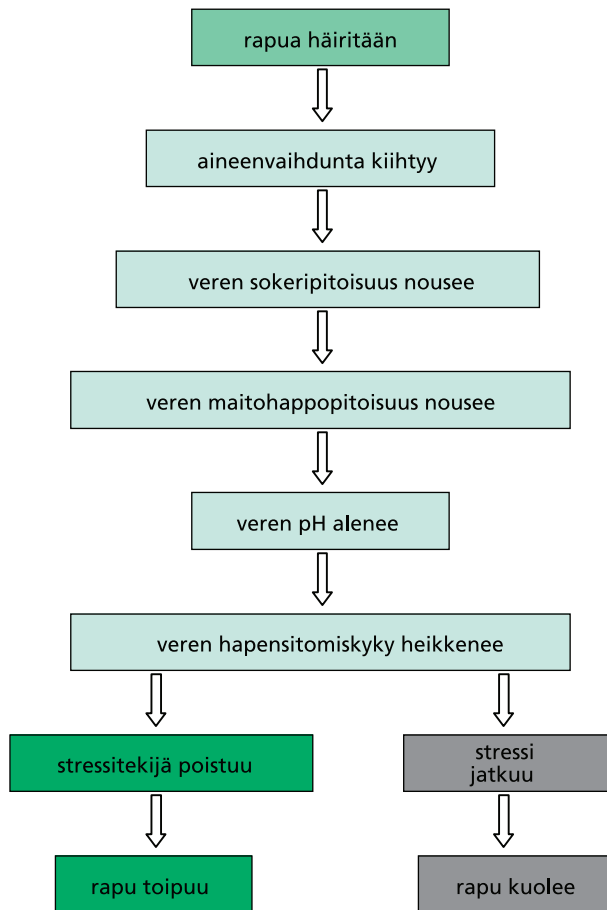
Kuva 9. Rapujen kuljetusketju pyytäjältä kuluttajalle on monivaiheinen.

7. Käsittelyn vaikutukset rapujen kuntoon

7.1 Stressivasteen synty

Stressi on käsittelystä tai ympäristöolosuhteista aiheutuva epänormaali tila, joka häiritsee normaalia fysiologista tasapainoa ruumiissa (Ramachandran 1994). Kun rapuja häiritään, niiden sydämen syke, verenkierto ja hengitys kiihtyvät ja aineenvaihdunta vilkastuu (kuva 10, Cumberlandidg ja Uglow 1977, Paterson ja Spanoghe 1997). Aineenvaihdunnan tarvitsema energia saadaan hapettamalla glukoosia energiaksi ja hiilidioksidiksi, jolloin myös hapen tarve kasvaa. Hapen tarve akuutissa stressissä voi olla niin suuri, että hapetusprosessi jää kesken, jolloin elimistöön kertyy maitohappoa (Paterson ja Spanoghe 1997, Bergmann ym. 2001). Maitohappo alentaa veren pH:ta, jolloin sen hapensitomiskyky heikkenee (Ramachandran 1994, Bergmann ym. 2001).

Ravussa tapahtuu monia muitakin fysiologisia muutoksia stressin seurauksena, mm. ammoniakkipitoisuus hemolymfassa (veressä) nousee. Proteiinien hajotessa normaalin aineenvaihdunnan tuloksena muodostuu ammoniakkia, joka poistuu ravuista kidusten kautta (Hagerman ym. 1990, Ramachandran 1994). Ammoniakin erityksen vaikeutuessa joko ilmassa



Kuva 10. Yksinkertaistettu kuva fysiologisten stressivasteiden synnystä kun rapuja häiritään..

olon takia tai veden korkean ammoniakkipitoisuuden vuoksi sen pitoisuus ravussa voi nousta myrkylliselle tasolle (Hunter ja Uglow 1993, Ramachandran 1994, Bergmann ym. 2001). Esimerkiksi ammoniakkipitoisuus nousi 40 % ilmaan nostetuilla hummereilla 7,5 minuutissa käsittelyn jälkeen (Hunter ja Uglow 1993).

7.2 Stressin seuraukset

Ravut voivat toipua stressistä kun sen aiheuttaja poistuu. Toipumisvaiheessa rapujen hapenkulutus on koholla, koska maitohappoa hapetetaan pois elimistöstä (Paterson ja Spanoghe 1997). Tästä syystä rapuja tulee säilyttää hapeakkaassa hyvänlaatuisessa vedessä rauhallisissa olosuhteissa. Osa fysiologisista muutoksista palautuu normaalitasolle muutamassa tunnissa, mutta mitä voimakkaampi on ollut vaste, sitä pidempään kestää myös siitä palautuminen (Whiteley ja Taylor 1992, Paterson ja Spanoghe 1997). Esimerkiksi hummereiden hemolymfan ammoniakkipitoisuus palautui normaalitasolle 1–2,5 tunnissa, mutta verensokeri- ja maitohappopitoisuus sekä pH vasta 4 tunnin kuluttua (Hunter ja Uglow 1993, Bergmann ym. 2001).

Pitkään jatkunut stressi voi johtaa subletaaleihin kroonisiin biokemiallisiin muutoksiin, jotka vaikuttavat elinvoimaisuuteen (Bergmann ym. 2001). Kohonneet hemolymfan maitohappo- ja ammoniakkipitoisuudet voivat johtaa hummereilla hermostovaurioihin, jotka näkyvät pakoreaktioiden puuttumisena ja horteisuutena (Vermeer 1987).

Silloin kuin stressi jatkuu liian pitkään tai stressin aiheuttamat fysiologiset muutokset ovat olleet niin voimakkaita, etteivät rapu pysty siitä toipumaan, ne kuolevat. Pyynnin jälkeisen kuolleisuuden arvellaan johtuvan maitohapon kertymisestä elimistöön ja lisääntyneestä virtsan erityksestä (Ramachandran 1994). Kun hemolymfan hapensitomiskyky on stressin seurauksena heikentynyt, rapu kuolee hapen puutteeseen, koska verenkierto ei pysty toimittamaan kudoksille niiden tarvitsemaa happea. Kohonnut kuolleisuus voi jatkua pyynnin jälkeen useita päiviä, esimerkiksi taskuravuilla ja hummereilla sitä on todettu 14 päivää pyynnin jälkeen (Bergmann ja Moore 2001).

7.3 Rapujen käsittelykestävyyteen vaikuttavat tekijät

Rapujen sietokykyyn käsiteltäessä vaikuttavat mm. ravun kunto ja ympäristöolosuhteet. Peruseriaate on se, että jos rapu on valmiiksi stressaantunut, se kestää käsittelyä huonosti. Rapujen kuntoa heikentävät esimerkiksi sairastuminen tai altistuminen raskasmetalleille ja pestisideille (Chang 2005, Burnett ym. 2006, Guner 2007). Mikrobiologiset patogeenit ja vierasaineet, esim. kupari kertyvät kiduksiin, joiden kautta niitä poistetaan elimistöstä (Martin ym. 2000, Burnett ym. 2006, Guner 2007). Vierasaineiden kertyminen kiduksiin vaikeuttaa rapujen hengitystä, jolloin ne eivät pysty vastaamaan stressin aiheuttamaa lisääntyneeseen hapen tarpeeseen (Burnett ym. 2006). Samoin pyyntiveden alhaisen happipitoisuuden on todettu heikentävän rapujen käsittelykestävyyttä ja lisäävän kuolleisuutta (Moody 1989).

