

HV 2017-026
ISSN 2298-9137



HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Frjósemi rækju á grunnslóð

Ingibjörg G. Jónsdóttir og Anika K. Guðlaugsdóttir

REYKJAVÍK JÚNÍ 2017

Frjósemi rækju á grunnslóð

Ingibjörg G. Jónsdóttir og Anika K. Guðlaugsdóttir



Upplýsingablað

Titill: Frjósemi rækju á grunnslóð		
Höfundur: Ingibjörg G. Jónsdóttir og Anika K. Guðlaugsdóttir		
Skýrsla nr: HV 2017-026	Verkefnisstjóri: Ingibjörg G. Jónsdóttir	Verknúmer: 9116
ISSN nr. 2298-9137	Fjöldi síðna: 12	Útgáfudagur: 30. júní 2017
Unnið fyrir: Hafrannsóknastofnun	Dreifing: Ópið	Yfirfarið af: Sólveig R. Ólafsdóttir
Ágrip: <i>Ingibjörg G. Jónsdóttir og Anika K. Guðlaugsdóttir. Frjósemi rækju á grunnslóð. HV 2017-026. Frjósemi rækju við Ísland var fyrst skoðuð í mars 1978 og næstu sýnum var safnað veturinn 2015/2016. Veturinn 2015/2016 var frjósemi rækju skoðuð á fimm svæðum við Ísland; Arnarfirði, Ísafjarðardjúpi, Húnaflóa, Skjálfanda og við Snæfellsnes. Frjósemi er metin með því að telja fjölda eggja. Frjósemin var mismunandi milli svæða og var hún marktækt lægst í Arnarfirði en hæst í Ísafjarðardjúpi og Skjálfanda. Eggjunum fækkar eftir því sem líður á veturinn. Sambandið milli skjaldarlengdar og frjósemi haustið 2015 var notað til að bakreikna heildareggjaframleiðslu á þessum svæðum aftur til þess árs sem fyrst var farið í stofnmælingu rækju á svæðið (1988 eða 1990). Heildareggjaframleiðslan hefur minnkað á öllum svæðum samfara lækkanði stofnvísitölu og smærri kvendýrum.</i> Abstract: <i>Ingibjörg G. Jónsdóttir and Anika K. Guðlaugsdóttir. Fecundity of shrimp in inshore areas. HV 2017-026. Shrimp fecundity was estimated in March 1978 and the next samples were collected during the winter 2015/2016. In 2015/2016 fecundity was estimated in five inshore areas off Iceland; Arnarfjörður, Ísafjarðardjúp, Húnaflói, Skjálfandi and in the Snæfellsnes area. Fecundity is estimated by counting the number of eggs. Fecundity varied significantly among areas and was lowest in Arnarfjörður and highest in Ísafjarðardjúp and Skjálfandi. The number of eggs decreased over the winter. The relationship between carapace length and fecundity in autumn 2015 was used to estimate the total egg production in these areas from the year of the first annual shrimp survey (1988 or 1990) until 2016. The total egg production decreased in all areas following lower stock biomass index and smaller females.</i>		
Lykilorð: Frjósemi, grunnslóð, rækja, <i>Pandalus borealis</i> ,		
Undirskrift verkefnisstjóra:	Undirskrift forstöðumanns sviðs:	

Efnisyfirlit

Bls.

Töfluskra	ii
Myndaskra	ii
Inngangur	1
Aðferðir	1
Niðurstöður	4
Frjósemi	4
Eggjatap	5
GSI	6
Lengdar-þyngdarsamband	6
Heildareggjaframleiðsla á tímabilinu 1988-2016	7
Umræður	8
Þakkarorð	9
Heimildir	10

Töfluskrá

Tafla 1. Yfirlit yfir sýnatöku, fjölda safnaðra kvendýra (N), lengdar- og þyngdarbil, frjósemi og meðal botnhitastig sjávar.2

Tafla 2. Sambandið milli skjaldarlengdar og frjósemi rækju við Ísland þar sem α er skurðpunktur og β er hallatala sambandsins. 5

Myndaskrá

1. mynd. Svæði þar sem rækjum með egg hefur verið safnað. Punktarnir sýna staðsetningu rækjusýna sem tekin voru veturinn 2015/2016. Línurnar sýna 100 og 200 metra dýptarlínur.....2

2. mynd. Frjósemi (heildarfjöldi eggja) rækju miðað við skjaldarlengd (mm) á fimm svæðum veturinn 2015/2016 (blátt) og á fjórum svæðum í mars 1978 (rautt).4

3. mynd. Samband skjaldarlengdar (mm) og frjósemi (heildarfjölda eggja) rækju í Arnarfirði og Skjálfanda að hausti 2015 (rauðir punktar) og síðar þann sama vetur (bláir punktar).....5

4. mynd. Samband skjaldarlengdar (mm) og GSI í Arnarfirði (rautt), Húnaflóa (grænt), Ísafjarðardjúpi (blátt) og Skjálfanda (fjólublátt) haustið 2015.....6

5. mynd. Sambandið milli skjaldarlengdar (mm) og þyngdar (grömm) rækju í Arnarfirði 2002 og 2015 og í Ísafjarðardjúpi 1995 og 2015. Bláir punktar sýna gögn úr Ísafjarðardjúpi og rauðir úr Arnarfirði, ljósir punktar eru frá fyrri árunum.....7

6. mynd. Heildareggjaframleiðsla sem frávik frá langtímameðaltali (1988-2016), reiknuð út frá lengdardreifingu og stofnvísitölu á hverju ári og svæði.7