Kuoren vaihdon vaihe vaikuttaa rapujen käsittelykestävyyteen siten, että pehmyt- ja ohutkuoriset raput ovat alttiimpia vaurioille niitä käsiteltäessä ja säilytettäessä. Toiset raput aiheuttavat niille helposti vammoja ja raajojen irtoamisia säilytyksessä (Moody 1989, 2000, Rukke 2002). Yleensä kuorensa vaihtaneet ja sukukypsyvät yksilöt ovat hyväkuntoisia, koska nämä tapahtumat vaativat kudoksiin varastoitunutta energiaa.

7.4 Stressiä aiheuttavat olosuhteet

7.4.1 Tiheys, valo ja paasto

Tiheys on ravuille stressitekijä, koska luonnostaan ne ovat yksineläjiä. Aggressiivinen käyttäytyminen lisääntyy tiheyden kasvaessa, rapuja häiritäessä, rapujen kokoerojen kasvaessa sekä suojapaikkojen ja ravinnon puuttuessa (Hazlett ym. 1975, Powell ym. 1998, Dutil ym. 2000, Farrell ja Leonard 2000, Mazlum 2007). Voimakas valo aiheuttaa ravuissa levotonta liikehdintää, kun ne yrittävät hakeutua suojaan (Chapman ym. 2000). Kun rapuja säilytetään ilman ruokintaa, ne liikehtivät viikon ajan enemmän kuin ruokitut yksilöt mutta kahden viikon jälkeen jo ruokittuja vähemmän (Hazlett ym. 1975). Rapujen levoton liikkuminen lisää niiden keskinäisiä yhteenottoja, kannibalismia, raajojen menetyksiä ja muita ulkoisia vaurioita ja nostaa rapujen stressivasteita (Skurdal ym. 1988, Dutil ym. 2000, Mazlum 2007).

Suurissa tiheyksissä veden laatu heikkenee helpommin – veteen kertyy hiilidioksidia, ammoniakkia ja veden happipitoisuus laskee (Lawson ja Drapcho 1989, Ramachandran 1994). Veden laadun heikkeneminen nostaa myös rapujen fysiologisia stressivasteita (Bergmann ym. 2001). Huonot olosuhteet sumpituksen aikana voivat saada ravuissa piilevänä olleet taudit, esim. rapuruton, puhkeamaan.

7.4.2 Käsittelyajan pituus

Käsittelyajan pituudella on suuri merkitys rapujen kuolleisuuteen. Punarapujen kuolleisuus kylmävarastoinnissa kosteassa ilmassa kasvoi varastointipäivien mukaan. Toisena päivänä se oli 4% ja kuudentena päivänä vastaavasti 19% (McClain 1994, 2002). Passiivinen lajittelu veden alla ei lisännyt kuolleisuutta kylmävarastoinnin aikana, mutta lajittelu ja puhdistus läpivirtausaltaassa lisäsi kuolleisuutta. 24 tunnin puhdistuksessa keskimääräinen kuolleisuus vaihteli 6–15 % ja 48 tunnin puhdistuksessa se oli keskimäärin 18 %. Kuolleisuuteen vaikutti eniten puhdistusajan pituus, sillä toisella 24 tunnin puhdistusjaksolla kuolleisuus oli yli kaksi kertaa suurempi. Toisena puhdistuksen jälkeisenä päivänä kuolleisuus kylmäsäilytyksessä oli 14 %, mutta kuudentena päivänä jo 28 %. Suihkussa tiheys ei vaikuttanut kuolleisuuteen ja syyksi arvellaan ammoniakkin vähäisempää kertymistä veteen kuin mitä läpivirtauspuhdistuksessa (Lawson ja Drapcho 1989). Läpivirtauspuhdistusaltaassa kuolleisuutta voitiin pienentää rapujen kokoerotellulla, tiheyttä alentamalla, pinta-alaa lisäämällä ja käsittelyaikaa lyhentämällä (McClain 2002).

7.4.3 Säilytys ilmassa

Ilmassa äyriäisten kiduslamellit painuvat kasaan vaikeuttaen hengitystä (DeFur ym. 1988). Ilmassa on enemmän happea kuin vedessä, joten pienentyneelläkin kiduslamellipinta-alalla ravut saavat happea kosteina pysyvien kidusten kautta. Äyriäiset säilyvät hengissä ilmassa pitkiä aikoja, kun lämpötilaolosuhteet ja ilmankosteus ovat sopivat (Van Tamelen 2005). Ilmassa säilytettäessä kaikki ylimääräinen stressi voi kuitenkin johtaa helposti hapen vajaukseen rapujen kudoksissa (Morris ja Gallagher 1998). Ainakin hummereilla ja taskuravuilla stressivasteet olivat voimakkaammat niillä yksilöillä, joita pidettiin tunti ilmassa kuin niillä, jotka joutuivat fyysiseen rasitukseen vedessä (Bergmann ym. 2001).

Ilmasäilytyksen ympäristöolosuhteilla on myös suuri merkitys rapujen hyvinvointiin. Lämpötila, tuulen nopeus, ilman kosteus, auringon säteily ja pilvisuus vaikuttavat rapujen lämpötilaan ja kosteuden haihtumiseen rapujen pinnalta (Van Tamelen 2005). Lämpimässä auringon paisteessa, tuulella ja alhaisessa ilmankosteudessa ravut kuivuvat ja lämpenevät nopeasti. Yhden tunnin aikana ilmassa taskuravut ja hummerit menettivät 7–9 % painostaan, koska vettä haihtui niiden pinnalta ja kiduksista sekä virtsaa erittyi normaalia enemmän (Bergmann ym. 2001). Ravun lämpeneminen kiihdyttää aineenvaihduntaa ja saa aikaan fysiologisia stressivasteita (Chang 2005). Säilytys- ja käsittelyastioiden/välineiden materiaali vaikuttaa myös ravun lämpötilaan. Esimerkiksi alumiinipinta johtaa hyvin lämpöä, jolloin esim. taskurapujen todettiin jäähtyvän ilman lämpötilaa enemmän. Jalat jäähtyvät myös nopeammin kuin ruumis, mikä voi lisätä raajojen irtoamisia (Van Tamelen 2005).