Inngangur

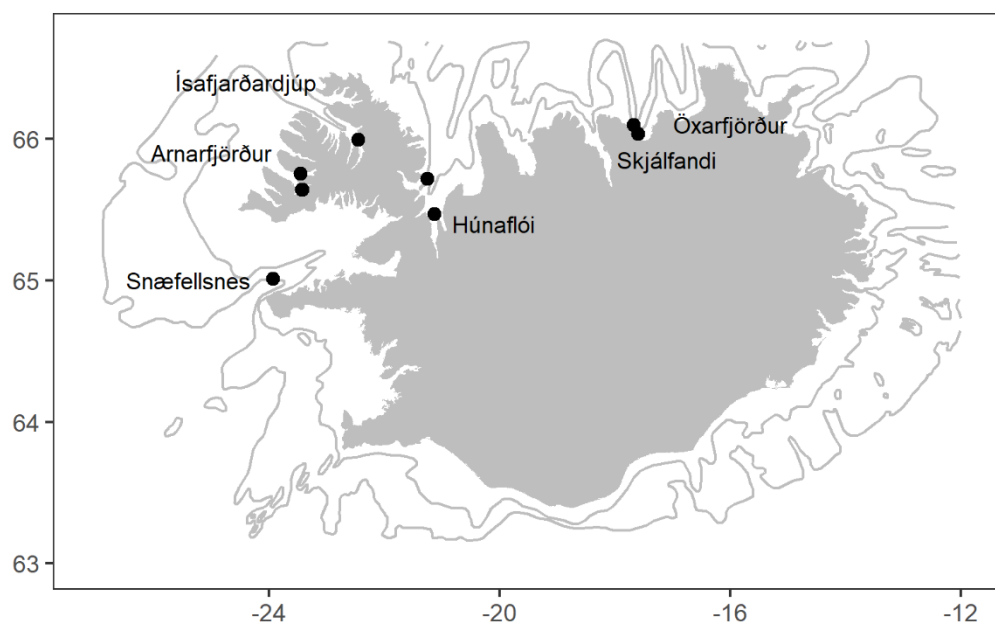
Frjósemi og nýliðun skipta miklu máli varðandi vöxt og viðgang stofna. Frjósemi tegunda er mismikil og ræðst af því hve oft er hrygnt og hve mörgum eggjum er hrygnt í hvert sinn (Wootton, 1998). Ýmsir þættir geta haft áhrif á frjósemi en almennt, bæði hjá ýmsum hryggleysingjum (Shumway *et al.* 1985; Parsons & Tucker, 1986; Hannah *et al.* 1995; Oh & Hartnoll 2004; Bilgin & Samsun, 2006; Verisimo *et al.* 2011) og fiskum (Rideout & Morgan, 2007; Lambert, 2008), eykst fjöldi eggja með aukinni stærð einstaklinganna. Þó hafa aðrir þættir, líkt og fæðuframboð og hitastig, áhrif á frjósemi.

Rækja (*Pandalus borealis*) er tvíkynja; hún klekst út sem karldýr en seinna á lífsleiðinni skiptir hún um kyn. Á grunnslóðinni hefur stærsti hlutinn skipt um kyn við þriggja ára aldur meðan hún skiptir seinna um kyn í úthafinu (Unnur Skúladóttir & Gunnar Pétursson, 1999). Æxlun fram á sumrin þegar hún skiptir um ham en hrygning fer svo fram að hausti til. Kvendýrin bera eggin undir halafótunum yfir vetrartímam þar til þeim er sleppt á vorin og þau klekjast út. Lífustigið er þrír mánuðir og á þeim tíma er hún sviflæg (Ólafur S. Ástþórsson & Ástþór Gíslason, 1990) en um haustið sest hún á botninn. Rækja hrygnir aðeins einu sinni á ári á grunnslóð hér við land, en þar sem botnhiti sjávar er lægri og eggburðartímabilið lengra þá hrygnir stór hluti þeirra aðeins annað hvert ár (Unnur Skúladóttir, 1991). Eggburðartímabilið er mislangt milli svæða og ræður hitastig þar miklu (Unnur Skúladóttir, 1991).

Fyrstu mælingar á frjósemi rækju við Ísland voru gerðar á fjórum grunnslóðasvæðum í mars 1978 með það að markmiði að greina á milli rækjustofna við Ísland (Unnur Skúladóttir *et al.* 1978). Síðan 1978 hefur frjósemi rækju við Ísland ekki verið skoðuð fyrr en sýnum var safnað veturinn 2015/2016 á fimm svæðum við Ísland. Í þessari skýrslu er greint frá niðurstöðum þessarar nýju rannsóknar á frjósemi rækju. Markmið rannsóknarinnar var að kanna hvort frjósemi rækju sé mismunandi milli svæða og tímabila en einnig að meta sambandið milli skjaldarlengdar og frjósemi. Það samband er síðan notað til að meta hvernig heildareggjaframleiðsla rækju hefur breyst fyrir norðvestan og norðan land á tímabilinu frá 1988 til 2016.

Aðferðir

Sýnum var safnað í Arnarfirði, Ísafjarðardjúpi, Húnaflóa og Öxarfirði í mars 1978 (Unnur Skúladóttir *et al.* 1978). Ekki eru til nákvæmar staðsetningar á sýnatökustöðvunum. Sýnum var safnað í stofnmælingarleiðangri rækju haustið 2015 í Arnarfirði, Ísafjarðardjúpi, Húnaflóa og á Skjálfanda (Tafla 1 og 1. mynd). Einnig var sýnum safnað í stofnmælingarleiðangri rækju við Snæfellsnes í apríl 2016 (Ingibjörg G. Jónsdóttir *et al.* 2017). Að auki var sýnum safnað í Arnarfirði í desember 2015 þegar svæðið var kannað með tilliti til seiðamagns og á Skjálfanda í febrúar 2016 þegar farið var í stofnmælingu rækju á svæðinu. Áætlað var að safna 100 kvendýrum með eggjum úr togum á helstu útbreiðslusvæðum rækju en í nokkrum tilvikum urðu þær þó færri og nokkrar rækjur var ekki hægt að nota þar sem þær voru ekki heilar eða myndataka misheppnaðist. Rækjurnar voru geymdar í frysti þar til allri sýnatöku var lokið.



1. mynd. Svæði þar sem rækjum með egg hefur verið safnað. Punktarnir sýna staðsetningu rækjusýna sem tekin voru veturinn 2015/2016. Línurnar sýna 100 og 200 metra dýptarlínur.

Figure 1. Sampling locations of egg bearing shrimps. The dots indicate sampling locations in 2015/2016. Depth contours at 100 and 200 m are shown.

Tafla 1. Yfirlit yfir sýnatöku, fjölda safnaðra kvendýra (N), lengdar- og þyngdarbil, frjósemi og meðal botnhitastig sjávar.

Table 1. Overview over sampling, number of females sampled, length and weight interval, fecundity and mean bottom temperature.

Svæði	Tími	N	Lengd (mm)	Þyngd (grömm)	Frjósemi (fjöldi eggja)	Botnhiti (°C)
Arnarfjörður	mars 1978	44	19-23		277-1588	
Ísafjarðardjúp	mars 1978	169	17-25		134-1523	
Húnaflói	mars 1978	135	14-24		74-974	
Öxarfjörður	mars 1978	58	16-26		88-1246	
Arnarfjörður	september 2015	184	13,6-22,4	1,503-6,605	135-1584	5,56
Arnarfjörður	desember 2015	100	14,3-21,7	1,589-6,472	183-1171	
Ísafjarðardjúp	september 2015	100	16,5-23,4	3,324-9,853	425-2156	7,65
Húnaflói	október 2015	141	14,7-22,3	2,108-7,270	135-1604	6,96
Skjálfandi	október 2015	100	17,7-24,0	3,204-10,190	483-2557	6,39
Skjálfandi	febrúar 2016	81	18,2-23,6	4,421-9,958	684-1851	
Snæfellsnes	apríl 2016	97	15,7-25,6	2,541-12,542	134-2501	

Mælingar á rannsóknastofu:

Mars 1978: Rækjurnar voru lengdarmældar með 1 mm nákvæmni. Öll eggin voru fjarlægð af halafótunum, lögð á petridisk ásamt agar, dreift úr þeim eins vel og hægt var og þau svo talin beint af disknum (Unnur Skúladóttir *et al.* 1978).

Veturinn 2015/2016: Rækjurnar voru lengdarmældar með 0,1 mm nákvæmni og vigtaðar. Því næst voru öll egg fjarlægð varlega af halafótunum og allur eggjamassinn vigtaður (H). Hluti af eggjamassanum var fjarlægður, hann vigtaður (S) og settur á smjásjargler. Þekjugler var lagt yfir eggin til að breiða vel úr þeim og mynd var tekin. Að lokum var fjöldi eggja talinn af myndinni (N) í forritinu ImageJ (Abramoff *et al.* 2004) og frjósemi (F) fyrir hverja rækju var reiknuð út frá hlutfallinu

$$F = N * \frac{H}{S}$$

„Gonadosomatic index“ (GSI) er hlutfall eggjamassa af heildarþyngd kvendýrsins og sýnir á einfaldan hátt mismun á hlutfallslegri stærð eggjamassans á milli svæða. Hann var reiknaður samkvæmt eftirfarandi jöfnu:

$$GSI = \frac{EP}{P - EP} * 100$$

þar sem EP er þyngd eggjamassans og P er þyngd rækjunnar. Þar sem eggjamassinn minnkar yfir vetrartímann var GSI eingöngu reiknað fyrir sýnin sem tekin voru haustið 2015 en það var gert til að gæta samræmis í samanburði á milli svæða.

Sambandið milli skjaldarlengdar og frjósemi var skoðað með línulegu aðhvarfi. Þar sem línulegt samband var á milli skjaldarlengdar og frjósemi var ANCOVA tölfræðipróf notað til að kanna hvort marktækur munur væri á samböndunum milli fjarðanna. Sambandið milli skjaldarlengdar og frjósemi haustið 2015 var síðan notað til að bakreikna heildarfjölda eggja miðað við lengdardreifingu og stofnvísitölu úr stofnmælingu rækju á hverju ári og svæði (Jónsdóttir *et al.*, 2017). Þannig er hægt að áætla breytingar í heildarfjölda eggja á hverju svæði frá því að stofnmælingar hófust (á árunum 1988-1990) til 2016.

Einþátta fervikagreining (ANOVA) var notuð til að bera saman GSI og frjósemi milli svæða og eftirápróf (Tukey HSD) notað til að kanna hvaða svæði voru marktækt frábrugðin. Þar sem marktækt samband var á milli skjaldarlengdar og frjósemi annars vegar og GSI hins vegar, þá voru breyturnar staðlaðar áður en einþátta fervikagreiningu var beitt. Þetta var gert til að mismunandi skjaldarlengd hafi ekki áhrif á niðurstöður prófsins. Breyturnar voru staðlaðar (SB) samkvæmt eftirfarandi jöfnu:

$$SB = B - (\beta * L)$$

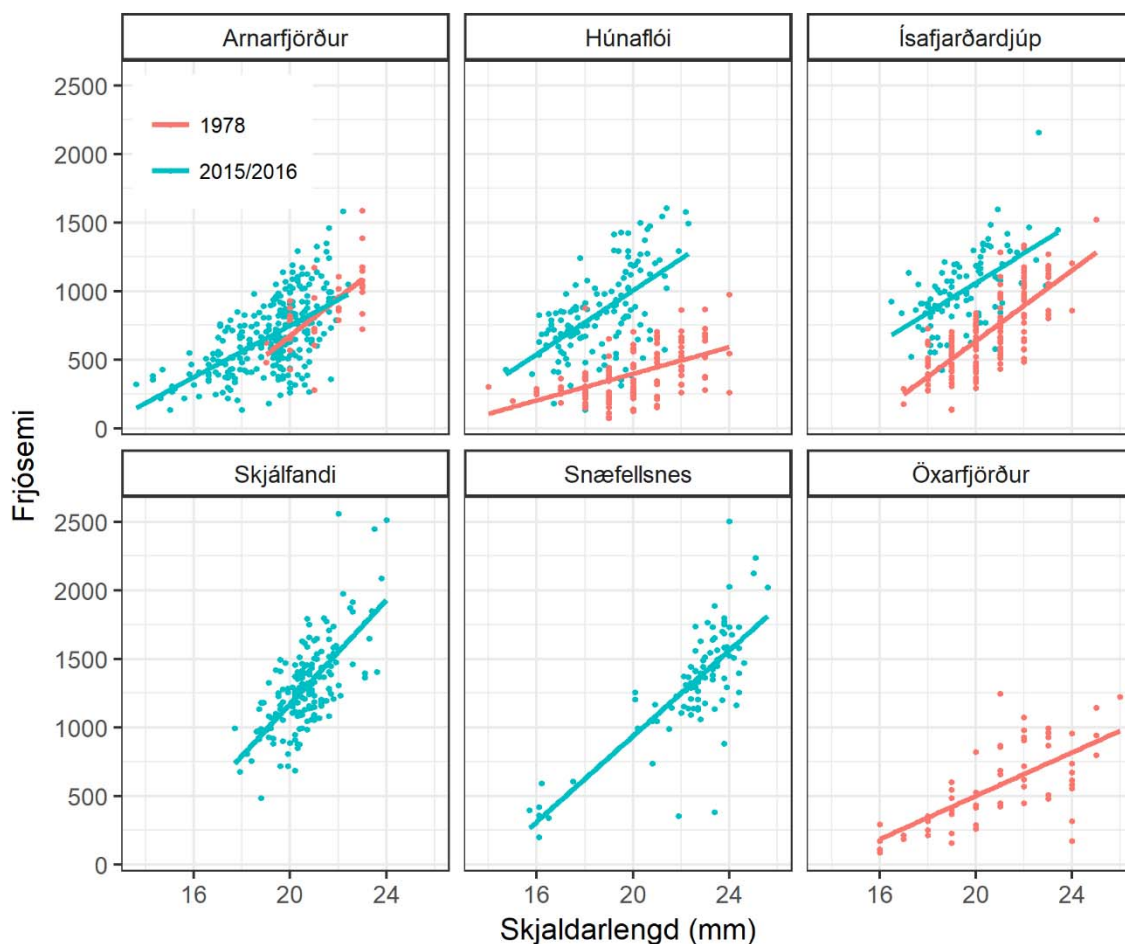
þar sem B er viðkomandi breyta (frjósemi eða GSI), β er hallatala sambandsins á milli viðkomandi breytu og skjaldarlengdar og L er skjaldarlengdin. Kannað var með Shapiro Wilk prófi hvort stöðluðu breyturnar væru normaldreifðar og í framhaldinu var frjósemi stöðluð með náttúrulegum lógaritma.

Niðurstöður

Frjósemi

Í mars 1978 voru rækjurnar á bilinu 14–26 mm og var stærð þeirra svipuð veturinn 2015/2016, eða á bilinu 13,6 – 25,6 mm (Tafla 1). Smæstu rækjurnar voru í Arnarfirði og Húnaflóa og þær stærstu í Skjálfanda, Öxarfirði og við Snæfellsnes (Tafla 1 og 2. mynd). Frjósemin var minnst í mars 1978 þegar hún var á bilinu 74–1588 egg á hverja rækju en haustið 2015 var fjöldi eggja frá 135 til 2557. Frjósemi var marktækt mismunandi milli fjarða (ANOVA, $p < 0,001$) þar sem hún var marktækt lægst í Arnarfirði samanborið við alla hina firðina (Tukey HSD, $p < 0,001$) en mest frjósemi var í Ísafjarðardjúpi og á Skjálfanda, en munurinn milli þessara tveggja fjarða var ekki marktækur (Tukey HSD, $p = 0.810$).

Frjósemi jókst með aukinni stærð rækju en töluverður breytileiki var í frjósemi rækju af svipaðri stærð (Tafla 2 og 2. mynd). Þannig var frjósemi rækju miðað við lengd marktækt hæst á Skjálfanda og lægst í Arnarfirði (ANCOVA, $p < 0,001$). Halli ferlanna var þó ekki marktækt frábrugðinn (ANCOVA, $p = 0.090$), sem þýðir að þó frjósemin hafi verið marktækt mismunandi milli fjarða þá voru samböndin milli lengdar og frjósemi eins á milli fjarða.



2. mynd. Frjósemi (heildarfjöldi eggja) rækju miðað við skjaldarlengd (mm) á fimm svæðum veturinn 2015/2016 (blátt) og á fjórum svæðum í mars 1978 (rautt).

Figure 2. Fecundity (total number of eggs) of shrimp versus carapace length (mm) in five inshore areas in the winter 2015/2016 (blue) and four areas in March 1978 (red).