8. Ravun laadun mittareita

Rapujen laatua voidaan mitata erilaisilla mittareilla (Lee ja Wickins 1992, Paterson ja Spanoghe 1997, Spinelli 2000, Jussila ja Mannonen 2006). Laatuksiteereitä ovat:

- koko
- ulkonäkö
- haju
- maku
- rakenne
- kuolleisuus pyynnin jälkeen
- reaktiivisuus

Virhe yhdessäkin näistä ominaisuuksista alentaa tuotteen laatua. Laatuksiteerit eivät välttämättä täyty edes vastapyydetyillä rapuilla. Rapu voi olla vahingoittunut tai loisittu tai sen haju ja maku ovat epämiellyttävät veden laadun takia. Pyynti- ja käsittelymenetelmät voivat häiritä rapujen fysiologista tilaa tai aiheuttaa vaurioita niin paljon, että siitä tulee vähempiarvoinen tuote.

Laatuvaatimukset syötävälle ravulle Euroopassa ovat (Leen ja Wickinsin 1992):

- kokonaisuusmitta yli 10 cm
- hyväkuntoiset, symmetriset raajat, erityisesti saksat
- puhdas, joustava kuori
- kuoren täyttävät lihakset
- keitetyn lihan yhtenäinen oranssi / punainen väri

Rapujen koko on tärkeä laatuksiteeri, varsinkin Suomessa, jossa rapujen hinnoittelu tehdään niiden kokonaispituuden mukaan. Hinta nousee kun ravun kokonaispituus kasvaa (Jussila ja Mannonen 2006).

Puuttuvat raajat ovat esteettinen häiä, mutta saksien puuttuminen vaikuttaa jo ravusta saatavan lihan määrään ja samalla sen arvoon. Pyyntin ja säilytyksen aikana irronnut saksi vähentää jokirapukoiraan painoa 12 % ja naaraan 11 % (Pursiainen ym. 1987). Irronneen saksen tilalle kasvanut uusi raaja on yleensä pienempi kuin alkuperäinen mikä alentaa ravun painoa 5–6 % (Pursiainen ym. 1987).

Likainen kuori vaikuttaa monella tavalla: Se on epämiellyttävän näköinen, siitä voi tulla maku ja hajuvirheitä ravun lihaan sitä keitetessä ja se voi heikentää ravun hygieenistä laatua (Jussila ja Mannonen 2006). Vanhakuorisen ravun kuori on luonnostaan jo likaisen värinen ja kova ja täten vähemmän houkutteleva (Tulonen ym. 1998). Sienitautien, rapuruton ja palovammataudin aiheuttamat laikut kuoressa sekä loisten esiintyminen rapujen pinnalla ja valkopyrstötaudissa pyrstön sisällä sekä Psorosperium loisen aiheuttamat reiät kuoressa ovat esteettisesti epämiellyttäviä vaikka ihmisille vaarattomia (Lee ja Wickins 1992, Tulonen ym. 1998).

Heti kuorenvaihdon jälkeen rapujen lihakset eivät välttämättä täytä koko kuorta, koska ne ovat kuorta paisuttamalla varanneet tyhjää tilaa myöhempää lihaksiston kasvua varten (Tulonen ym. 1998). Tyhjäkuorisuutta voi esiintyä savuilla myös huonon ravitsemustilanteen seurauksena (Avault ym 1975, Lowery ja Mendes 1977).

Kuolleisuutta pyynnin jälkeen käytetään maailmalla laatumittarina, esimerkiksi premiumluokan äyriäisillä se on alle 5 % (Lee ja Wickins 1992). Hummereilla käytetään laadun mittarina myös reaktiivisuutta. Heikentynyt tai puuttuva reagointi ärsykkeisiin on merkki huonosta kunnosta (Paterson ja Spanoghe 1997). Laadukas rapu on siis elävä, koska maksahaiman proteolyttiset entsyymit pilaavat nopeasti kuolleen ravun lihan. Ravun keittäminen 5-10 minuuttia tai nopea pakastaminen inaktivoi maksahaiman entsyymit. Maksahaiman proteolyttisten entsyymien aktiivisuus kokonaisina pakastetuissa ravuissa palautuu sulamisen jälkeen, joten maksahaima täytyy poistaa jatkojalostettaessa ravun lihaa elintarvikkeeksi (Huner ym. 1995).

Pyynti- tai säilytysvedessä olevat vierasaineet kertyvät ravun elimistöön sitä enemmän mitä korkeampi on pitoisuus vedessä ja mitä pidempi on altistus aika. Esimerkiksi viikon altistus kuparipitoisessa vedessä näkyi kuparipitoisuuden nousuna ravun kudoksissa. Ravun syöjän kannalta hyvä asia on kuitenkin se, että vierasaineita, kuten kuparia, kertyy kaikista vähiten syötävään pyrstölihakseen ja sitten kuoreen, kiduksiin ja eniten maksahaimaan (Guner 2007).

Hummereiden heikon fysiologisen kunnan on todettu vaikuttavan negatiivisesti niiden lihan makuun ja rakenteeseen (Boyd ja Summer 1973). Stressin aiheuttamat fysiologiset muutokset, kuten hemolymfan kohonneet ammoniakki- ja maitohappopitoisuudet tuskin vaikuttavat positiivisesti kokonaisena keitetyn ravun lihan laatuun. Rapujen säilyttäminen ilman ravintoa on todettu alentavan ainakin pyrstölihaksen hiilihydraatti- ja proteiinipitoisuutta sekä vapaiden aminohappojen määrä lihaksessa (Okama ja Abe 1998).

Osa ravun laatuun liitettävistä tekijöistä on kuluttajien mielikuvaan liittyviä. Kuluttajan valintoihin vaikuttavat tuotteen väri, puhtaus, koko, tuoreus, pakkaus ja brändi. Toiset arvostavat jokirapua täplärapua enemmän tai kotimaisia rapuja tuontirapuja enemmän tai luonnosta pyydettyjä rapuja viljeltyjä rapuja enemmän (Lee ja Wickins 1992, Savolainen ym. 2009). Viljeltyt äyriäiset ovat laadultaan yleensä yhtä hyviä tai parempia kuin luonnosta pyydettyt, koska äyriäisten käsittelyaika on viljellyssä lyhyempi kuin luonnosta pyydetessä (Lee ja Wickins 1992).

9. Rapujen kuntoon vaikuttavia toimenpidesuosituksia

Jotta tuote säilyisi hyvänä kuluttajalle asti, täytyy laadun tarkkailuun ja huolelliseen käsitteilyyn kaikissa vaiheissa pyydystämisestä säilyttämiseen, kuljetuksiin ja myymiseen kiinnittää huomiota (Lee ja Wickins 1992, Jussila ja Mannonen 2006).

9.1 Pyynti

Rapumerrat tulee kokea päivittäin ja mieluiten heti aamusta, jotta ravut eivät rasittuisi turhaan merrassa. Ravut nostellaan yksitellen keskiruumiista pidellen puhtaisiin kuljetuslaatikoihin.

Pehmyt- ja vanhakuoriset ravut lajitellaan pois, ja palautetaan takaisin vesistöön. Tyhjennyksessä rapujen mukana tulleet syötöt poistetaan kuljetusastiasta haju- ja makuvirheiden välttämiseksi (Jussila ja Mannonen 2006). Pyydystettäessä ja kuljetuksessa ravut eivät saa joutua kosketuksiin vierasaineiden kuten bensiinin tai öljyn kanssa (FAO 2003). Kuljetuksen ajaksi ravut suojataan auringon paisteelta ja valolta sekä tuulelta ja huolehditaan kosteudesta niiden kuivumisen ja lämpenemisen ehkäisemiseksi.