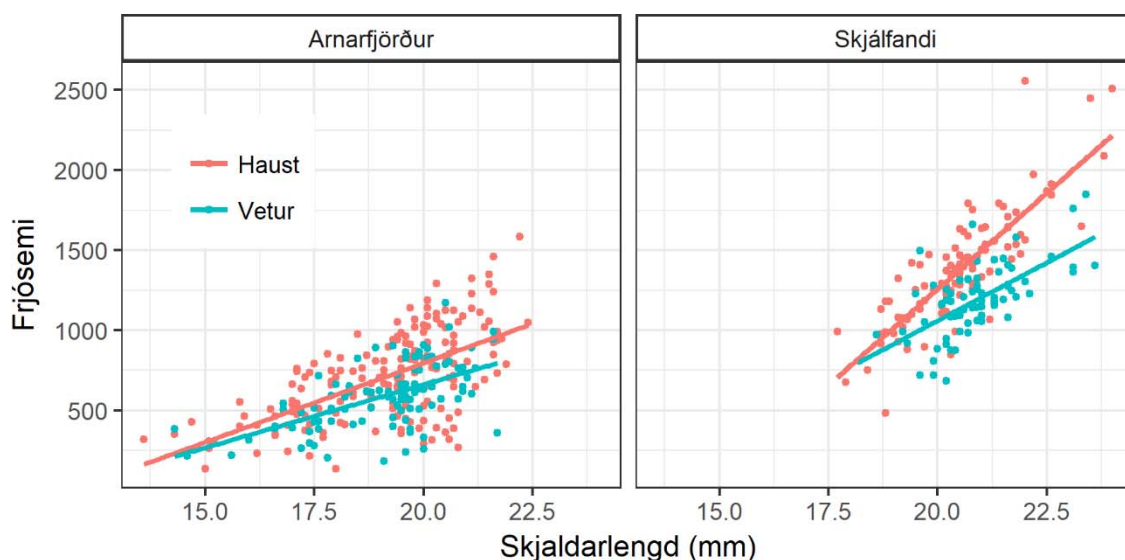
Tafla 2. Sambandið milli skjaldarlengdar og frjósemi rækju við Ísland þar sem α er skurðpunktur og β er hallatala sambandsins.

Table 2. Relationship between carapace length and fecundity of shrimp around Iceland, where α is the intercept and β the slope of the relationship.

Svæði	Tími	α	β
Arnarfjörður	mars 1978	-2075,0	137,40
Húnaflói	mars 1978	-572,0	48,48
Ísafjarðardjúp	mars 1978	-1950,5	129,34
Öxarfjörður	mars 1978	-1083,4	79,21
Arnarfjörður	september 2015	-1182,3	98,87
Arnarfjörður	desember 2015	-918,4	79,03
Ísafjarðardjúp	september 2015	-1111,7	108,58
Húnaflói	október 2015	-1315,8	116,05
Skjálfandi	október 2015	-3543,6	240,08
Skjálfandi	febrúar 2016	-1835,1	144,83
Snæfellsnes	apríl 2016	-2189,9	156,31

Eggjatap

Rækjur missa egg þegar líður á veturinn. Í Arnarfirði var seinni sýnataka í desember og þá var hver rækja með marktækt færri egg en í september (3. mynd; ANCOVA, $p < 0,001$). Á Skjálfanda var seinna sýnið tekið í febrúar og voru rækjurnar þá með marktækt færri egg en í október (ANCOVA, $p < 0,001$). Lengri tími leið á milli mælinga á Skjálfanda og var munurinn í frjósemi milli tímabilanna meiri á Skjálfanda miðað við Arnarfjörð. Sambandið milli skjaldarlengdar og frjósemi var marktækt mismunandi milli mánaða á Skjálfanda (ANCOVA, $p = 0,03$) en ekki í Arnarfirði (ANCOVA, $p = 0,761$).

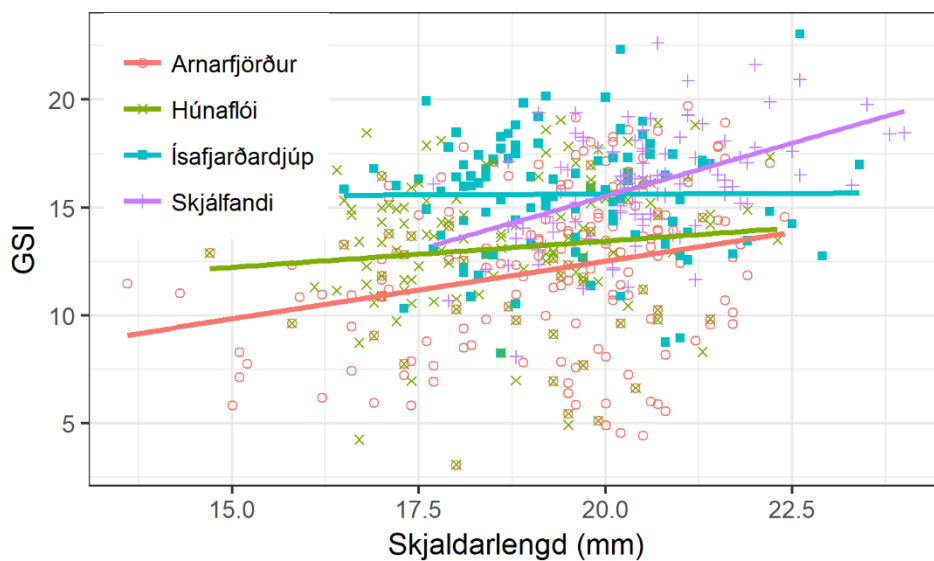


3. mynd. Samband skjaldarlengdar (mm) og frjósemi (heildarfjöldi eggja) rækju í Arnarfirði og Skjálfanda að hausti 2015 (rauðir punktar) og síðar þann sama vetur (bláir punktar).

Figure 3. Carapace length (mm) versus fecundity (total number of eggs) of shrimp in Arnarfjörður and Skjálfandi in the autumn 2015 (red) and later in the winter (blue).

GSI

GSI var á bilinu 3,1 og 23,1 en meðaltalið var 13,8. Almennt var GSI marktækt hærra hjá stærri rækjum (ANCOVA, $p < 0,001$). Sambandið milli skjaldarlengdar og GSI var marktækt frábrugðið milli svæða (ANCOVA, $p = 0,02$). Eggjamassinn var hlutfallslega minnstur miðað við stærð kvendýra í Arnarfirði en mestur í Ísafjarðardjúpi og Skjálfanda (4. mynd). GSI var marktækt mismunandi milli svæða (ANOVA, $p < 0,001$) og samanburðarpróf leiddu í ljós að GSI var marktækt lægst í Arnarfirði (Tukey's HSD, $p < 0,001$) en ekki var marktækur munur í Ísafjarðardjúpi og Skjálfanda (Tukey's HSD, $p = 0,953$).