9.2 Säilytys

Säilytyksen tarkoituksena on pitää ravut hyvässä kunnossa tai jopa parantaa niiden laatua. Säilytyksessä rapujen tulee päästä toipumaan pyynnin ja kuljetusten aiheuttamasta stressistä. Tämä edellyttää, että säilytysolosuhteet ovat ravulle sopivat. Pynnin jälkeen rapuja säilytetään hyvälaatuisessa vedessä sumpuissa tai altaissa. Sumppuja pidetään pyyntivesistössä tai mieluiten muualla, ravuttomalla vesialueella alle 20 °C vedessä riittävän syvässä ja varjoisessa paikassa (Jussila ja Mannonen 2006). Sumppu voi olla laudoista tai metalliverkosta tehty, ja veden täytyy vaihtua riittävästi. Vanhojen sumpunteko-ohjeiden mukaan sivulaudat tulisi asettaa pystyyn, jotta ravut eivät tarpeettomasti rasittaisi itseään kiipeämällä sumpun seinämiä ylöspäin. Metalliverkoista tehdyt sumput eivät suojaa rapuja valolta, joten ne soveltuvat puu-sumppuja huonommin rapujen pitkäaikaiseen säilytykseen. Kun rapuja säilytetään altaissa, pitää huolehtia riittävästä veden vaihtuvuudesta, ilmastamisesta ja puhdistamisesta. Lisäksi ravut täytyy suojata voimakkaalta valolta (Westman 1987). Rapujen tilapäisessä säilytyksessä voidaan käyttää myös rapusuihkuja, jossa rapuja säilytetään pimeässä kosteassa ja viileässä ilmassa (Jussila ja Mannonen 2007).

Säilytysveden laadun tulee olla hyvä. Ravun viljelyveden laadulle annettuja arvoja voidaan käyttää ohjeena myös rapujen säilytyksessä. Säilytysveden hapen kyllästysaste tulisi olla 100 % ja hapen pitoisuus vedessä yli 5 mg/l. Säilytysveden pH tulee olla neutraali 6–8, alkaliniteetti yli 0,2 mmol/l, kalsiumpitoisuus yli 5 mg/l ja rautapitoisuus alle 1,5 mg/l. Veteen hapestomissa oloissa liennut rauta, esim. kaivovedessä, voi saostua hapettuessaan kidusten pinnalle ja vaikeuttaa rapujen hengitystä. Säilytysveden kiintoaine ja humuspitoisuus tulee olla mahdollisimman alhainen, etteivät kidukset tukkeennu ja rapuihin tule makuvirheitä ja ravut eivät likaannu. Vedessä ei saa olla mitään vierasaineita kuten raskasmetalleja, rikkakasvien ja tuhohyönteisten torjunta-aineita eikä pelloilta valuneita lannoitteita (Järvenpää ym. 1996).

Säilytyksen tavoitteet määrittävät säilytysajan pituuden. Suolen tyhjentämiseen riittää yleensä parin päivän säilytys ilman ruokintaa. Pyyntiveden ollessa huonolaatuista tulee rapuja säilyttää puhdistumisen ja maku- sekä hajuhaittojen ja vierasainepitoisuuksien vähentämiseksi vedessä pitempään. Esimerkiksi rapujen pyrstölihaksen kuparipitoisuus puoliintui 21 päivässä, kun niitä säilytettiin 20 °C:ssa vedessä (Guner 2007). Pitempiaikaisessa säilytyksessä rapuja voidaan ruokkia kasvisravinnolla, mutta ennen kuljetusta tai keittämistä niitä on taas hyvä paastottaa pari päivää (Jussila ja Mannonen 2006). Rapuja ei tule säilyttää tarpeettoman pitkään, joten eri pyyntierät on hyvä pitää erillään (Jussila ja Mannonen 2006).

Säilytyksen aikaisia vaurioita ja stressiä voidaan pienentää:

- alentamalla tiheyttä
- laittamalla samaan sumppuun tasakokoisia rapuja

- säilyttämällä pehmeäkuoriset ravut erillään
- minimoimalla häiriötekijät, jotka aiheuttavat ravuissa levotonta liikehdintää
- suojaamalla ne voimakkaalta valolta
- laittamalla niille suojapaikkoja
- ruokkimalla rapuja
- huolehtimalla säilytysveden laadusta

Veden lämpötilan tulee olla alle 20 °C, mutta lämpötilaa alentamalla voidaan rapujen aktiivisuutta ja stressaantumista vähentää (Jussila ja Mannonen 2006). Rapuja ei voida kuitenkaan pitää vaihtelevasti välillä viileässä ja välillä lämpimässä. Äkilliset lämpötilan vaihtelut voivat johtaa lämpöshokkiin ja rapujen kuolemaan, joten varsinkin rapujen nopeaa lämpenemistä on syytä välttää. Rapuja istutettaessa suositellaan lämpötilan tasausta, jos lämpötilaero on yli 2 °C (Tulonen ym. 1998). Käytännössä tämä tapahtuu pirskottelemalla istutuspaikan vettä kuljetusastiassa olevien rapujen päälle, kunnes lämpötilat ovat samat.

9.3 Kuljetus

Eläviä rapuja voidaan kuljettaa ilman vettä esimerkiksi muovisissa muuttolaatikoissa tai tukevissa pahvilaatikoissa, joissa rapuja voi olla lämpötilasta ja kuljetuksen kestosta riippuen 2–3 kerrosta laatikon pohjalla. Mitä korkeampi on lämpötila ja mitä pitempi kuljetusaika, sitä vähemmän laatikkoon laitetaan rapuja. Kuljetusastian tulisi olla kannellinen tai korkealaitainen (> 25 cm), sillä ravut muodostavat helposti kekoja astioiden nurkkiin ja pääsevät karkuun. Avonaiset astiat on kuitenkin syytä peittää rapujen suojelemiseksi valolta. Kannellisissa astioissa on oltava hengitysreiät. Kesähelteellä ravut on parasta kuljettaa kannellisissa styroxlaatikoissa tai muussa sellaisessa tilassa, jossa ne eivät joudu epäedulliseen lämpötilaan. Suositeltava rapujen kuljetuslämpötila on +10 °C:ta. Kuljetuslaatikon pohjalla ei saa olla vettä muutamaa millimetriä enempää. Alimmaistenkin rapujen on pystyttävä hengittämään kiduksillaan ilmasta happea, sillä kuljetusastian pohjalla olevasta vedestä happi loppuu nopeasti ja ravut tukehtuvat, jos kidukset ovat kokonaan veden peitossa. Kuljetusastiassa tulee kuitenkin olla riittävä ilmankosteus, etteivät rapujen kidukset pääse kuivumaan. Ilmankosteus pysyy riittävänä, jos astian pohjalle laitetaan märkää sammalta, paperia, kangasta, vesikasveja tai muuta vettä sitovaa ja kosteutta ylläpitävää materiaalia. Materiaalista ei saa irrota tai liueta mitään vierasaineita eikä rapuihin tarttuvaa likaa, roskia tms. (Tulonen ym. 1998, Jussila ja Mannonen 2006).