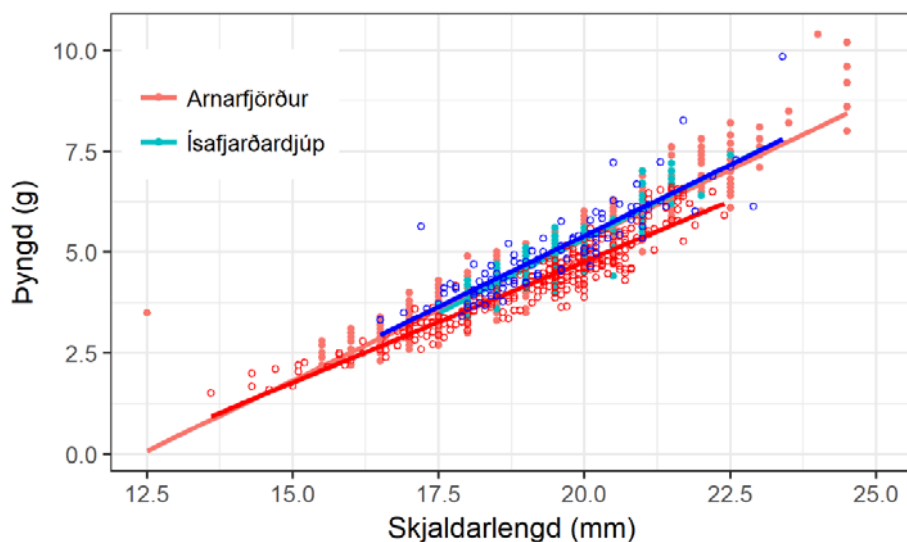


4. mynd. Samband skjaldarlengdar (mm) og GSI í Arnarfirði (rautt), Húnaflóa (grænt), Ísafjarðardjúpi (blátt) og Skjálfanda (fjólublátt) haustið 2015.

Figure 4. Carapace length (mm) versus GSI in Arnarfjörður (red), Húnaflói (green), Ísafjarðardjúp (blue) and Skjálfandi (purple) in autumn 2015.

Lengdar-þyngdarsamband

Mjög lítið er til að þyngdarmælingum á einstökum rækjum. Einu eldri gögnin sem voru til í gagnagrunni Hafrannsóknastofnunar voru úr Arnarfirði haustið 2002 og Ísafjarðardjúpi haustið 1995. Sambandið milli skjaldarlengdar og þyngdar rækju sýndi að rækjan var marktækt léttari í Arnarfirði haustið 2015 miðað við haustið 2002 (5. mynd; ANCOVA, $p = 0,030$). Í Ísafjarðardjúpi var sambandið milli skjaldarlengdar og þyngdar hins vegar ekki marktækt frábrugðið milli tímabilanna (ANCOVA, $p = 0,265$).

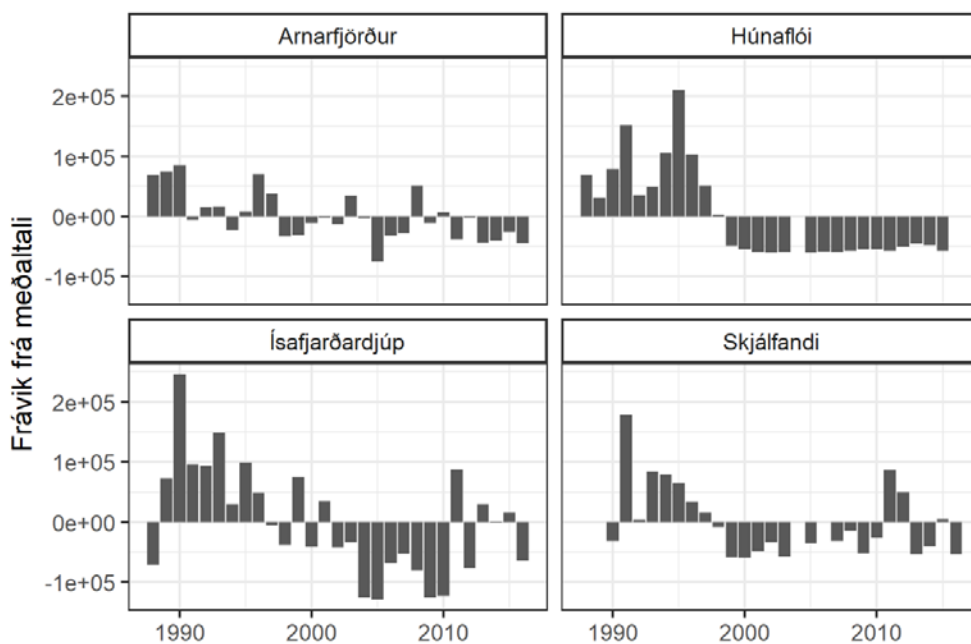


5. mynd. Sambandið milli skjaldarlengdar (mm) og þyngdar (grömm) rækju í Arnarfirði 2002 og 2015 og í Ísafjarðardjúpi 1995 og 2015. Bláir punktar sýna gögn úr Ísafjarðardjúpi og rauðir úr Arnarfirði, ljósir punktar eru frá fyrri árunum.

Figure 5. Carapace length (mm) versus weight (grams) of shrimp in Arnarfjörður 2002 and 2015 and in Ísafjarðardjúp in 1995 and 2015. Blue dots indicate data from Ísafjarðardjúp and red from Arnarfjörður, darker colours show measurements in 2015 and the lighter colours indicate earlier years.