Rapuja ei saa pudotella tai heitellä astioihin. Voimakkaista tärahdyksistä aiheutuneet sisäiset vammat voivat näkyä vasta myöhemmin. Rapuja ei kannata nostaa saksista tai jaloista, sillä ne vioittuvat ja saksat irtoavat helposti. Työskentelytilojen täytyy olla niin järjestetyt, että ravut eivät vahingoitu ja tilat on helppo puhdistaa ja työskentely on mahdollisimman nopeaa käsittelystressin pienentämiseksi. Pehmeäkuorisien rapujen kuljettamista ja käsittelyä kannattaa välttää tai ainakin ne pitää kuljettaa erillään kovakuorisista yksilöistä (Tulonen ym. 1998, FAO 2003).

Rapujen pinnalla on bakteereja ja muita mikrobeja, joiden määrä voi nousta käsittelyn seurauksena (Saraswathy ym. 2006). FAO:n ja elintarvikkeiden hygieniasetuksen mukaan pyynnissä käytettävien veneiden, pyydysten sekä säilytys- ja kuljetusastioiden tulisi olla rakenteeltaan ja materiaailtaan helppoja pestä ja desinfioida kontaminaatioiden minimoimiseksi (FAO 2003, Elintarviketurvallisuusvirasto 2006).

10. Johtopäätökset

Ravun kulutuksen ja rapusaaliin kasvaessa kotimaisen ravun menekkiä voitaisiin lisätä ja korvata sillä tuontia. Suomessa raputalous perustuu pääosin pyyntikautena luonnosta pyydettyihin joki- ja täplärapuihin. Rapu on sesonkituote ja suurin osa rapuista syödään kokonaisina keitettyinä. Viljelyllä rapuja voidaan tuottaa syötäväksi ympäri vuoden, mutta viljely on Suomessa vähäistä. Jatkojalostamalla rapuja elintarvikkeiksi rapujen käyttöaika ja menekkiä voitaisiin lisätä. Tämä vaatii tuotekehitystä ja kannattavuuden arviointia.

Luonnosta pyydettyjen rapujen raaka-ainelaatua elintarvikkeena ei ole varsinaisesti tutkittu, mutta kokemuksen mukaan laatu vaihtelee. Ravun lihaksen ravintoainepitoisuuteen vaikuttavat mm. kuorenvaihto, lisääntymisvaihe, vuodenaika, elinkierron vaihe, ravitsemustila ja sukupuoli. Mitä vähemmän lihaksessa on ravintoaineita kuten rasvaa, proteiineja ja hiilihydraatteja sitä vetisempää on liha. Ei tiedetä ovatko erot lihaksen ravintoainepitoisuuksissa eri elinkierron vaiheessa, eri vuodenaikaan, sukupuolten välillä tai paastotuksen vaikutuksesta niin suuria, että sillä olisi merkitystä rapujen elintarvikelaatuun. Myöskään ruokinnan vaikutusta luonnosta pyydettyjen rapujen lihasten ravintoainepitoisuuksiin tai ravintoainepitoisuuksien vaikutuksia ravun lihan makuun ja rakenteeseen ei tunneta. Rapuvoin määrää ja koostumusta ei ole myöskään tutkittu tai sen merkitystä ravulle itselleen ja rapujen syöjille.

Rapujen hyvä käsittely ja säilytysolosuhteet vaikuttavat laatuun ja voivat jopa parantaa sitä. Käsittelyt ja epäedulliset olosuhteet aiheuttavat rapuissa aina stressivasteen. Tiedetään, että liiallinen stressi johtaa rapujen kohonneeseen kuolleisuuteen. Kovakourainen käsittely sekä huonot säilytys- ja kuljetusolosuhteet lisäävät kuorivaurioita ja saksien sekä raajojen mentyksiä. Kosteassa ilmassa säilyttämisen vaikutuksia rapujen kuntoon, stressiin ja ravintoainepitoisuuksiin ei tiedetä tarpeeksi. Ei ole myöskään tutkittu kuinka paljon fysiologisilla muutoksilla, kuten kohonneella maitohappo- ja ammoniakkipitoisuudella on vaikutusta rapujen elintarvikelaatuun tai makuun.

Ensi vaiheessa tarvitaan tietoa siitä, kuinka suuret ovat rapujen kuolemista ja laadun heikkenemisestä johtuvat taloudelliset tappiot tuotantoketjun eri vaiheissa. Rapujen kuljettamisen ja säilyttämisen ohjeistaminen niin, että se täyttäisi mahdollisimman hyvin eläinten hyvinvointia koskevat kansainväliset ja kansalliset suositukset ja lainsäädännön myös hygienian osalta vaatii lisätutkimuksia. Joki- ja täpläravulla sopiva säilytystiheys, ruokinta ja muu hoito säilytyksessä, säilytystilojen ja kuljetusastioiden rakenne ja materiaalit, vesitys- ja muu tekniikka, käsittelyajat ja lämpötilaolot lienevät tekijöitä, joiden tutkimus- ja kehitystyöstä olisi merkittävää hyötyä rapujen laadun varmistamisessa.

Ravun elintarviketuotantoketjun ohjeistuksen tekeminen pyydyksestä prosessointiin ja tuotteistukseen sekä edelleen kuluttajan lautaselle on tulevaisuuden haaste. Nyt raputaloutemme kehittyessä suotuisasti olisi hyödyllistä käynnistää toimivan ja kaikille arvoketjun toimijoille sovellettavan laatujärjestelmän valmistelu.

Viitteet

- Ackefors, H. 1998. The culture and capture crayfish fisheries in Europe. *World Aquaculture* 29: 18–24, 64–67.
- Ackefors, H. 1999. The positive effects of established crayfish introductions. Teoksessa: Gherardi, F. & Holdich, D. M. (toim). *Crayfish in Europe as alien species. How to make the best of a bad situation?*. A.A. Balkema, Rotterdam. ss. 49–61.
- Ackefors, H, Castell, J, Örde-Östrom, I.-L. 1997. Preliminary results on the fatty acid composition of freshwater crayfish, *Astacus astacus* and *Pacifastacus leniusculus* held in captivity. *Journal of the World Aquaculture Society* 28: 97–105.
- Armitage, K. B., Buikema, A. L. Jr. & Willems, N. J. 1972. Organic constituents in the annual cycle of the crayfish *Orconectes nais* (Faxon). *Comparative Biochemistry and Physiology A* 41: 825–842.
- Avault, J. W, de la Bretonne, L. W. & Huner, J. V. 1975. Two major problems in culturing crayfish in ponds: oxygen depletion and overcrowding. *Freshwater Crayfish* 2: 139–144.
- Bergmann, M. & Moore, P. G. 2001. Survival of decapod crustaceans discarded in the Nephrops fishery of the Clyde Sea area, Scotland. *ICES Journal of Marine Science* 58: 163–171
- Bergmann, M., Taylor, A. C. & Moore, P. G. 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.
- Boyd, N. S. & Sumner J. L. 1973. Effect of rock lobsters' biological condition when tailed on the organoleptic quality of frozen tails. *Commercial Fishing* July 1973: 18–19.
- Burnett, L. E., Holman, J. D., Jorgensen, D. D., Ikerd, J. L & Burnett, K. G. 2006. Immune defence reduces respiratory fitness in *Callinectes sapidus*, the Atlantic blue crab. *Biological Bulletin* 211: 50–57.
- Chang, E. S. 2005. Stressed-out lobsters: Crustacean hyperglycemic hormone and stress proteins. *Integrative and Comparative Biology* 45: 43–50.
- Chapman, C. J., Shelton, P. M. J., Shanks, A. M. & Gaten, E. 2000. Survival and growth of the Norway lobster *Nephrops norvegicus* in relation to light-induced eye damage. *Marine Biology* 136: 233–241.
- Cumberlidge, N. & Uglow, R. F. 1977. Size, temperature and scaphognathite frequency-dependent variations of ventilation volumes in *Carcinus maenas* (L.). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 30: 85–93.
- Daniels, W. H., D'Abramo, L. R. & Graves, K. F. 1994. Ovarian development of female red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) as influenced by temperature and photoperiod. *Journal of Crustacean Biology* 14: 530–537.
- Dabrowski, T., Kolakowski, E. & Sokolowski, E. 1966. Zusammensetzung und Nährwert des Kresfleisches von *Astacus leptodactylus* Z. *Lebensm. Unters. Forsch.* 129: 337–344.
- Dabrowski, T., Kolakowski, E. & Burzynski, J. 1968. Studies on the nitrogen components composition of crayfish (*Astacus astacus* L.) meat as related to its nutritive value. *Polskie Archiwum Hydrobiologii* 15: 145–152.
- DeFur, P. L., Pease, A. S., Siebelink, A. & Elfers, S. 1988. Respiratory responses of blue crabs, *Callinectes sapidus*, to emersion. *Comparative Biochemistry and Physiology A* 89: 97–101.
- Dutil, J.-D., Rollet, C., Bouchard, R. & Claxton, W. T. 2000. Shell strength and carapace size in non-adult and adult male snow crab (*Chionoecetes opilio*). *Journal of Crustacean Biology* 20: 399–406.
- Elintarviketurvallisuusvirasto. 2006. <http://www.evira.fi> [luettu 1.3.2009]
- Farrell, P. & Leonard, B. 2000. Frequent handling adversely affects the growth of the Australian freshwater crayfish, *Cherax destructor*. *Journal of Applied Aquaculture* 10: 29–36.
- FAO 2003. Code of practice for fish and fishery products. *CAC/RCP 52-2003*. 134 s.
- FAO 2008. FAO Yearbook 2006 of Fishery and Aquaculture Statistics. CD-ROM. Food and Agriculture Organisation of the United Nations. Rome 2008.
- Gonzalez-Baro, M. D. R. & Pollero, R. J. 1988. Lipid characterization and distribution among tissues of the freshwater crustacean *Macrobrachium borellii* during an annual cycle. *Comparative Biochemistry and Physiology B* 91: 711–716.

- Guner, U. 2007. Freshwater crayfish *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) accumulates and depurates copper. *Environmental Monitoring and Assessment* 133: 365–369.
- Hagerman, L., Søndergaard, T., Weile, K., Hosie, D. & Uglow, R. F. 1990. Aspects of blood physiology and ammonia excretion in *Nephrops norvegicus* under hypoxia. *Comparative Biochemistry and Physiology* A 97: 51–55.
- Harlioğlu, M. M. & Holdich, D. M. 2001. Meat yields in the introduced freshwater crayfish, *Pasifastacus leniusculus* (Dana) and *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, from British waters. *Aquaculture Research* 32: 411–417.
- Hazlett, B., Rubenstein, D. & Rittschof, D. 1975. Starvation, energy reserves, and aggression in the crayfish *Orconectes virilis* (Hagen, 1870) (Decapoda, Cambaridae). *Crustaceana* 28: 11–16.
- Heinimaa, S. & Pursiainen, M. 2009. Signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* at northerly latitudes, a search for distribution limits. *Freshwater Crayfish* 16, painossa.
- Helle, L. 1904. Vähän jokiäyriäisen (*Astacus fluviatilis*) esiintymisestä Suomessa. *Luonnon ystävä* 8: 168–170.
- Huner, J. V. 1993. Recovery of edible products from some common North American orconectid and procambarid crayfish (Cambaridae) with emphasis on *Procambarus clarkii* (Girard) and *Procambarus zongulus* Hobbs & Hobbs. *Freshwater Crayfish* 9: 28–37.
- Huner, J. V. 2002. Procambarus. Teoksessa: Holdich, D. M (toim.) *Biology of Freshwater Crayfish*. Blackwell Science, Oxford. ss. 541-574.
- Huner, J. V. & Lindqvist, O. V. 1984. Effects of temperature and diet on reproductively active male noble crayfish (*Astacus astacus*) subjected to bilateral eyestalk ablation. *Journal of the World Mariculture Society* 15: 138–141.
- Huner, J. V. & Lindqvist, O. V. 1985. Exoskeleton mineralization in astacid and cambarid crayfishes (Decapoda, Crustacea). *Comparative Biochemistry and Physiology A* 80: 515–521.
- Huner, J. V., Lindqvist, O. V. & Könönen, H. 1985. Responses of intermolt noble crayfish, *Astacus astacus* (Decapoda, Astacidae), to short-term and long-term holding conditions at low temperature. *Aquaculture* 47: 213–221.
- Huner, J. V., Lindqvist, O. V. & Könönen H. 1988. Comparison of morphology and edible tissues of two important commercial crayfish, the noble crayfishes, *Astacus astacus* Linné, and the red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard) (Decapoda, Astacidae and Cambaridae). *Aquaculture* 68: 45–57.
- Huner, J. V., Könönen, H. & Lindqvist, O. V. 1990. Variation in body composition and exoskeleton mineralization as functions of the molt and reproductive cycles of the noble crayfish, *Astacus astacus* L. (Decapoda, Astacidae), from a pond in central Finland. *Comparative Biochemistry and Physiology, A*. 96: 235–240.
- Huner, J. V., Lindqvist, O. V. & Könönen H. 1995. Sexual dimorphism and yield of edible products from a stunted, by commercial standards, population of noble crayfish, (*Astacus astacus* Linné) in central Finland. *Freshwater Crayfish* 8: 668–679.
- Hunter, D. A. & Uglow, R. F. 1993. Handling-induced changes in haemolymph ammonia concentration and ammonia excretion rate of *Crangon crangon* (L.). *Ophelia*. 38: 137–147.
- Jones, P. L. & Obst, J. H. 2000. Effects of starvation and subsequent refeeding on the size and nutrient content of the hepatopancreas of *Cherax destructor* (Decapoda: Parastacidae). *Journal of Crustacean Biology* 20: 431–441.
- Jussila, J. & Mannonen, A. 2006. Rapukaupan koko- ja laatustandardi. Loppuraportti 2006. http://www.mmm.fi/attachments/elinkeinokalatalousloppuraportit/5AJb0UcGi/Rapukaupan_koko-ja_laatustandardi.pdf
- Jussila, J. & Mannonen, A. 2007. Lisää hanaa - rapusuihkuhanke. Loppuraportti 2007. http://www.mmm.fi/attachments/elinkeinokalatalousloppuraportit/5AKpdxJbB/rapusuihku_kor_loppuraportti_110107.pdf
- Järvenpää, T., Tulonen, J., Erkamo, E., Savolainen, R. & Setälä, J. 1996. *Ravunviljely. Menetelmät ja kannattavuus*. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 111 s.
- Järvi, T. H. 1910. Ravusta ja rapukultuureista Suomessa. *Luonnon ystävä* 14: 41–53.
- Kansaneläkelaitos, Rastas, M., Seppänen, R., Knuts, L.-R., Karvetti, R.-L., Varo, P. 1989. *Ruoka-aineiden ravintosisältö*. Kansaneläkelaitos. Karisto Oy. Hämeenlinna. 452 s.