Heildareggjaframleiðsla á tímabilinu 1988-2016

Þegar heildarfjöldi eggja er reiknaður miðað við stofnvísitölu og lengdardreifingu kvendýra á hverju ári sést að heildarfjöldi eggja var yfir langtímameðallagi árunna 1988-2016 flest ár til ársins 1998 (6. mynd). Eftir þann tíma hefur heildarfjöldi eggja oftast verið undir meðallagi fyrir utan nokkur einstök ár.



6. mynd. Heildareggjaframleiðsla sem frávik frá langtímameðaltali (1988-2016), reiknuð út frá lengdardreifingu og stofnvísitölu á hverju ári og svæði.

Figure 6. Total egg production as deviation from long term mean (1988-2016), estimated from length distribution and stock index in each year and area.

Umræður

Líkt og í rannsóknum á öðrum hafsvæðum (Teigsmark, 1983; Shumway *et al.* 1985; Parsons & Tucker, 1986) þá jókst frjósemi með aukinni lengd rækju þar sem stærri rækjur geta borið meira rúmmál af eggjamassa með halafótunum heldur en minni rækjur. Frjósemi var mismunandi milli fjarða og það er líklegt að hitastig og fæðumagn hafi áhrif á frjósemina. Rannsóknir hafa sýnt að frjósemi er minni á kaldari hafsvæðum. Hún mældist minni í Barentshafi (Berenboim, 1982) og við Nýfundnaland (Parsons & Tucker, 1986) miðað við í Gulf of Maine þar sem hitastig sjávar er hærra (Haynes & Wigley, 1969). Haustið 2015 mældist frjósemin lægst í Arnarfirði en meðal botnhiti sjávar var lægri þar en í hinum fjörðunum.

Það eru einnig aðrir þættir sem skipta máli og minni frjósemi rækju í Arnarfirði má að einhverju leyti útskýra með þéttleikaháðum þáttum. Þorskur og ýsa hafa haft áhrif á útbreiðslu rækju í Arnarfirði (Ingibjörg G. Jónsdóttir *et al.* 2017). Í kringum 1990 var rækja dreifð um allan Arnarfjörð en þegar magn þorsks og ýsu jókst upp úr 1995 þá hörfaði rækjan innar í fjörðinn. Frá aldamótum hefur útbreiðsla hennar að hausti takmarkast við svæðin innst í Arnarfirði. Á sama tíma hefur þéttleiki rækju aukist á þessum svæðum. Líkt og sjá má á 5. mynd er rækja léttari nú en hún var árið 2002 og einnig er eggjamassi hennar léttari ef miðað er við rækju á öðrum svæðum. Einnig hefur vöxtur 1 árs rækju minnkað á síðustu árum (óbirt gögn Hafrannsóknastofnunar). Líklegasta skýringin á þessum breytingum er að mikill þéttleiki valdi meiri samkeppni um fæðu og því fái hver einstaklingur minni fæðu. Þetta er ekki óþekkt en í Barentshafinu var frjósemi lægri þegar þéttleiki var meiri (Teigsmark, 1983).

Eins og sjá má á mælingunum í Arnarfirði og Skjálfanda veturinn 2015/2016 var frjósemin minni síðar um veturinn. Rækjur missa egg yfir vetrartímann (Unnur Skúladóttir *et al.* 1978), bæði þegar þær eru í fæðuleit en líklega missa þær einnig einhver egg vegna afráns (Shumway *et al.* 1985). Egginn stækka eftir því sem þau þroskast (Brillon *et al.* 2005) og hugsanlega falla ystu egginn af þar sem þau eru lausari og ekki er lengur pláss fyrir þau undir halafótunum (Parsons & Tucker, 1986). Einnig getur eggjum fækkað vegna þess að þau drepast vegna sníkjudýrs sem vex inn í þeim (Stickney, 1981). Þessi egg sjást greinilega þar sem þau eru hvít að lit. Það er mismunandi milli svæða, mánaða og ára hve mikið af eggjum drepst vegna sníkjudýrsins. Haustið 2015 var hlutfall rækju með sníkjudýr mjög lágt og fundust þau eingöngu í rækjum fyrir vestan.

Þar sem frjósemi er mismunandi milli ára innan sama svæðis þá er ekki hægt að draga miklar ályktanir um breytingar út frá fyrirliggjandi gögnum. Frjósemi rækju var mikið lægri í mars 1978 miðað við veturinn 2015/2016 bæði í Arnarfirði og Skjálfanda. Áhugavert var að sjá að munurinn í frjósemi var miklu minni í Arnarfirði 1978 samanborið við 2015 en það gæti hugsanlega stafað af því að frjósemi rækju í Arnarfirði sé töluvert lægri nú en áður. Ef gera má ráð fyrir því að rækja í Arnarfirði í mars 1978 hafi misst egg yfir veturinn þá hefur frjósemi hennar að hausti verið töluvert hærri en hún var haustið 2015.

Stofnvísitala innfjarðarrækju lækkaði mikið um aldamótin, sérstaklega á fjörðum fyrir norðan land (Ingibjörg G. Jónsdóttir *et al.* 2017). Það kom því ekki á óvart að heildareggjaframleiðslan hafi minnkað á öllum svæðunum. Annað sem hefur áhrif á útreikning á heildareggjaframleiðslu er að lengdardreifing rækju hefur breyst á þessum tíma (Ingibjörg G. Jónsdóttir *et al.* 2017) og rækjan skiptir fyrr um kyn en hún gerði fyrir aldamót (óbirt gögn Hafrannsóknastofnunar). Þar sem minni rækja framleiðir minna af eggjum leiðir það til þess að heildarframleiðsla eggja

verður minni. Meirihluti kvendýra tilheyrir oft aðeins einum eða tveimur árgöngum (Ingibjörg G. Jónsdóttir *et al.* 2017) og því hefur það neikvæð áhrif á heildareggjaframleiðsluna ef þær skipta fyrir um kyn og ná ekki sömu stærð og áður.