- Kansanterveyslaitos 2008. Elintavat. Fineli- elintarvikkeiden koostumustietopankki. www.ktl.fi. [luettu 1.3.2009]
- Kovačević, T. B., Borković, S. S., Paviović, S. Z., Radojičić, R. M. & Saičić, Z. S. 2006. The concentrations of antioxidant compounds in the hepatopancreas, the gills and muscle of some freshwater crayfish species. *Acta Biologica Hungarica* 57: 449–458.
- Köksal, G. 1988. *Astacus leptodactylus* in Europe. Teoksessa: Holdich, D. M & Lowery, R. S. (toim.) *Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation*. Chapman & Hall, London. ss. 365–400.
- Lahti, E. 1986. Rapu. Teoksessa: Huhta, V. (toim.). *Suomen eläimet* 5. 4. painos. Weilin+Göös Espoo. ss. 62–80.
- Lahti, E. 1987. On the muscle and hepatopancreas weight in crayfish (*Astacus astacus* L.) in Finland. *Freshwater Crayfish* 7: 319–325.
- Lawson, T. B. & Drapcho, C. M. 1989. A comparison of three crawfish purging treatments. *Aquaculture Engineering* 8: 339–347.
- Lee, D. C. O. & Wickins J. F. 1992. *Crustacean Farming*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 392 s.
- Lindqvist, O. V. & Louekari, K. 1975. Muscle and hepatopancreas weight in *Astacus astacus* L (Crustacea, Astacidae) in the trapping season in Finland. *Annals Zoology Fennici* 12: 237–243.
- Lowery, R. S. & Mendes, A. J. 1977. The biology of *Procambarus clarkii* in Lake Naivasha, Kenya; with a note on its distribution. *Freshwater Crayfish* 3: 203–210.
- Mackevičienė, G. 1999. A comparative study of physiological and biochemical indices of native European and alien species of crayfish in Lithuania. *Freshwater Crayfish* 12: 205–220.
- Martin, G. G., Quintero, M., Quigley, M. & Khosrovian, H. 2000. Elimination of sequestered material from the gills of decapods crustaceans. *Journal of Crustacean Biology* 20: 209–217.
- Mazlum, Y. 2007. Stocking density affects the growth, survival, and cheliped injuries of third instars of narrow-clawed crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 juveniles. *Crustaceana* 80: 803–815.
- McClain, W. R. 1994. Evaluation of grading, depuration, and storage time on crawfish mortality during cold storage. *Journal of Shellfish Research* 13: 217–220.
- McClain, W. R. 2002. Some factors that influence crayfish mortality during purging and potential management strategies to mitigate death loss. *Freshwater Crayfish* 13: 146–154.
- Moody, M. W. 1989. Processing of freshwater crawfish: A review. *Journal of Shellfish Research* 8: 293–301.
- Moody, M. W. 2000. Handling and processing crawfish. Teoksessa: Martin, R. E., Carter, E. P., Flick, G., J. Jr. & Davis, L. M. (toim.) *Marine & freshwater products handbooks*. Technomic publishing Co., Inc Lancaster, Basel. ss. 309–322.
- Morris, S. & Callaghan, J. 1998. The emersion response of the Australian yabby *Cherax destructor* to environmental hypoxia and the respiratory and metabolic responses to consequent air-breathing. *Journal of Comparative Physiology, B* 168: 389–398.
- Muriana, F. J. G., Ruizgutierrez, V. & Bolufer, J. 1993. Phospholipid fatty acid composition of hepatopancreas and muscle from the prawn, *Panaeus japonicus*. *Journal of Biochemistry* 114: 404–407.
- Okama, E. & Abe, H. 1998. Effects of starvation and D- or L-alanine administration on the free D- and L-alanine levels in the muscle and hepatopancreas of the crayfish, *Procambarus clarkii*. *Comparative Biochemistry and Physiology, A* 120: 681–686.
- Paterson, B. D. & Spanoghe, P. T. 1997. Stress indicators in marine decapod crustaceans, with particular reference to the grading of western rock lobsters (*Panulirus cygnus*) during commercial handling. *Marine and Freshwater Research*. 48: 829–834.
- Powell, M. L., Hammer, H. S. & Watts, S. A. 1998. Observations on the frequency of claw loss in the crayfish *Procambarus clarkii*. *Journal of the World Aquaculture Society* 29: 485–490.
- Pursiainen, M. Saarela, M. & Westman, K. 1987. Moulting and growth of the noble crayfish *Astacus astacus* in a northern oligotrophic lake. *Freshwater Crayfish* 7: 155–164.
- Pursiainen, M., Louhimo, J. & Ruokonen, T. 2006. Joki- ja täpläräpuistutukset 1989–2004. Niteessä: Pursiainen, M. & Ruokonen, T. (toim.). Raputalouskatsaus 2006. *Kala- ja riistaraportteja* 395: 3–28.

- Pursiainen, M., Ruokonen, T. & Louhimo, J. 2008. Ravustuksen kuva – ammattimainen ravustus tänään. Niteessä: Pursiainen, M. & Ruokonen, T. (toim.) Raputaloustarkastus 2007. *Riista- ja kalatalous – Selvityksiä 3/2008*: 8–15.
- Pursiainen, M., Tulonen, J. & Rajala, J. 2009. Täplärapuistutukset ja muut täplärapuvedet. Niteessä: Pursiainen, M. & Rajala J. (toim.) Raputaloustarkastus 2008. *Riista- ja kalatalous – Selvityksiä 5/2009*: 35–40.
- Ramachandran, A. 1994. Hygienic handling and processing of lobsters. *Seafood Export Journal*. 25: 5–16.
- Rhodes, C. P. & Holdich, D. M. 1984. Length-weight relationship, muscle production and proximate composition of the freshwater crayfish *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet.) *Aquaculture* 37: 107–123.
- Rukke, N. A. 2002. Effects of low calcium concentrations on two common freshwater crustaceans, *Gammarus lacustris* and *Astacus astacus*. *Functional Ecology* 16: 357–366.
- Ruokonen, T., Pursiainen, M. & Louhimo, J. 2008. Rapuistutukset 2005–2006. Niteessä: Pursiainen, M. & Ruokonen, T. (toim.) Raputaloustarkastus 2007. *Riista- ja kalatalous – Selvityksiä 3/2008*: 16–22.
- Saraswathy, N. B., Sugumar, G., Selvan, A., Ramesh, U. & Neethiselvan, N. 2006. Comparison of meat quality of *Portunus pelagicus* and *Portunus sanguinolentus*. *Fishery Technology* 43: 168–175.
- Savolainen, R., Moilanen, P. & Erkamo, E. 2008. Rapujen tuotanto Suomessa vuonna 2006. Niteessä: Pursiainen, M. & Ruokonen, T. (toim.) Raputaloustarkastus 2007. *Riista- ja kalatalous – Selvityksiä 3/2008*: 44–49.
- Savolainen, R., Särkinen, M., Järvenpää, T. & Railo, E. 2009. Rapu - loppukesän perinteinen herkku. Niteessä: Pursiainen, M. & Rajala, J. (toim.) Raputaloustarkastus 2008. *Riista- ja kalatalous – Selvityksiä 5/2009*: 47–52.
- Schirf, V. R., Tuner, P., Selby, L., Hannapel, C., De La Cruz, P. & Dehn, P. F. 1987. Nutritional status and energy metabolism of crayfish (*Procambarus clarkii*, Girard) muscle and hepatopancreas. *Comparative Biochemistry and Physiology* 88: 383–386.
- Silva, J. L. & Chamul, R. S. 2000. Composition of marine and freshwater finfish and shellfish species and their products. Teoksessa: Martin, R. E., Carter, E. P., Flick, G. J. Jr. & Davis, L. M. (toim.) *Marine & freshwater products handbook*. Technomic publishing co. Inc. Lancaster, Basel, ss. 31–45.
- Skurdal, J., Taugbøl, T., Fjeld, E. & Qvenild, T. 1988. Cheliped loss in *Astacus astacus*. *Freshwater Crayfish* 7: 165–170.
- Spinelli, J. 2000. Factors relating to finfish flavor, odor, and quality changes. Teoksessa: Martin, R. E., Carter, E. P., Flick, G. J. Jr. & Davis, L. M. (toim.) *Marine & freshwater products handbook*. Technomic publishing co. Inc. Lancaster, Basel, ss. 819–835.
- Storer, T.I., Usinger, R. L., Stebbins, R. C. & Nybakken, J. W. 1972. *General Zoology*. 5. painos. New York. 899 s.
- Särkinen, M. 2008: Vähittäiskaupan makeavesirapuvalikoimat ja rapua jalostavien yritysten toiminta ravun laadun kannalta. *Opinnäytetyö. Turun ammattikorkeakoulu*. 36 s.
- TE- keskusten työryhmä 2000. Kalataloushallinnon rapustrategia. *Kala- ja riistahallinnon julkaisuja 47/2000*. 44 s.
- Thompson, K. R., Muzinic, L. A., Yancey, D. H., Webster, C. D., Rouse, D. B. & Xiong, Y. 2004. Growth, processing measurements, tail meat yield, and tail meat proximate composition of male and female Australian red claw crayfish, *Cherax quadricarinatus*, stocked into earthen ponds. *Journal of Applied Aquaculture* 16: 117–129.
- Tulonen, J., Erkamo, E., Järvenpää, T., Westman, K., Savolainen, R & Mannonen, A. 1998. *Rapuvedet tuotaviksi*. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Painorauma, Rauma. 152 s.
- Van Tamelen, P. G. 2005. Estimating handling mortality due to air exposure: development and application of thermal models for the Bering Sea snow crab fishery. *Transactions of the American Fisheries Society* 134: 411–429.
- Vermeer, G. K. 1987. Effects of air exposure on desiccation rate, haemolymph chemistry, and escape behavior of the spiny lobster, *Panulirus argus*. *Fisheries Bulletin* 85: 45–52.
- Vihervuori, A. & Pursiainen, M. 2008. Rapujen tuonti ja kulutus. Teoksessa: Pursiainen, M. & Ruokonen, T. (toim.) Raputaloustarkastus 2007. *Riista- ja kalatalous – Selvityksiä 3/2008*: 50–55.

- Voght, G. 2002. Functional anatomy. Teoksessa: Hodich, D. M. (toim.) *Biology of freshwater crayfish*. Blackwell Science Ltd ss. 53–151.
- Vonk, H. J. 1960. Digestion and metabolism. Teoksessa: Waterman, T. H. (toim.) *The physiology of crustacean*. Academic Press, New York. ss. 291–316.
- Weins, A. W. & Armitage, K. B. 1961. The oxygen consumption of the crayfish *Orconectes immunitus* and *Orconectes nais* in response to temperature and to oxygen saturation. *Physiological Zoology* 34: 39–54.
- Westman, K. 1972. The population of crayfish, *Astacus astacus* L. in Finland and the introduction of the American crayfish *Pasifastacus leniusculus* Dana. *Freshwater Crayfish* 1: 41–55.
- Westman, K. 1987. Rapu ja ravustus. Teoksessa: Tapiola. *Suuri kalastustieto*. Weilin + Göös. Espoo, ss. 216–239.
- Westman, K. & Järvenpää, T. 1991. Äyriäisten vienti ja tuonti kautta aikojen. *Kalatutkimuksia* 40: 35–44.
- Westman, K. & Nylund, V. 1984. *Rapu ja ravustus*. Weilin + Göös, Espoo. 173 s.
- Westman, K. & Savolainen, R. 2002. Growth of the signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus*, in a small forest lake in Finland. *Boreal Environment Research* 7: 53–61.
- Westman, K., Savolainen, R. & Pursiainen, M. 2007. Miksi täplärapu kasvaa jokirapua nopeammin? *Suomen Kalastuslehti* 5: 20–23.
- Whiteley, N. M. & Taylor, E. W. 1992. Oxygen and acid-base disturbances in the hemolymph of the lobsters *Homarus gammarus* during commercial transport and storage. *Journal of Crustacean Biology* 12: 19–30.
- Wiikinkoski, T., Henttonen, P., Könönen, H. 1997. The physiological condition of crayfish, *Astacus astacus* in warm wastewaters of a steel works in northwest Finland. *Freshwater Crayfish* 11: 266–273.
- Woll, A. K. & Berge, G. M. 2007. Feeding and management practices affect quality improvement in wild-caught edible crab (*Cancer pagurus*). *Aquaculture* 269: 328–338.



JULKAISIJA

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Viikinkaari 4

PL 2

00791 Helsinki

Puh. 0205 7511, faksi 0205 751 201

www.rktl.fi