Rækja inn á fjörðum hérlandis er fremur smá og þær minnstu sem voru með egg voru 13,6 mm. Þær verða heldur ekkert mjög stórar og það er sjaldgæft að rækja innan fjarða við Ísland verði stærri en 25 mm. Þær eru því töluvert minni en það sem tíðkast annars staðar. Til að mynda var skjaldarlengd kvendýra á bilinu 20 – 31 mm í Gulf of Maine (Shumway *et al.* 1985) og 18 – 28 mm í Barentshafinu (Teigsmark, 1983). Vegna þessa verður frjósemi rækju innan fjarða og framleiðslugeta minni en annarra stofna sem getur leitt til þess að endurnýjun og uppbygging þeirra tekur lengri tíma. Nauðsynlegt er að framkvæma frekari rannsóknir á líffræði rækjunnar hér við land og tengslum hennar við umhverfisþætti til að skoða betur ástand rækju við Ísland. Slíkar rannsóknir eru ekki síst nauðsynlegar nú þegar álag á hefðbundin búsvæði rækjunnar fer vaxandi vegna ýmissa athafna, svo sem fiskeldis, og myndi stuðla að bættri ráðgjöf um nýtingu í framtíðinni.

Þakkarorð

Við þökkum Auði S. Bjarnadóttur og Stefáni H. Brynjólfssyni fyrir sýnatöku og Sólveigu R. Ólafsdóttur fyrir yfirlestur á handriti.

Heimildir

- Abramoff, M. D., Magalhaes, P. J., og Ram, S. J. (2004). Image processing with ImageJ. *Biophotonics International*, 11, 36–42.
- Berenboim, B. I. (1982). Reproduction of the shrimp *Pandalus borealis* populations in the Barents Sea. *Okeanologiya*, 22, 118–124.
- Bilgin, S., og Samsun, O. (2006). Fecundity and egg size of three shrimp species, *Crangon crangon*, *Palaemon adspersus*, and *Palaemon elegans* (Crustacea, Decapoda, Caridea), off Sinop Peninsula (Turkey) in the Black Sea. *Turkish Journal of Zoology*, 30, 413–421.
- Brillon, S., Lambert, Y., og Dodson, J. (2005). Egg survival, embryonic development, and larval characteristics of northern shrimp (*Pandalus borealis*) females subject to different temperature and feeding conditions. *Marine Biology*, 147, 895–911.
- Hannah, R. W., Jones, S. A., og Long, M. R. (1995). Fecundity of the ocean shrimp (*Pandalus jordani*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 52, 2098–2107.
- Haynes, E. B., og Wigley, R. L. (1969). Biology of the northern shrimp, *Pandalus borealis*, in the Gulf of Maine. *Transactions of the American Fisheries Society*, 98, 60–76.
- Ingibjörg G. Jónsdóttir, Guðmundur S. Bragason, Stefán H. Brynjólfsson, Anika K. Guðlaugsdóttir, og Unnur Skúladóttir. (2017). Yfirlit yfir rækjurannsóknir við Ísland, 1988-2015. Northern shrimp research in Icelandic waters, 1988-2015. *Haf- og vatnarrannsóknir*, HV2017-007, 92 bls.
- Lambert, Y. (2008). Why should we closely monitor fecundity in marine fish populations? *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 41, 93–106.
- Oh, C.-W., og Hartnoll, R. G. (2004). Reproductive biology of the common shrimp *Crangon crangon* (Decapoda, Crangonidae) in the central Irish Sea. *Marine Biology*, 144, 303–316.
- Ólafur S. Ástþórsson, og Ástþór Gíslason. (1990). Klak og dreifing rækjulirfa í Ísafjarðardjúpi. *Ægir*, 6, 296–301.
- Parsons, D. G., og Tucker, G. E. (1986). Fecundity of Northern Shrimp, *Pandalus borealis*, (Crustacea, Decapoda) in Areas of the Northwest Atlantic. *Fishery Bulletin*, 84, 549–558.
- Rideout, R. M., og Morgan, M. J. (2007). Major changes in fecundity and the effect on population egg production for three species of north-west Atlantic flatfishes. *Journal of Fish Biology*, 70, 1759–1779.
- Shumway, S. E., Perkins, H. C., Schick, D. F., og Stickney, A. P. (1985). Synopsis of biological data on the pink shrimp, *Pandalus borealis* (Krøyer, 1838). *FAO Fisheries Synopsis*, No. 144, 92 bls.
- Stickney, A. P. (1981). Laboratory studies on the development and survival of *Pandalus borealis* eggs in the Gulf of Maine. In *Proceedings of the international pandalid shrimp symposium*, bls. 395-406. U.S. Sea Grant Rep, Kodiak 1979.
- Teigsmark, G. (1983). Populations of the deep-sea shrimp (*Pandalus borealis* Krøyer) in the Barents Sea. *Fiskeridirektoratets Skrifter, Serie Havundersøkelser*, 17, 377–430.
- Unnur Skúladóttir, Einar Jónsson, og Ingvar Hallgrímsson. (1978). Testing for heterogeneity of *Pandalus borealis* populations in Iceland. *ICES CM 1978,K:27*, 43 bls.
- Unnur Skúladóttir. (1991). Stærð rækju við kynskipti og eggburðartímabil við mismunandi sjávarhita. *Ægir*, 84, 160–166.
- Unnur Skúladóttir, og Gunnar Pétursson. (1999). Defining populations of northern shrimp, *Pandalus borealis* (Krøyer 1838), in Icelandic waters using the maximum length and maturity ogive of females. *Rit Fiskideildar*, 16, 247–262.
- Verisimo, P., Bernardez, C., Gonzalez-Gurriaran, E., Freire, J., Muino, R., og Fernandez, L. (2011). Changes between consecutive broods in the fecundity of the spider crab, *Maja brachydactyla*. *Ices Journal of Marine Science*, 68, 472–478.
- Wootton, R. J. (1998). *Ecology of teleost fishes*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.



HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna