

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РОССИИ

ФГБОУ ВО «ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБНУ «ПРИКАСПИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АРИДНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ»

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

Волгоград
Волгоградский ГАУ
2017

УДК
ББК

Под научной редакцией член-корреспондента РАН
А.С. Овчинникова

Экологические аспекты природопользования Северного Прикаспия: Книга / Сост. А.С. Овчинников, В.П. Зволинский, В.Ф. Зайцев, Н.И. Матвеева, - Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ – 2017. – 396 с.

ISBN

Книга содержит научные материалы подготовленные учеными ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия», в которых предпринята попытка изложить экологические аспекты природопользования Северного Прикаспия, направленных на изучение содержания тяжелых металлов в донных отложениях, что даст возможность оценить трофические условия и состояние популяций бентосных организмов; определение уровня содержания и особенности накопления некоторых тяжелых металлов в почвах и растениях в условиях городской среды г. Астрахани; изучение малых водоемов в контексте общего увеличения научного интереса к водным объектам в связи с их чувствительностью к внешним воздействиям, высокой уязвимостью и большим значением в жизни человека; вопросы воспроизводства и регулирования численности рыбных запасов, изучение болезней рыб, их гибели, вызываемой как экзогенными, так и эндогенными факторами; преимущество выращивания австралийских раков как товарной продукции. Данные материалы могут служить, как в научных, так и в образовательных целях при подготовке кадров в учебных заведениях по вопросам экологии, сохранения и развития окружающей природной среды.

УДК
ББК

ISBN

© ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2017
© ФГБНУ Прикаспийский НИИ
аридного земледелия, 2017
© Авторы, 2017

УДК

**СЕЛЕКЦИЯ АВСТРАЛИЙСКОГО РАКА
CHERAX GUADRICARINATUS
ПО МОРФОМЕТРИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

В.П. Зволинский, академик РАН, научный руководитель,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия»

В.Ф. Зайцев, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор ФГБОУ ВО АГТУ

В.Н. Крючков, д.б.н., профессор ФГБОУ ВО АГТУ

И.В. Волкова, д.б.н., профессор ФГБОУ ВО АГТУ

Н.И. Матвеева, к.п.н., заведующая научно-организационным отделом
ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт
аридного земледелия»

Д.К. Абугалиева, студентка ФГБОУ ВО АГТУ

Аннотация. Десятиногие раки - это высокоорганизованные и наиболее крупные представители ракообразных. Десятиногие раки встречаются практически во всех широтах Мирового океана и заселяют морские, пресные и солоноватые водоемы. Отряд *Decapoda* является самым богатым по числу форм отрядом, к нему относится около 8.5 тысяч видов (Макаров Ю. Н., 2004; Viet Chuong, 2007).

Австралийские красноклешневые (*Cherax quadricarinatus*) раки являются гигантскими пресноводными раками, обитающими на северо-западе Квинсленда и Северных территорий Австралии, интенсивно культивируются в экономических целях в Австралии и многих других странах на юге Азии, Северной и Южной Америки и Африки. Населяют водоемы Новой Гвинеи и Австралии, к условиям среды *Cherax quadricarinatus* не очень требователен, и в природе встречаются в прудах, мелких реках и ручьях, ирригационных каналах, и даже в лужах (Lawrence C., Jones C., 2002; Edgerton V. F., 2005).

Десятиногие раки (отряд Decapoda) - объединяют крупнейших и во многих отношениях наиболее высокоорганизованных ракообразных. Десятиногие ракообразные распространены чрезвычайно широко. Они населяют все океаны и моря, от уреза воды до глубины около 5 км. Особенно богата видами десятиногих тропическая мелководная фауна. В пресных водах обитают общеизвестные речные раки, а в тропических и субтропических странах - крабы и креветки. [27;17]

Австралийский рак является жизнестойким и неприхотливым видом, легко переносящим неблагоприятные условия, характеризуется простым жизненным циклом. Для выращивания и разведения применяется достаточно простая производственная технология, требующая несложных технологий и оборудования.

В России культивирование таких видов еще не имеет достаточного развития, хотя в южных регионах страны, в том числе Астраханской области, имеются благоприятные условия для их искусственного разведения и товарного выращивания.

Ключевые слова: десятиногие раки, австралийский рак, красноклешневый рак, яйцевод, гонопор, длинный и широкий abdomen, аквакультура.

Актуальность. Австралийский красноклешневый рак *Cherax quadricarinatus* - тропический вид, обитающий в водоемах на северо-западе Квинсленда и Северной Территории Австралии, а также на островах Папуа - Новая Гвинея. В аквакультуре этот вид стали выращивать с 1980-х годов.[13; 25; 3] В России этот вид ракообразных появился сначала благодаря аквариумистам, вскоре стал объектом экспериментального товарного выращивания. [34; 11]

Преимуществом выращивания австралийских раков являются его товарная масса до 200 г и более, достаточно быстрый темп роста – за 6 месяцев масса до 60 г, также содержание мяса в абдоминальной части составляет около 30 % (15–20 % у других видов). Австралийский рак неприхотлив и переносит неблагоприятные условия, широкий диапазон параметров воды для содержания. При высоких плотностях посадки не агрессивен, миролюбив, не копающий нор вид. Австралийский рак потребляет разнообразные виды кормов с содержанием протеинов (около 20 %), а плодовитость самок массой 100 г достигает до 1 000 икринок.

Благодаря коммерческой ценности австралийского рака, имеет преимущества над другими классами ракообразных, что делает его превосходным объектом для разведения и выращивания. [3]

Товарная ценность рака определяется целым рядом его свойств и потребительских качеств. Такое качество, как содержание мяса относительно массы тела, зависит от таких морфологических особенностей, как размеры абдоминальной части и клешней, где находится наибольшее количество мяса.

Целью данной статьи является изучение морфометрических показателей австралийского рака (*Cherax quadricarinatus*), культивируемого в Астраханской области.

Для реализации поставленной цели были поставлены **задачи**:

1. Изучить закономерности линейного и весового роста австралийских раков в условиях культивирования в Астраханской области.
2. Исследовать изменения пропорций тела австралийского рака в зависимости от длины и массы тела.
3. Исследовать возможность ведение селекции одновременно в направлении «длинного и широкого абдомена».

Особенности биологии рака *Cherax Quadricarinatus*. Внешнее строение. В своё время В. А. Догель [6] и Н. Е. Сальников [24] отмечали, что у австралийского рака хорошо развито брюшко, которое несет на конце хвостовой плавник, образованный последним члеником тела и широкими лопастями ножек предпоследнего сегмента.

Раки *Cherax quadricarinatus* имеют очень интенсивный и разнообразный окрас. Основной цвет взрослых раков ярко-синий с желтоватыми точками по всему телу. Стыки между сегментами обычно выделены красными, голубыми, оранжевыми или розовыми цветами. С. М. Jones [48] отметил, что окрас раков меняется в зависимости от жесткости воды. Если вода имеет высокую жесткость, то австралийский красноклешнёвый рак будет с ярким сине-зеленым панцирем, по которому рассыпаны желтые веснушки. В более мягкой воде рак приобретает более спокойный окрас - тело может быть коричневым или черным, но темно-синий отлив всегда сохраняется. Отличительным признаком этого вида, среди других пресноводных раков, является массивный выступающий коготь на клешнях животных. Этот своеобразный нарост у ярко окрашенных особей бывает, как правило, ярко-красным, при более спокойной палитре окраски - светлым. Проявляется этот коготь у самцов не сразу, а только после наступления половозрелости. [48;47]

Внутреннее строение. Пищеварительная система рака *Cherax quadricarinatus* представлена кишечным каналом, состоящим из переднего, в состав которого входит пищевод и желудок, среднего и заднего отдела. По исследованию Е. В. Овсянниковой [22], гепатопанкреас (печень) является пищеварительной железой, здесь протекают основные процессы полостного пищеварения и всасывания низкомолекулярных соединений, а также отложение в запас веществ, необходимых организму в случае прекращения питания. Печень располагается в головогруды, каудальнее печени расположен желудок, в краниальном направлении - система мышц, дорсально лежат половые железы и кровеносные сосуды, идущие от сердца, латеральнее проходит брюшной нервный ствол.

Органом дыхания являются жабры, расположенные в три продольных ряда в жаберных полостях под карапаксом. Жабры образованы кожистыми выростами боковой стенки тела и с наружной стороны покрыты бранхиостегитами. В жабрах осуществляются газообмен и насыщение крови кислородом [7].

Кровеносная система не замкнута. Сердце, расположенное в полости перикардиальной (околосердечной) сумки, находится на уровне цервикальной борозды и восьмого грудного сегмента. Сердце представляет собой небольшой мешок, в стенках которого имеются три пары отверстий (остий): дорсальные, латеральные и вентральные [12].

Нервная система состоит из ряда нервных клеток (ганглиев), составляющих нервную цепочку. Она представлена головным мозгом (надглоточный ганглий), окологлоточными коннективами, подглоточным ганглием, брюшными нервными стволами с ганглиями в каждом сегменте [33; 21;11]. Органами зрения являются сложные (фасеточные) глаза, расположенные на подвижных глазных стебельках [32]. В глазных стебельках находится особая железа, которая частично внедрена в выросты зрительных долей мозга. Зрительные раздражения действуют на ее секрецию, а выделяемые ею гормоны вызывают сокращение или расширение пигментных клеток, расположенных под покровами, что дает изменение окраски. Кроме того, гормоны желез внутренней секреции, расположенные в глазных стебельках, оказывают воздействие на процессы линьки, роста и созревания раков [6].

Выделительная система представлена двумя парами выделительных органов, являющихся измененными метанефридиями. В личиночном состоянии функционируют максиллярные железы, а во взрослом - антенниальные, расположенные в переднем отделе головогруди позади базального членика антенн [21;11].

Большинство длиннохвостых раков разнополые, но среди них часто встречаются гермафродиты. Одна и та же особь может поочередно выполнять функции и самца, и самки. Половая система самок состоит из парных яичек, яйцеводов и гонопоров. Яички расположены в головогруди дорсально по отношению к желудку и гепатопанкреасу, тянутся от глаз до первого абдоминального сегмента (у зрелой самки) [2]. Каждый яичник состоит из двух симметрично расположенных полостей и короткого яйцевода [65]. Половая система самцов состоит из парных семенников, расположенных аналогично яичникам самок, семенных протоков и гонопор, открывающихся у начала пятой пары ходильных ног.

Ю. Н. Макаров [17] доказал, что семенники десятиногих раков - это парные, иногда непарные образования, которые, например, у речного рака, расположены в области сердца. У раков-отшельников парные семенники расположены между долями гепатопанкреаса, причем левый лежит немного выше правого, и всегда больше по размерам. Каждый семенник состоит из передней парной части и задней непарной. От последней отходит длинная тонкая трубка, петли которой образуют плоский, вытянутый в длину орган. Его конечный участок, образованный сначала несколькими спиралями, носит название семяпровода [44; 43].

Развитие и рост австралийских раков. Изучение развития и роста австралийского красноклешневого (*Cherax quadricarinatus*) рака важно, как с научной, так и с практической точек зрения. Ю. А. Гигиняк, В. Ф. Кулеш [5;11] отмечали, что для австралийского рака характерна большая неравномерность развития и роста, оно обусловлено как генетическими, так и социальными причинами. Неравномерность начинает проявляться на ранних стадиях личиночного развития. В каждом выводке одновременно присутствуют и мелкие и более крупные раки. Эта неравномерность увеличивает приспособляемость рачков к различным условиям среды. Например, рачата из одного выводка могут использовать корм разного размера [8;44; 43; 37].

Морфометрический анализ роста *Cherax quadricarinatus* [46;58;53] показал, что быстрое увеличение относительного роста ширины и длины клешни было обнаружено у самцов с длиной карапакса 43-45 мм. Самцы имеют клешни крупнее по сравнению с самками при одинаковой длине панциря. В возрасте 6-12 месяцев раки достигают половозрелости при массе тела 110-120 г, причем самки созревают при меньших размерах, чем самцы. [58;53]

Австралийские раки в процессе роста неоднократно меняют панцирь. Перед линькой раки прекращают питание и становятся менее активными. Собственно процесс линьки занимает несколько минут. Линька у раков проходит многократно: на первом году жизни - 8 раз, на втором - 4-5 и на третьем - 3-4 раза [38]. Копуляция происходит после репродуктивной линьки самки. По данным L. H. Evans и В.Ф. Edgerton [44;43], спаривание австралийского рака продолжается в течение двух - трех недель, оплодотворение при этом внешнее. Икру самки откладывают ночью, в тишине, в течение 2-3 часов.

Исследования ученых P. Michael и В. R. David, С. Lawrence и С. Jones [61;42;55;52] были призваны оценить способность размножения австралийских раков. Было установлено, что индивидуальная плодовитость самок рака зависит не от возраста, а от их физиологиче-

ского состояния, времени года, размера и особенно от массы. Более крупные самки откладывают больше икры и лучшего качества - отдельные икринки более крупные, меньшее их число погибает за время инкубации. Самка красноклешневого рака откладывают в среднем от 100 до 1000 икринок. Количество икринок молодых самок в первой кладке меньше, по сравнению со следующей [44;43].

Личиночное развитие пресноводных раков было исследовано разными учеными [52;61;42;55;53]. Так, по описанию Р. Michael [61] в развитии *Cherax quadricarinatus* присутствует также личиночная стадия, но самка не отпускает личинки, которые развились из икры, а вынашивает их под брюшком, процесс этот может занимать от 4 до 6 недель в зависимости температуры воды. После вылупления первые 2 - 3 дня личинки висят на так называемых гиалиновых нитях, затем нити обрываются, а рачки с помощью маленьких загнутых назад крючков на клешнях прикрепляются к оболочке яйца. В таком состоянии они находятся 7 - 10 дней, питаясь только за счет запасов желтка, который расположен под спинным панцирем головогруды малышей. Приблизительно через десять дней после первой линьки личинки становятся похожими на взрослых раков [44;43].

Рост и частота линек зависят от условий внешней среды. В зависимости от температуры и массы тела меняется потребление пищи и распределение энергии от потребленной пищи на процессы роста, обмена, экскреции и продукции. С повышением температуры падает доля энергии на рост и возрастает доля энергии на обмен [37;39;67]. К другим выводам пришел D. M. Holdich [47], изучая влияние температуры на развитие личинок. Показано, что с повышением температуры у самок раков возрастает частота репродуктивных линек. Оптимальная температура окружающей среды для полноценного питания взрослых раков составляет 25°C, личинок - 26°C [54;68].

У австралийских красноклешневых раков (*Cherax quadricarinatus*) крупные особи поедают более мелких. J. Naranjo-Paramo с группой ученых [62] объяснили, что это явление обусловлено групповым образом, частыми линьками и неодинаковым ростом. Таким образом, австралийский рак характеризуется большой индивидуальной изменчивостью по таким важным признакам, как скорость роста и созревания, плодовитость и т. д., причем эта изменчивость в значительной степени определяется генетически.

Современные направления исследований австралийского рака. Австралийский красноклешнёвый рак как объект аквакультуры завоёвывает всё большую популярность во многих странах. Этот представитель десятиногих раков обладает отменными потребитель-

скими качествами, доля мяса (30 % от массы тела) превышает аналогичные показатели (15–20 %) длиннопалого рака [40]. А.И. Хорошко, В.Н. Крючков [34;11] отмечали, что высокий темп роста позволяет ему дорасти до товарной массы всего за три месяца выращивания, что заставило многих производителей отказаться от выращивания местных видов раков. Данные С. Г. Филиппова и других ученых (2014) свидетельствуют, что рост производства австралийского красноклешневого (*Cherax quadricarinatus*) рака значительно увеличилось в период с 2000-2008 годах.

Отличительная черта объекта – яркая окраска, типичная для тропических видов. Места обитания этого рака – реки Квинсленда и Северной Территории Австралии, известных как изолированные тропические территории. Продолжительность жизни 5 лет, длина – до 40 см [66].

Австралийский рак не требователен к качеству воды – активная реакция воды в пределах рН 6,5–8,5, жесткость – от 5 до 20. Оптимальная температура воды при содержании – 20-28 °С [69]. Лимитирующий фактор при содержании – температура ниже 10 °С и выше 36 °С. В отличие от креветок, может выживать при низком содержании кислорода и высоком содержании нитратов, самым опасным для рака является содержание в воде ионов меди [30]. Основные параметры содержания при условии высокого темпа роста: рН – 8, жесткость – 5-15, температура воды – 28 °С, содержание кислорода – 7 мг/л [19]. При создании условий для размножения температура воды должна составлять 28 °С, освещенность – 14/10 (день – 14 часов; ночь – 10 часов). Для стимулирования одновременного получения потомства самцов и самок разделяют на срок 7–10 дней, температура – 17-18 °С, освещённость 10 (день)/14 (ночь). Затем постепенно поднимают температуру на 1-2 °С в день до оптимума и освещённость 14 (день)/10 (ночь) и половое соотношение из расчета 2-3 самки на 1 самца[38].

В работах С. В. Пономарева с группой ученых, (2007) было показано, что достижение половозрелости в большей степени определяется не возрастом, а размером особей. Самки австралийских раков созревают при меньших размерах, чем самцы. Кроме того, самцы характеризуются большим темпом роста.

А. Sagi и Е. D. Aflalo (2005) указывали, что повышение рентабельности выращивания *Cherax quadricarinatus* может быть достигнуто несколькими способами, один из которых – производство посадочного материала с преобладанием самцов и с их последующим товарным выращиванием. Использование однополой культуры самцов при выращивании десятиногих раков позволяет получать большую прибыль, чем при обычном товарном выращивании особей обоих полов,

т. к. при монополой популяции энергия репродукции направляется в рост, в результате чего увеличиваются размерно-весовые показатели особей [34;11].

Согласно исследованиям ученых М. S. De Vock и L. S. Lopez Greco (2010), важнейшим фактором для австралийских раков является температура. Она определяет скорость химических реакций, протекающих в живом организме, является мерой скорости движения молекул, а также является одним из факторов, ограничивающих рост и метаболизм. У некоторых животных детерминация пола зависит от температуры среды. Установлено, что популяции с большим количеством самцов у австралийских раков могут быть образованы либо при высокой температуре воды, либо при использовании кормов с добавлением гормона андрогенной железы.

Исследований изменения пола и развития гонад ракообразных под действием температуры немного. Известно, что инверсия пола у десятиногих раков достижима на ранних стадиях, на которых еще не происходит окончательное развитие половой системы [19;11].

S.Liane, S. (2010) и S. Laura (2014) утверждали, что в процессе выращивания австралийских раков используются такие компоненты, как аттрактанты, ферментоллизаты (гидролизаты), стимуляторы роста, протекторы от токсинов, липиды, витамины, аминокислотные препараты, минеральные вещества, пигменты, антиоксиданты. В процессе кормления используют сбалансированные кормосмеси (по составу незаменимых жирных кислот, витаминов, необходимых минеральных веществ). Всего при составлении рецептов кормов для австралийских раков используется до 110 компонентов, но этим список не исчерпывается: Американским комитетом продовольствия и Администрацией используемых препаратов (FDA) их зарегистрировано более 2500 (Liane S. с соавт., 2014).

Кроме того, австралийские раки высоко ценятся на рынке и используются во всем мире для потребления человеком и для декоративных целей (Chaulet A. с соавт., 2012).

Культивирование австралийских раков. В настоящее время разведением красноклешневых раков занимаются во многих странах мира. Кроме Австралии, Мексики и США растёт интерес к этому виду в России, Китае, Панаме и других странах. С. В. Пономарев (2007) отметил, что в каждой стране разработана своя технология производства раков, но основные требования такие: наличие водоемов с малозаиленным глинистым дном и водой, поддержание постоянного летнего температурного и гидрохимического режима. Для разведения раков можно использовать специализированные, фермерские, а также небольшие частные и приусадебные участки, на которых имеются водоемы.

По сведениям Р. J. Gutierrez-Yurrita (2005) и С. С. Belle (2010) существует два типа хозяйств по разведению раков - прудовой и заводской. *Cherax quadricarinatus* не требователен к качеству воды: активная реакция в пределах рН 6,5 - 8,5, жесткость от 5 до 20, низкая соленость (<5%), концентрация железа и марганца менее 0,1 мг/л. (Jones С. М., Grady J., 2000). Оптимальная температура воды при содержании 26-28°C. Лимитирующий фактор содержания - понижение температуры ниже 10°C и превышение уровня 36°C. Австралийский рак может выживать при низком содержании кислорода и высоком содержании нитратов (Wingfield M., 2002; Лагуткина Л. Ю., Пономарев С. В., 2010; Нгуен Т.Т., Крючков В. Н., 2013).

Известно, что при прудовом способе выращивания заготавливают производителей и молодей раков в естественных водоемах. Этот способ применяется только в странах с тропическим климатом. Производителей выращивают, и формируют маточные стада непосредственно в прудах в течение летних месяцев, когда температура воды более 25°C (Barki А. с соавт., 2006). Крупные самки дают потомство лучшего качества, чем мелкие, в первом случае крупнее икра и выше выживаемость личинок (Thompson К. R. с соавт., 2004; Thompson К. R. с соавт., 2005). Поэтому для маточного стада рекомендуется отбирать самок массой не менее 150 г из прудов товарного выращивания (Хорошко А.И., Крючков В.Н., 2010).

Лучшие самцы - производители крупные, имеющие большие клешни с красным когтем. Оптимальное отношение самок и самцов в маточном стаде - 4:1 с плотностью 1500 экз./га. В исследовании С. М. Jones с другими учеными, (1998) было показано, что в зависимости от температуры воды и характеристик самок маточного стада ювенильные особи достигают необходимого размера от 5 до 15г за 3-4 месяца.

По заводской технологии выращивания при достижении эмбрионами стадии «глазка» или «пульсации сердца» икру снимают с плеоподов самок и помещают в инкубационные аппараты. После прохождения второй линьки вылупившихся рачков еще два-три дня выдерживают в бассейне, затем, выпускают в выростной пруд, предварительно уравнивая температуру воды в транспортировочной емкости с температурой воды водоема вселения (Gutierrez - Yurrita Р. J., 2005; Bell С. С., 2010).

Для выращивания ювенильных и товарных раков *Cherax quadricarinatus* обычно используют земляные пруды различной площади - чаще всего от 0,05 до 0,5 га, и глубиной 1,0 - 1,5 м. (Jones С. М., Ruscoe I. М., 2001; Wingfield M., 2002). С. Lawrence и С. Jones (2002) доказали, что идеальная среда для обитания австралийских ра-

ков - водоемы с затоками, где хорошо развивается водная растительность (элодея, хара, роголистник, водоросли и др.), покрывающая (только не полностью) дно водоема (Крючков В. Н., Хорошко А.И., 2015).

Большинство ферм в состоянии производить свою молодь в специально приспособленных для производства прудах. Но пруды для производства молоди могут также использоваться и для ее подращивания. Учитывая, что многие фермы покупают молодь для подращивания в своих прудах, некоторые из них начали специализироваться на ее производстве, организовав соответствующие хозяйства, но при этом столкнулись с рядом проблем (Romero X., Jimenez R., 2002; McPhee C. P. с соавт., 2004).

В соответствии с «лучшей практикой» фермерских технологий, молодь для образования запасов должна быть по возможности одного размера. R. Manor, C. M. Jones (2002) и I. M. Ruscoe (2001) свидетельствуют, что, контролируя маточное стадо и процессы спаривания, можно обеспечить синхронный выклев молоди и подготовить самок к следующему циклу вынашивания потомства. Такой проект был начат в Королевском отделе первого центра по пресноводному рыболовству в Walkamin, Queensland, в Австралии. Он включал три направления деятельности в закрытом питомнике: обеспечение спаривания, обеспечение вынашивания и контрольную линию (Manor R. с соавт., 2002; Крючков В. Н., Хорошко А.И., 2015).

Температура воды является основным стимулом для спаривания и икрометания у красноклешнёвых раков (Jones C. M., 1990).

C. M. Jones (1990), изучая синхронизацию репродуктивности раков, установил параметры водоема для стимулирования синхронного выклева молоди. При этом температура должна поддерживаться на уровне 27 -28°C с очень небольшими отклонениями. Нитриты, нитраты, уровень CO₂, pH, температура контролируется периодически. Наибольшее из зарегистрированных количество аммонийного азота - 0,02 мг/л, а нитритного - 0,075 мг/л. Это меньше уровня токсичности. Самцы и самки должны содержаться отдельно не менее 2 недель перед спариванием и икрометанием (Meade M. E., Watts S. A., 1995).

Как отмечали Л. Ю. Лагуткина и С. В. Пономарев (2010), для стимулирования одновременного получения потомства самцов и самок разделяют на срок не менее недели - 10 дней, температура - 17°C, свет 10 день/14ночь. После этого периода постепенно поднятие температуры на 1-2 °C в день до оптимума и свет 14/10 и соотношение полов из расчета 2-3 самки на 1 самца.

Удлинение сезона выращивания происходит за счет времени, когда молодь подращивается в контролируемых условиях до посадки в пруды. Но такое содержание молоди в течение более чем трех месяцев становится слишком дорогим. Другой способ увеличения размеров раков при вылове - снижение плотности. Однако, при этом снижается и общий урожай, т. к. биомасса связана с плотностью посадки прямой линейной зависимостью. Кроме того, раздраженная посадка раков более выгодна при поликультуре с различными видами рыб (Правдин И. Ф., 1966).

Морфология ракообразных. Среди прочих членистоногих сегментация ракообразных характеризуется наибольшим разнообразием. Как правило, у них выделяются три отдела тела - голова, грудь и брюшко. Количество сегментов, входящих в состав тела ракообразных, подвержено сильным вариациям: от 5-8 до 50. В процессе эволюции ракообразных, как и других групп членистоногих, происходило уменьшение числа сегментов (Буруковский Р.Н., 2010).

Головной отдел обладает постоянным сегментарным составом, и у всех раков включает в себя акрон с хорошо развитыми антеннулами и 4 сегмента. Первый из них - антеннальный - несет вторую пару усиков - антенны. Три же последующих сегмента снабжены видоизмененными конечностями, служащими, как правило, для захватывания и перетирания пищи (Догель В. А., 1981).

В состав груди и брюшка у различных форм входит неодинаковое число сегментов. У высших раков количество сегментов становится постоянным: в состав груди у них всегда входит 8, а в состав брюшка - 6 сегментов. Следовательно, общее число их, считая с головными сегментами, равно 18. Заканчивается брюшко ракообразных анальной лопастью или тельсоном, где часто располагаются парные придатки, образующие вилочку, или фурку (Коровчинский Н. М., 2004).

У более примитивных форм сегменты каждого отдела тела остаются свободными и явно отделены друг от друга; у других же они сливаются воедино. При этом часть сегментов одного отдела может присоединяться к соседнему. В этом отношении большое разнообразие наблюдается в строении головы раков. Довольно часто сохраняется еще очень древнее расчленение головного отдела - самый передний его участок, состоящий из слившихся акрона и первого антеннального сегмента, он резко отделен от остальных сегментов. Этот участок, называемый первичной головой, или протоцефаломом, несет глаза и обе пары антенн.

У некоторых специализированных форм можно наблюдать противоположную картину, у которых головные сегменты не только сливаются друг с другом, но к ним присоединяются еще 1 или 2 грудных сегмента. Все вместе они образуют единое компактное целое (Догель В. А., 1981).

Голова ракообразных несет ряд придатков, имеющих различное происхождение, к которым иногда присоединяются также особые непарные выросты ее стенок (Буруковский Р.Н., 2010).

Ротовое отверстие спереди прикрывается особой непарной кутикулярной складкой - верхней губой. Очень часто спинной и боковые края заднего сегмента головы сильно выдаются в виде плоских выростов, образуя так называемый головной щит, или карапакс. Во многих случаях карапакс сильно разрастается назад и может более или менее полно закрывать со спинной стороны и с боков сегменты туловища, а иногда образует даже двустворчатую раковину, в которой помещается все тело (Коровчинский Н. М., 2004).

Парные придатки головы представлены антеннулами и четырьмя парами видоизмененных конечностей. Антеннулы, или антенны I, принадлежат головной лопасти - акрону - и гомологичны пальцам *Polychaeta*. Они иннервируются от средней части мозга - дейтоцеребрума, и расположены на передней стороне головы, впереди ротового отверстия. Антеннулы обычно одноветвисты. Лишь у некоторых высших раков они вторично расщепляются на две (например, у речного рака) или даже на три ветви. Чаще всего антеннулы функционируют как органы осязания и обоняния, хотя иногда служат и для плавания (Догель В. А., 1981)

На следующих за акроном сегментах располагаются уже настоящие конечности, гомологичные параподиям кольчецов. Из всех членистоногих у раков сохраняется наиболее примитивный тип строения ножек, которые во многих случаях двуветвистые, чем они напоминают параподии полихет. Такая конечность состоит из расчлененного основания - протоподита, от конца которого отходят 2 ветви: внутренняя, более близкая к медианной линии тела - эндоподит, и наружная - экзоподит (Коровчинский Н. М., 2004). Кроме того, протоподит несет особые выросты - эпиподиты, выполняющие функцию органов дыхания - жабр.

Исходный тип конечности претерпевает, однако, значительные изменения, связанные, в первую очередь, с дифференциацией функций: питание, передвижение и т. п. Последнее обстоятельство является причиной того, что конечности, расположенные на разных отделах тела, иногда довольно сильно отличаются друг от друга (Буруковский Р.Н., 2010).

Антенны вторые, или просто антенны, представляют конечности первого головного сегмента. Они иннервируются от тритоцеребральной части мозга, а у примитивных раков - даже от окологлоточных коннективов. Антенны играют различную роль. У большинства высших раков это органы чувств (Догель В. А., 1981). Так, у речного рака эндоподит антенны образует длинный членистый чувствительный «бич», тогда как экзоподит имеет вид короткой защитной пластинки.

За антеннами II следует три пары конечностей остальных сегментов головы. Вторая пара головных конечностей, жвалы или мандибулы, играют главную роль в размельчении пищи. У характерной личинки многих ракообразных - науплиуса - это типичная двуветвистая конечность, основание которой обладает особым жевательным отростком. Во взрослом состоянии такая форма мандибул сохраняется редко. Обычно обе ветви редуцируются (или эндоподит сохраняется в виде короткого щупика), а протоподит вместе с его жевательным отростком образует толстую зазубренную верхнюю челюсть, к которой прикрепляются мощные мышцы. За мандибулами располагаются конечности третьего и четвертого головных сегментов - две пары нижних челюстей, или максиллы первые и максиллы вторые. Они чаще всего имеют вид нежных листообразных ножек с несколько редуцированными ветвями и с жевательными отростками на члениках протоподита (Коровчинский Н. М., 2004).

Грудные конечности раков очень разнообразны и зачастую выполняют различные функции. Во многих случаях, однако, они являются органами движения (плавание, передвижение по твердому субстрату). Часто конечности бывают двуветвисты, но нередко экзоподит редуцируется (например, у речного рака). У большого числа форм ножки одного - трех передних грудных сегментов принимают участие в поддержании пищи и ее размельчении. В этом случае они становятся более или менее похожими на нижние челюсти и, соответственно, называются ногочелюстями (Догель В. А., 1981).

Брюшные конечности у высших раков несут не двигательную, а какую-нибудь иную функцию: дыхательную, органов совокупления и т. д. У многих десятиногих раков (отр. Decapoda) последняя пара брюшных двуветвистых конечностей превратилась в мощные пластинчатые хвостовые ноги, играющие вместе с уплощенным тельсоном важную роль при плавании задом наперед (Буруковский Р.Н., 2010).

Покровы ракообразных состоят из кутикулы и подлежащих слоев: гиподермального эпителия (гиподермы) и базальной мембраны. Кутикула, выделяемая клетками гиподермы, представляет собой сложное образование, состоящее из нескольких слоев. В перифериче-

ских слоях кутикулы откладывается известь, в результате чего покровы у многих видов становятся более жесткими и прочными. Внутренний слой состоит в основном из мягкого и эластичного хитина. У *Crustacea* отсутствует самый наружный слой кутикулы, препятствующий испарению воды из организма, что связано с первичноводным образом их жизни. Эта особенность сохраняется и у тех форм, которые перешли к жизни на суше. Поэтому обитают они только в тех местах, где влажность воздуха близка к полному насыщению (Коровчинский Н. М., 2004).

Кутикула выполняет функции наружного скелета. У мелких низших форм этот скелет большей частью остается довольно мягким и прозрачным, у высших нередко кутикула становится более толстой и превращается в твердый панцирь. Скелет имеет двойное значение: во-первых, он защищает животное от внешних воздействий, и, во-вторых, дает точки опоры для прикрепления различных мышц. Местами на внутренней поверхности скелета образуются отростки в виде гребней и перекладин, которые служат специально для прикрепления мускульных пучков (Догель В. А., 1981).

Мускулатура ракообразных состоит из поперечнополосатых волокон. Она не образует сплошного кожно-мускульного мешка, но распадается на отдельные более или менее мощные мышечные пучки, соединяющие между собой различные точки внутренней поверхности скелета. Мышцы располагаются чаще всего так, что один конец мускула прикрепляется к стенке одного сегмента тела или членика конечности, другой - к стенке другого. У раков, обладающих двустворчатым панцирем, имеется особая замыкательная мышца, идущая от одной створки к другой, поперек тела. Полость тела представлена миксоцелем (Буруковский Р.Н., 2010).

Морфометрический и таксономический анализ ракообразных. Производство красноклешневых раков является экономичным процессом. Благодаря большому количеству биологических и физических свойств рака, а также его коммерческой ценности, имеет преимущества над другими классами ракообразных, что делает его превосходным объектом для разведения и выращивания (Борисов Р. Р. с соавт., 2013).

При разведении австралийских раков (*Cherax quadricarinatus*) необходимо иметь комплекс их морфологических и морфометрических показателей, т. к. именно этим определяется экономическая эффективность и возможность самого разведения объекта. С помощью морфометрических показателей можно контролировать темп роста австралийского рака, содержание мяса в абдоминальной части тела, как важный потребительский признак.

Для определения средних значений экстерьерных (морфометрических) признаков В. Н. Скворцов (1979) уделил особое внимание пластическим признакам, используемым при оценке мясистой раков - длине и ширине первой пары клешней, ширине абдомена (брюшко, «шейка» раков), длина тела, которая также положительно коррелирована с плодовитостью самок. В данной работе использовалась полная, или зоологическая, длина тела раков - от конца рострума до дистального края тельсона без учета длины щетинок, обрамляющих тельсон. Так как раки часто утрачивают одну или обе клешни, которые после регенерации имеют гораздо более узкую форму, измерялись только хорошо развитые клешни типичного вида, а число раков с дефектами клешней подсчитывалось. Большая часть измерения экстерьерных признаков сделана на живых раках в процессе бонитировки и отбора производителей в маточное стадо.

Для характеристики экстерьера раков из разных популяций по пластическим признакам использовали так называемые «случайные выборки», включающие всех или большинство выловленных из конкретной популяции особей. Для анализа выявлены межпопуляционной изменчивости по каким-либо сопряжено изменяющимся признакам, которая могла возникнуть под влиянием третьего признака, например длины тела, рассчитывали коэффициенты парной прямолинейной корреляции (r) между каждым из них и длиной тела, и коэффициент частной корреляции (r') между сопряжено изменяющимися признаками. Достоверность коэффициентов корреляции, а также разностей между выборочными средними по морфометрическим признакам в индексной форме определялись принятыми статистическими методами.

Изучаемые популяции различались по размерному составу, а длина тела, в свою очередь, определяла значение средних величин многих пластических признаков, даже выраженных в индексной форме; при анализе межпопуляционной изменчивости использовались выборки из одноразмерных особей. В «одноразмерные» выборки попадали (по случайному принципу) раки из размерных классов, имеющих в обеих выборках. Количество особей в выборках по совпадающим размерным классам определялась минимумом численности в одном из них. Подобные сравнения проводились только по самцам, которым при оценке потребительского качества и в таксономии раков уделяют особое внимание.

При изучении экстерьерных признаков длиннопалого рака Александрова Е. Н. (2005) выделила длиноклешневые и короткоклешневые популяции, которые отличались между собой и по ряду таксономических признаков.

Длинноклешневыми были раки из валдайских озер, а также из двух изолированных озер бассейна Средней Волги - карстового оз. Табашино, расположенного неподалеку от Волго-Вятского водораздела, и являющегося центром разгрузки подземных вод, и оз. Молевого, имеющего временную связь с р. Большой Кундыш. Короткоклешневыми были раки из популяции р. Рутки и небольших карьеров Верхней Волги. Река Рутка - левобережный приток первого порядка Волги в среднем течении с ресурсом речных вод 0,197 - 0,307 км³/год. Песчаный карьер в бассейне р. Сестры, водоем недавнего происхождения, ряд обитателей которого, вероятнее всего, попал в него из оз. Сенеж и р. Сестры, связанных с Верхней Волгой.

У самцов из длинноклешневых популяции абдомен был более узким. Самки группировались аналогичным образом в отношении длины клешни, но не отличались по ширине абдомена. Плодовитость самок из длинноклешневых популяций была ниже подобных самок из короткоклешневых популяций.

Среди длинноклешневых и короткоклешневых популяций были выявлены популяции с крупными и маленькими половозрелыми раками. Измельчание популяций длинноклешневых и короткоклешневых раков сопровождалось уменьшением их плодовитости. Самцы из измельчавших длинноклешневых популяций отличались от самцов этой группы более длинной и узкой клешней, сужения абдомена у них не наблюдалось; плодовитость половозрелых самок была пониженной. У короткоклешневых раков, измельчавшей популяции из карьера р. Сестры, плодовитость по сравнению с раками из р. Рутки также была более низкой.

Ближе всего к таксономическим описаниям *Pontastacus l. leptodactylus* были признаки раков из р. Рутки, хотя длина их клешни становилась равной длине карапакса только у 55% самцов при длине тела > 13 см. Видовую принадлежность раков из озер бассейна р. Мсты, а также из карьера р. Сестры не удалось определить, так как совокупность особенностей их таксономических признаков отличалась от содержащихся в описаниях. В связи с этим приведены оригинальные описания и рисунки таксономических признаков раков из этих водоемов.

Изложенные материалы свидетельствуют о наличии значительных различий между популяциями длинопалого рака, который обитает в разнообразных по условиям водоемах озерно-речных систем Верхней и Средней Волги, в ледниковых и карстовых озерах и формирует достаточно изолированные популяции. Последнее обстоятельство, в свою очередь, также способствует проявлению и закреплению различий в генофондах популяции *P. leptodactylus*.

Для сохранения разнообразия генофонда *P. leptodactylus* и ценных его популяций, адаптивных условиям лесной зоны России, где раки особенно подвержены неблагоприятным воздействиям, будет иметь большое значение при создании питомников в раководных хозяйствах и заказниках.

Материалы и методы. Изложенные в статье исследования выполнялись в Астраханском государственном техническом университете на кафедре гидробиологии и общей экологии в 2015-2017 годах. Экспериментальная часть работы проводилась на базе малого инновационного предприятия «Эко-тропик».

Объектом исследования являлся австралийский красноклешнёвый рак *Cherax quadricarinatus*. Обитает в реках на северо-западе штата Квинсленд и Северной территории Австралии, был обнаружен также в Папуа-Новой Гвинее.

Окраска варьирует в зависимости от местообитания. Тело состоит из трёх отделов - головогруди, переона и плеона. Австралийский рак неприхотлив и переносит неблагоприятные условия, широкий диапазон параметров воды для содержания. При высоких плотностях посадки не агрессивен, миролюбив, не копающий нор вид (Лагуткина Л.Ю., Пономарев С. В., 2008; Борисов Р. Р. с соавт., 2013).

Представляем научную классификацию раков.

Царство: Животные

Тип: Членистоногие (*Arthropoda*)

Подтип: Ракообразные (*Crustacea*)

Класс: Высшие раки (*Malacostraca*)

Отряд: Десятиногие ракообразные (*Decapoda*)

Семейство: *Parastacidae*

Род: *Cherax*

Вид: *Cherax quadricarinatus*

Латинское название: *Cherax quadricarinatus* (Догель, В. А., 1981).

Основные характеристики австралийского рака показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика австралийского рака

Показатели	Значение
Максимальная длина	20 см
Максимальная масса	500 гр.
Возраст наступления половозрелости	6-7 мес.
Рабочая плодовитость самок	500 шт
Продолжительность жизни	5 лет
Длительность выращивания до товарной массы	6-9 мес.

Методы исследования. Австралийские раки содержались на научно-производственной базе ООО «Эко-тропик». В холодное время года их содержат в тёплом помещении, в установках замкнутой системы водообеспечения (УЗВ) и в аквариумах, где от взрослых производителей получают потомство, подращивают его и в начале лета выпускают в рыбоводный пруд для летнего выращивания. В г. Астрахани 5 - 7 поколений раков содержатся в искусственных условиях, в ходе процесса доместикации они прошли стихийный, чётко не ориентированный предварительный отбор, сохраняющий наиболее полезные в данных условиях содержания признаки и свойства.

Основным методом при выполнении исследований был морфометрический. Определялись следующие показатели: масса, общая или абсолютная длина (от конца рострума до конца тельсона), промысловая длина (от глазной выемки до конца тельсона), длина абдомена, ширина абдомена, длина карапакса, ширина карапакса. Масса определялась с точностью до 0,01 г. Морфометрические показатели – с точностью до 0,5 мм. Размеры исследованных австралийских раков были в пределах от 5 до 180 мм. Возраст от личиночной стадии до 15 месяцев.

Раки, предназначенные для морфометрических исследований (возраст от 3 до 6 месяцев в зависимости от времени рождения), содержались в условиях установки замкнутого водоснабжения (УЗВ). Анализ раков после летнего прудового выращивания производился по окончании спуска пруда, так как в процессе выращивания поймать необходимых раков для анализа не представлялось возможным (Александрова Е. Н., 2005).

Дополнительно определялись относительные показатели (индекс длины, ширины абдомена и длины, ширины карапакса), в котором рассчитывались значения показателей к общей длине тела австралийского рака, выраженных в процентах (Александрова Е. Н., 2005).

Всего морфометрическому анализу было подвергнуто более 900 раков различного возраста и размера. Схема промеров представлена на рисунке 1.

Полученные результаты обработаны методами биометрической статистики (Лакин Г. Ф., 1990).

Результаты исследования. В связи с тем, что австралийский рак является новым объектом культивирования, прежде всего, необходимо показать его преимущество в сравнении с аборигенными видами, которые давно используются промыслом, либо культивируются в хозяйстве по типу озерных.

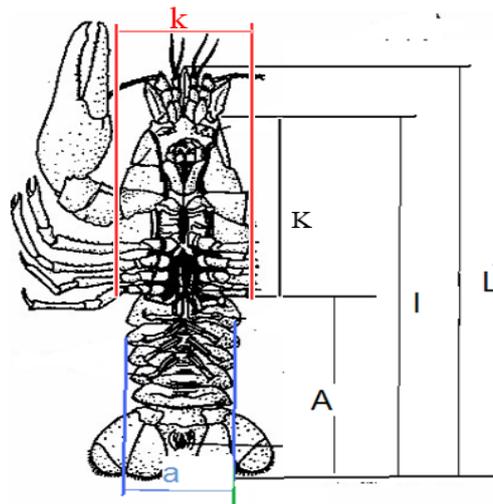


Рисунок 1 – Схема промеров австралийского красноклешнёвого рака
 L – абсолютная длина тела, l – промысловая длина, А – длина абдомена (хвостового отдела), а- ширина абдомена, К - длина карапкса, k - ширина карапкса

Для объекта товарного выращивания важную роль играют его потребительские свойства. Для раков размер (длина, масса) является основным показателем, определяющим цену продукции. При этом немаловажное значение имеет и соотношение частей тела, определяющее долю мяса (съедобных частей) в общей массе тела.

Такие характеристики речных раков встречаются в специальной литературе (табл.2) (Александрова Е. Н., 2005).

Таблица 2 – Потребительские характеристики речных раков
 (по Александровой Е. Н., 2005)

Показатели	Таксономические формы речных раков			
	Pontastacus sp.	Pontastacus salinus	Pontastacus leptodactylus	Astacus astacus
Мясо в клешнях и абдомене, в % веса тела, в т.ч.				
Самцы	22,5	15,2	16,2	19,2
Самки	21,2	17,1	14,7	18,1
Соотношение мяса в клешнях и абдомене, %				
Самцы	59:41	49:51	66:34	53:47
Самки	41:59	32:68	27:73	34:66
Колебания длины тела раков в выборках, мм	79-136	74-123	102-128	83-130
Количество исследованных экземпляров	126	28	21	82

У австралийского рака, независимо от физиологического состояния, имеется в виду линька, даже один только abdomen по мясистой превосходит целого речного рака – в среднем 25% от массы тела, против 18-20% у речного рака. Общее содержание мяса в абдомене и клешнях австралийского превышает 30% (табл.3).

Таблица 3 – Средние показатели потребительских характеристик у взрослых австралийских раков

Показатель	Самки	Самцы
L промысловая, мм	100-146	100-150
Масса тела, г	66,2	65,3
Мясо клешней к общей массе, %	6,2	8,7
Мясо абдомена к общей массе, %	24,8	26,0
Соотношение мяса в клешнях и абдомене, %	20:80	25:75
Выход мяса, (клешни+абдомен) к массе тела, %	31,2	34,6
Обследовано особей, экз.	8	5

Рост раков зависит, прежде всего, от температуры и состава воды, наличия корма и плотности обитания раков в водоеме.

Результаты экспериментального выращивания молоди раков в условиях аквариального комплекса демонстрируют динамику роста в течение первых 100 дней жизни молоди, начиная от личинки 1 стадии развития (Черкашина Н.Я., 2007). Построив по этим данным кривые роста, можно получить довольно наглядное сравнение этих процессов у австралийских раков и длиннопалых раков.

Судя по представленному графику (рис. 2), австралийский рак, в первые два месяца жизни отстаёт от длиннопалого, но уже с третьего месяца опережает его по массе тела. К концу рассматриваемого периода австралийский рак достигает массы 7 г, а длиннопалый – 4,3 г.

Следует заметить, что данные по австралийскому раку получены в аквариальных условиях.

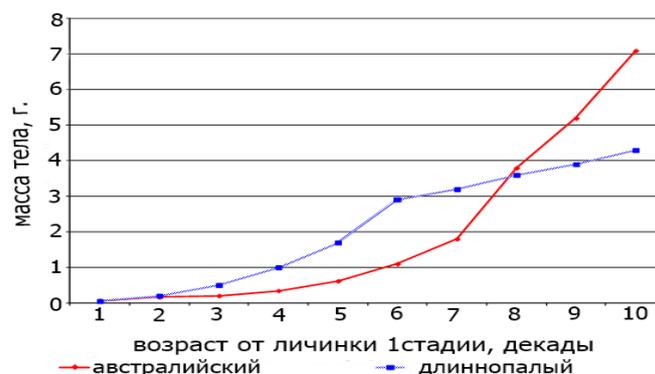


Рисунок 2 – Динамика роста молоди австралийского и длиннопалого рака в первые 100 дней жизни (австралийский – собственные данные, длиннопалый - Черкашина Н. Я., 2007)

Согласно таблице 4, восьмого июля были посажены личинки первой стадии средней массой $1,7 \pm 0,11$ г, к концу сентября, во время облова, средняя масса австралийского рака достигла $86,4 \pm 4,1$ г.

Таблица 4 – Результаты выращивания австралийского рака в прудовых условиях летом 2016 г.

Место выращивания	Посадка		Облов		Длительность выращивания, дней	Средний прирост за сезон, г
	Дата посадки	Средняя масса, г	Дата облова	Средняя масса, г		
Пруд	08.07.16	$1,7 \pm 0,11$	25.09.16	$86,4 \pm 4,1$	78	$84,7 \pm 4$

Сравнив результаты выращивания австралийского рака в пруду и закрытой системе, можно увидеть, что в пруду условия для роста и развития раков значительно лучше.

Также сравнивалась закономерность длины-массы тела австралийского и длиннопалого раков.

Согласно графику, при одинаковой длине тела, масса тела австралийского рака значительно превосходит длиннопалого. Это определяет товарную ценность австралийского рака.

Максимальный возраст австралийских раков, которые в течение двух лет содержатся в качестве производителей, поэтому проследить у них аналогичную динамику роста невозможно. Но, при этом, сравнение даже двухгодовиков австралийского рака с 10-летним длиннопалым будет не в пользу последнего. При одинаковой длине тела, масса у австралийского рака будет больше, чем у длиннопалого (рис. 3). Данные по длиннопалому раку взяты из литературных источников (Черкашина Н.Я., 2007).

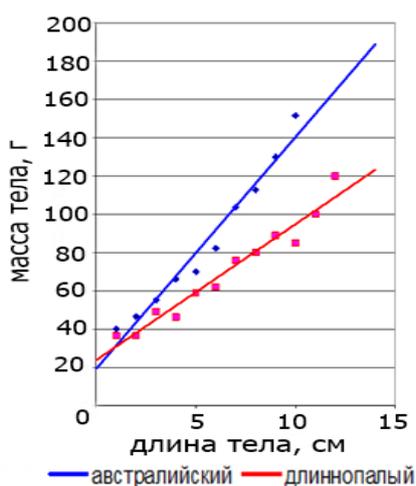


Рисунок 3 – График зависимости «длина - масса» у длиннопалого и австралийского рака (австралийский – собственные данные, длиннопалый - Черкашина Н. Я., 2007)

Таким образом, выращивание в пруду является более благоприятным условием для роста и развития раков, чем в закрытой системе. В первый год жизни австралийский рак значительно превосходит длиннопалого по темпу роста и массе тела. Это является основным преимуществом при выращивании австралийских раков.

Изучение соотношения размерного и весового роста австралийского рака. Большинство водных животных растут непрерывно в течение всей жизни, но темпы роста на разных стадиях онтогенеза могут изменяться. В частности, в раннем возрасте темпы роста длины тела и массы очень высоки, но по мере достижения половой зрелости они начинают снижаться и ещё больше замедляются, когда организм начинает активно выполнять репродуктивные функции, т. е. размножаться.

У рыб, например, эти закономерности чётко коррелируют с возрастом и даже отражаются на структуре чешуи, что позволяет довольно точно определять условия жизни в тот или иной период существования организма. У раков таких анатомических и морфологических структур нет. Многократная смена панциря не оставляет твёрдых маркеров, что не позволяет чётко и однозначно определить возраст рака. Поэтому единственный более-менее объективный способ оценки возраста – использование эмпирических кривых длина-масса, полученных на раках, выращенных в искусственных условиях, и для которых известен фактический возраст (Буруковский Р. Н., 2010).

Использование таких кривых может быть полезно при оценке влияния разных условий жизни на рост раков. Такую эмпирическую кривую можно видеть на рисунке 4.

Она построена по данным о длине тела и массе взрослых австралийских раков. Зависимость между длиной и массой раков может быть описана уравнением:

$$y = 0,0576x^2 + 0,0152x + 7,8607.$$

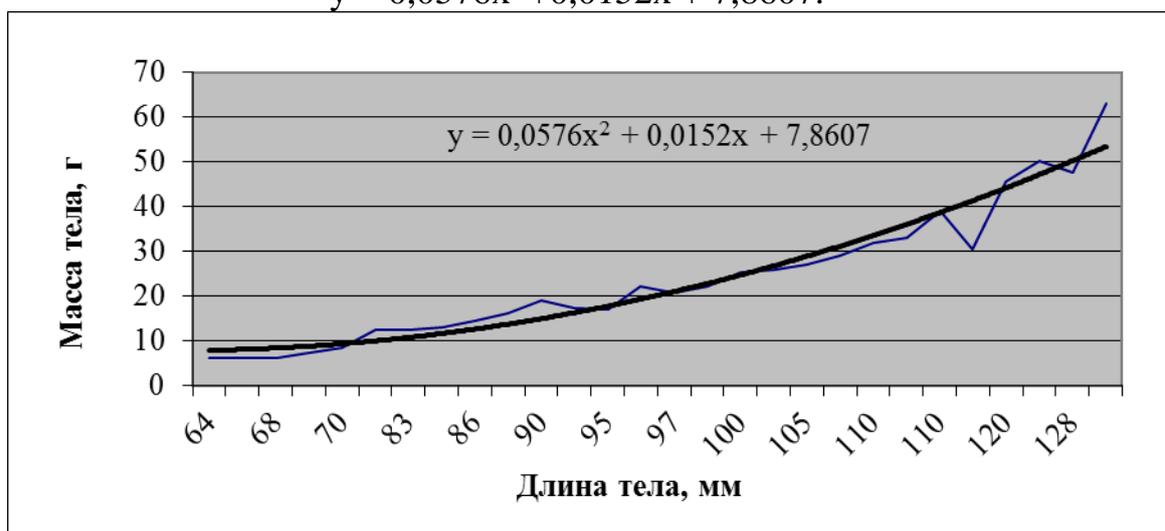


Рисунок 4 – Зависимость длина - масса у взрослых красноклешневых раков массой от 10 до 60 г, возраст от 3 до 6 месяцев.

Сходный вид имеет аналогичная кривая для крупных половозрелых производителей. Зависимость длины и массы выражена уравнением $y = 0,1095x^2 - 0,922x + 89,472$.

На рисунке 5 показано, что австралийский рак в течении 15 месяцев достигает массы 160 г, в отличие от длинопалого рака, который аналогичный вес набирает в течении 4 лет (Александрова Е. Н., 2005). Этот показатель является одним из основных преимуществ австралийского рака.

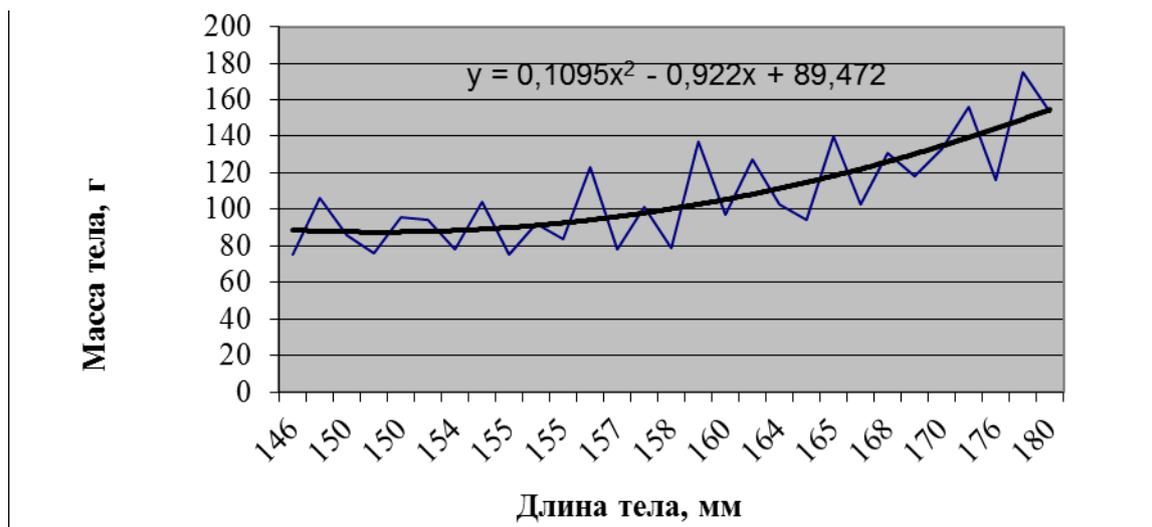


Рисунок 5 – Соотношение массы и длины тела у крупных австралийских раков, массой от 80 до 180 г, возраст от 8 до 15 месяцев.

Также определено соотношение длины-массы тела у молоди раков массой 2-10 г, возраст 1-3 месяца. Данная закономерность отражена уравнением

$$y = 0,0002x^2 - 0,0067x + 2,5579 \text{ на рисунке 6.}$$

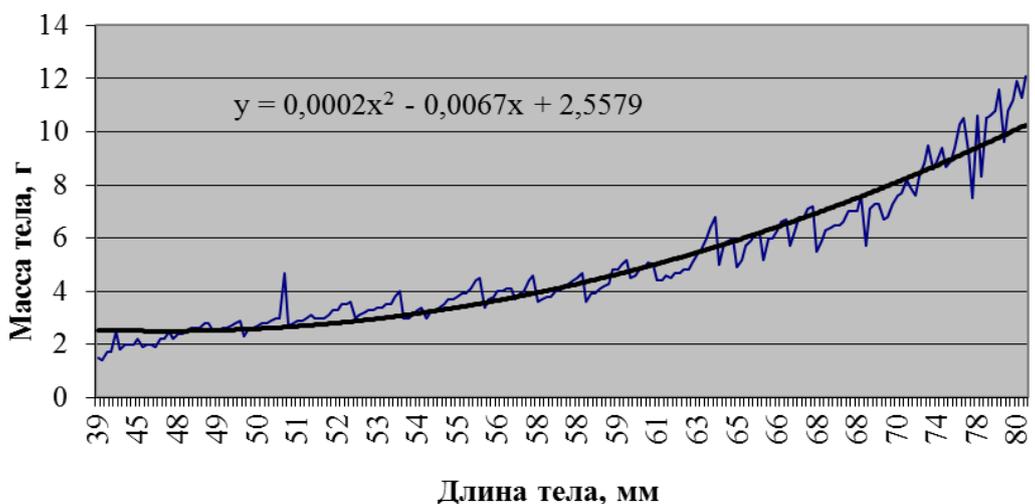


Рисунок 6 – Соотношение длины и массы тела у молоди раков массой от 2 до 10 г, возраст от 1 до 3 месяцев

Исходя из графиков, можно увидеть закономерность, что по мере увеличения линейных размеров, прирост массы возрастает. На примере молоди массой менее 14 г, где выборка составила более 200 шт., линия тренда прослеживается ещё более чётко и убедительно. Применение этих кривых необходимо при оценке влияния разных условий жизни на рост раков.

Таким образом, темп роста, австралийского рака можно контролировать с помощью среднестатистической кривой «длина-масса», которая описывается степенной функцией.

Морфометрическая оценка австралийского рака. Основные потребительские свойства австралийского рака - это его размер, масса и количество мяса по отношению к общей массе.

Основная доля мяса у рака находится в абдомене. Следовательно, морфологически более крупный абдоминальный отдел будет содержать и больше мяса. Исходя из этого, необходимо проводить исследования путём измерения длины и ширины абдоминального отдела рака. А чтобы иметь возможность объективно сравнивать разных особей, нужно выражать этот признак в относительных единицах, как процент от общей длины тела.

При характеристике длины раков пользуются двумя измерениями – это зоологическая длина (от конца рострума, до конца абдомена) и промысловая длина (от середины глазной выемки на головной части карапакса до конца абдомена).

При измерении крупных раков выбор той или иной длины не имеет принципиального значения, так как ошибка измерения будет невелика. В случае с молодью, когда нужно измерять мелких раков, ошибка может существенно возрасти. Поэтому для объективной оценки возможной ошибки сравнивались коэффициенты вариации в достаточно большой выборке измерений молоди раков (табл. 5).

Таблица 5 – Характеристика ошибок индексов в зависимости от показателя длины тела у молоди раков

Индекс, %	М ср	Стандартное отклонение	Коэфф. вариации, %	N
A/L,	54,37	2,80	5,15	210
A/l,	59,92	2,99	4,99	210
a/L,	19,81	1,87	9,49	210
a/l,	21,84	2,17	9,93	210

Обозначения: А – длина абдоминального отдела, а – ширина абдоминального отдела, L – длина тела зоологическая (максимальная), l – длина тела промысловая (от глазной выемки)

Согласно данным, показатели стандартного отклонения и коэффициента вариации при использовании максимальной и промысловой длины практически одинаковы, и можно считать, что в качестве единицы измерения длины для расчёта индексов можно использовать обе эти величины. Было решено применять только одну - зоологическую (максимальную) длину тела.

Направление селекции может быть различной. Селекцию можно вести по темпу роста, так же по потребительскому росту и т. д. Как известно, важнейшие потребительские свойства австралийского рака - это его размер, масса и количество мяса по отношению к общей массе. Значительная доля мяса у рака находится в абдомене. Исходя из этого, мы попытались проследить, изменение индекса длины и ширины карапакса по мере изменения длины тела австралийского рака. В работе использовались не половозрелые раки.

В графическом выражении линия тренда величины индекса длины карапакса выявлено незначительное увеличение, на которой по нарастающей нанесены значения длины тела (рис. 7).

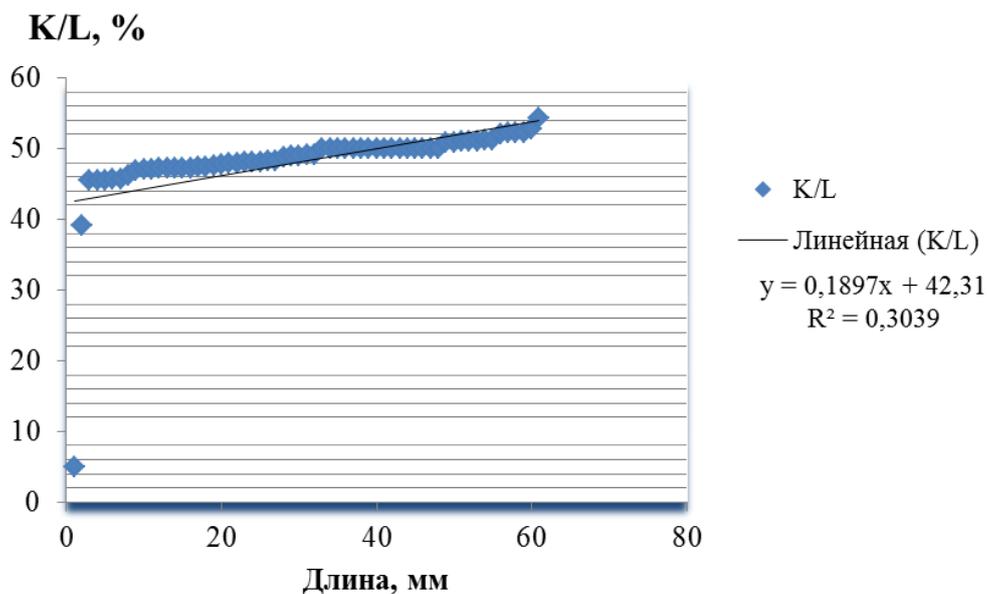


Рисунок 7 – Зависимость индекса длины карапакса (A/L,%) от длины тела австралийского рака

Данная закономерность длины карапакса по мере изменения длины тела отражена уравнением:

$$y = 0,1897x + 42,31 \quad R^2 = 0,3039$$

Закономерность ширины карапакса по мере изменения длины тела имеет аналогичную кривую (рис. 8). Зависимость ширины карапакса относительно длины тела выражена уравнением:

$$y = 0,0886x + 18,145 \quad R^2 = 0,7793$$

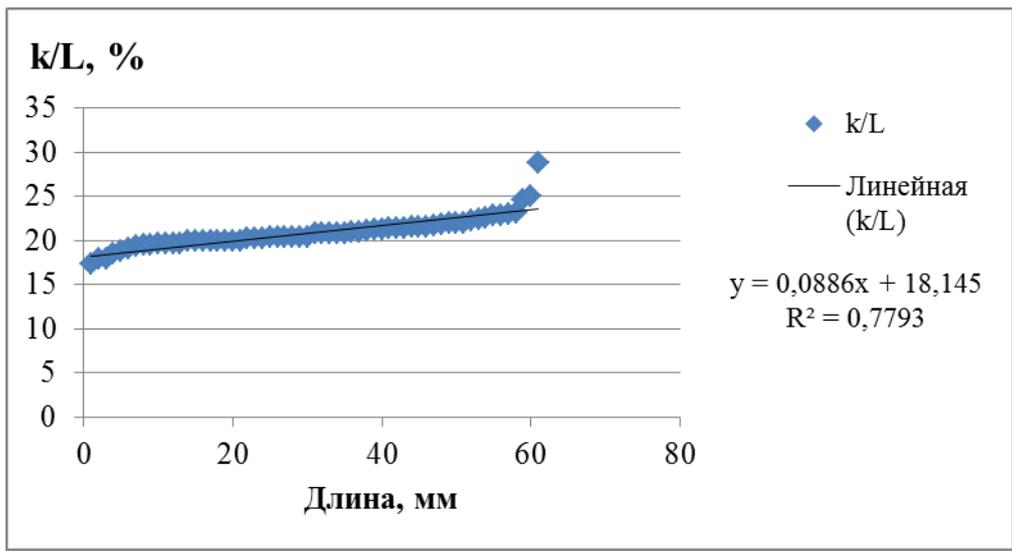


Рисунок 8 – Зависимость индекса ширины карапакса (a/L,%) от длины тела австралийского рака

Это означает, что карапакс австралийского рака в процессе роста сохраняет пропорцию тела.

С помощью данных о величине индекса длины и ширины абдоминальной части рака, прослеживались, есть ли закономерные изменения индексов по мере изменения длины тела. В графическом выражении линия тренда величины индекса располагается практически параллельно горизонтальной оси, на которой нанесены значения длины тела (рис. 9 и 10).

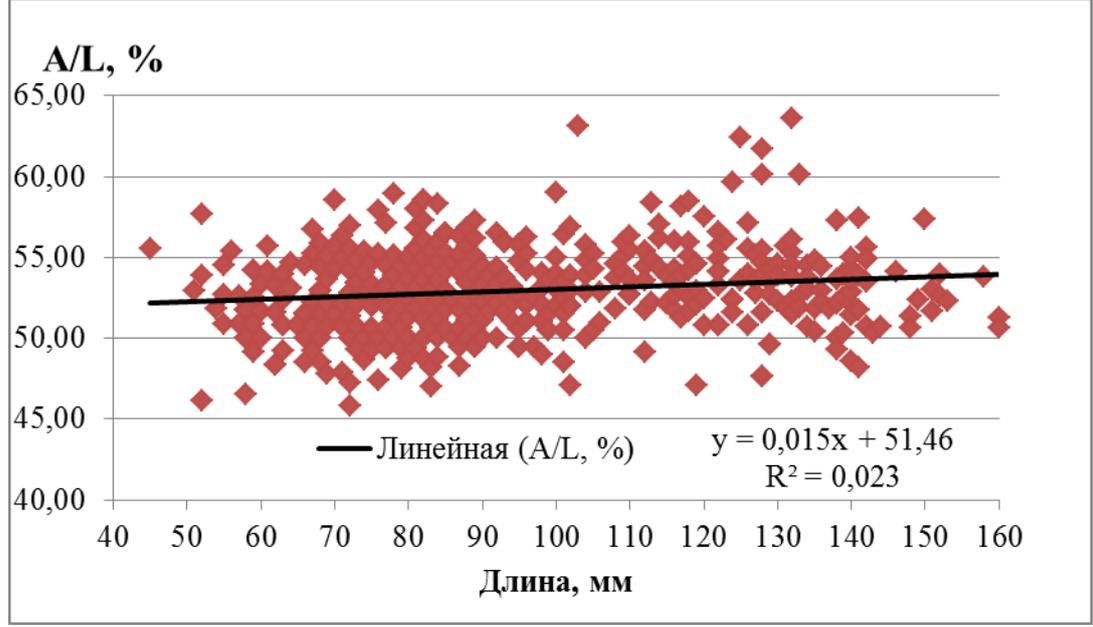


Рисунок 9 – Зависимость индекса длины абдомена (A/L,%) от длины тела австралийского рака

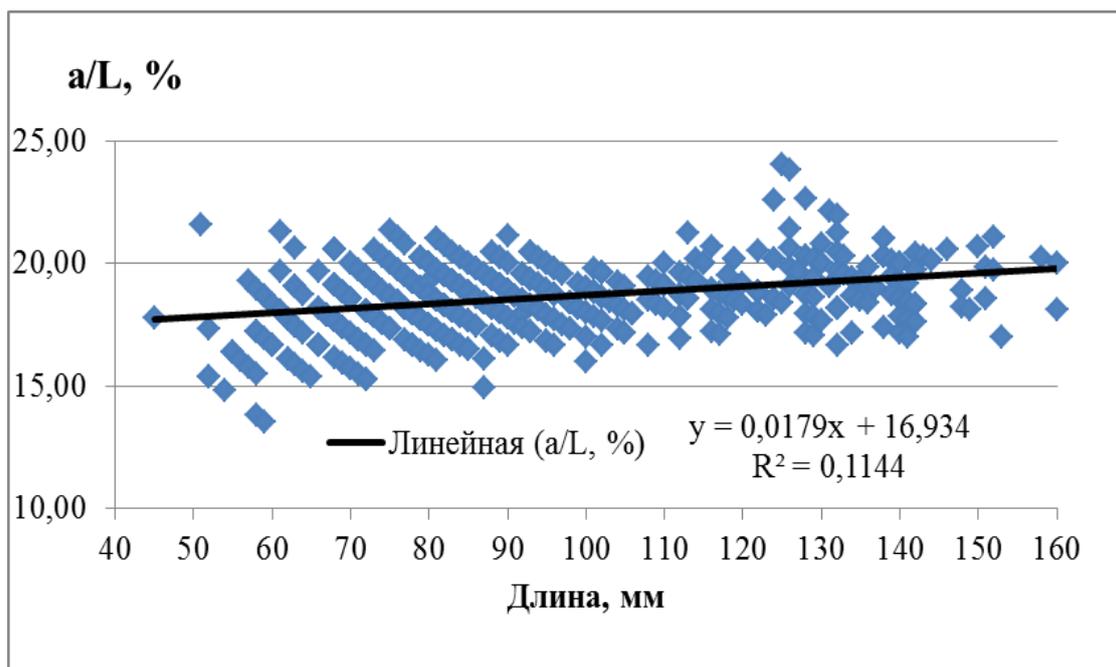


Рисунок 10 – Зависимость индекса ширины живота ($a/L, \%$) от длины тела австралийского рака

На рисунке 9 изображена зависимость длины живота и длины тела. По данным фактического измерения длина живота растет изометрически по отношению к длине тела.

В зависимости ширины живота и длины тела австралийского рака от 50 до 160 мм было выявлено незначительное увеличение ширины живота (рис.10). Например, у длиннопалого рака ширина живота является вторичным половым признаком. Более того, есть сведения, что ширина живота коррелирует с плодовитостью (Александрова Е. Н., 2005).

Таким образом, рост абдоминальной части тела австралийского рака идет в значительной степени изометрически, и объективное сравнение получаемых индексов может проводиться для раков разной длины и, следовательно, возраста.

При анализе роста раков, часто пользуются показателем массы тела, который, соответственно, характеризует размер и потребительские свойства этого объекта. Закономерности прироста массы тела несколько иные, чем для прироста длины, поэтому есть смысл заранее проанализировать функциональную зависимость «масса тела - индекс размера живота».

Такая связь индекса абдоминальной части с общей массой тела представлена на рисунках 11 и 12.

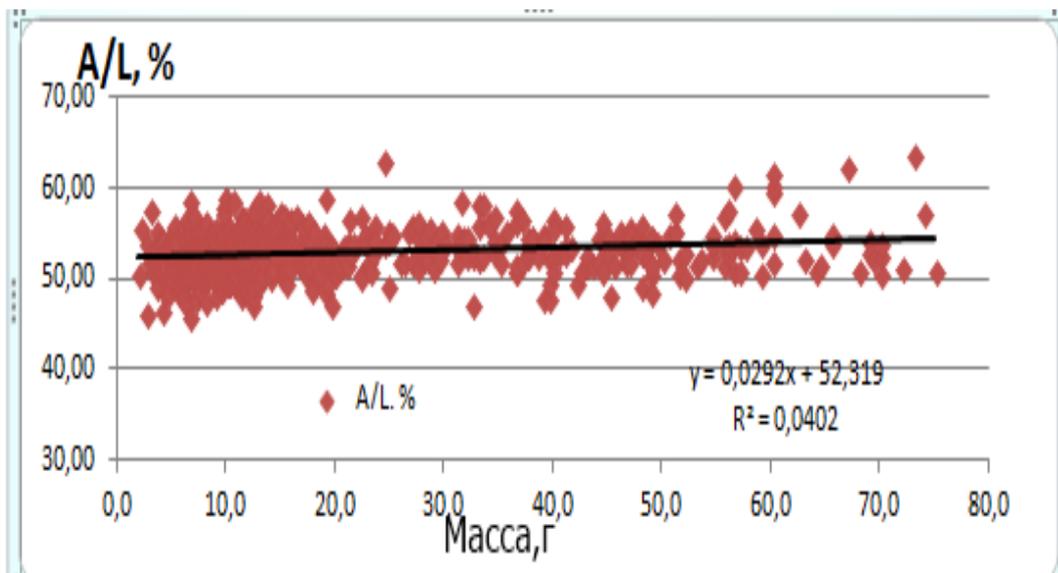


Рисунок 11 – Зависимость индекса длины abdomena (A/L,%) от массы тела австралийского рака

На рисунке 11 прослеживается, что длина abdomena австралийского рака относительно массе тела растет изометрически. На рисунке 12 изображена зависимость ширины abdomena относительно массе тела. В интервале массы австралийского рака от 0 до 80 г., отличающихся между собой на 20-30 г., прослеживается незначительное увеличение массы тела. Рассматриваемая зависимость может представлять линейную функцию, графически расположенную параллельно оси абсцисс. Следовательно, в определённом интервале влиянием массы тела на ширину abdomena можно пренебречь.

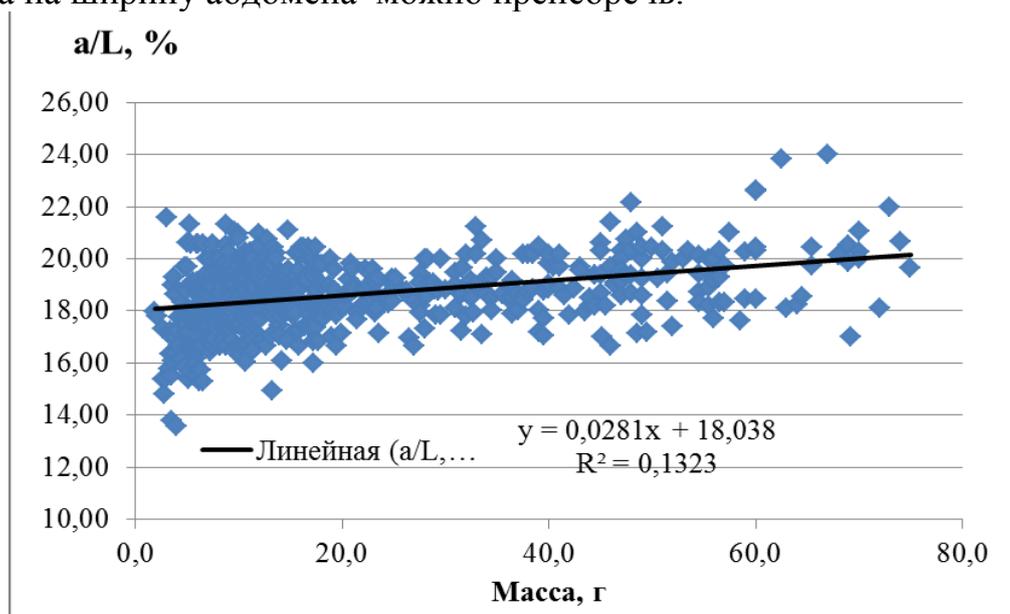


Рисунок 12 – Зависимость индекса ширины abdomena (a/L,%) от массы тела австралийского рака

Таким образом, длина абдомена сохраняется, а ширина не значительно влияет на длину и массу тела австралийского рака.

Исследование морфофизиологических особенностей особей первого селекционного поколения. Особенности распределения встречаемости селекционных признаков у селекционной молодежи первого поколения.

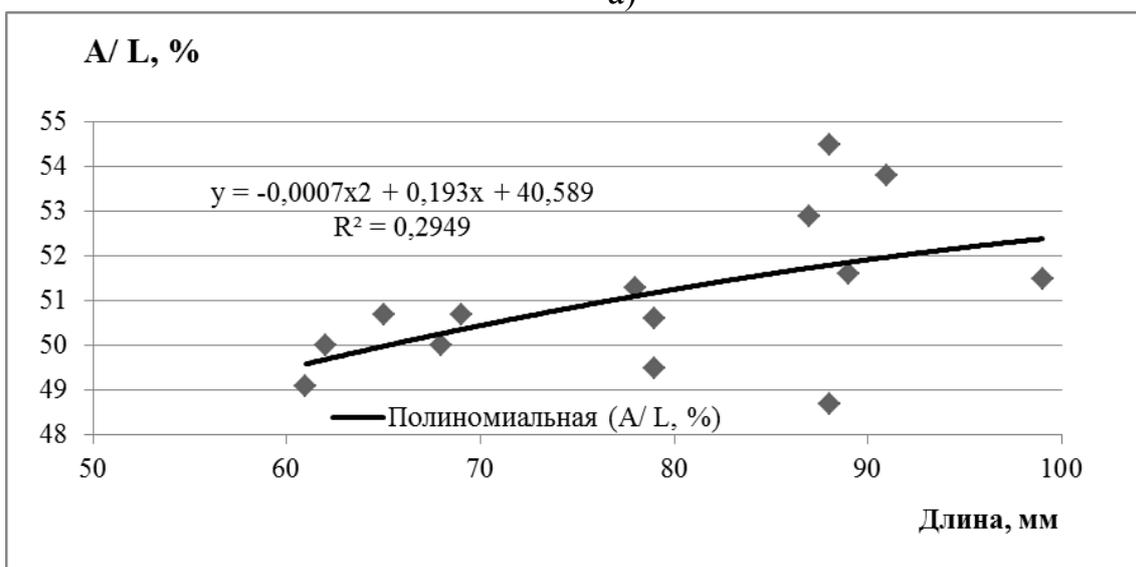
При обосновании выбора селекционных признаков, а также в процессе формирования исходного селекционного стада, исследовали зависимость выбранных индексов от размеров тела неселекционных раков (молоди и взрослых). Этот вопрос имеет принципиальное значение при организации массового отбора по морфологическим признакам, так как в случае изменения пропорций тела, в частности, индексов длины и ширины абдомена по мере роста рака (аллометрический рост), численное значение селекционного критерия должно меняться. К счастью, оказалось, что тропические раки характеризуются изометрическим характером роста, т.е. пропорции тела сохраняются в течение первого года жизни, что значительно облегчило организацию и анализ результатов всего процесса отбора.

Однако, направленно отбирая для размножения особей с пропорциями тела, достоверно отличающимися от основной массы раков, мы могли непреднамеренно отобрать тех особей, у которых может в определённых пределах наблюдаться аллометрический рост, при котором пропорции тела изменяются, т.е. отдельные части тела растут неравномерно. Причём, если этот признак наследуется, то он может проявиться и у селекционного потомства. В этом случае отбор, базирующийся на показателях, учитывающих только изометрический рост, будет менее объективным, по крайней мере, по пропорциям тела.

Для того, чтобы подтвердить обоснованность выбранного нами критерия селекционного отбора, проанализировали изменчивость индексов A/L и a/L у молодежи первого селекционного поколения в зависимости от линейных и весовых показателей роста. Такое исследование проведено в феврале 2016 года, когда первое селекционное потомство австралийского рака, после проведённого отбора лидеров по росту, в возрасте трёх месяцев достигло массы более 2-3 г.

Зависимость индексов длины и ширины абдомена в зависимости от длины и массы тела молодежи, полученной от «селекционной» самки показана на рисунках 13 и 14.

а)



б)

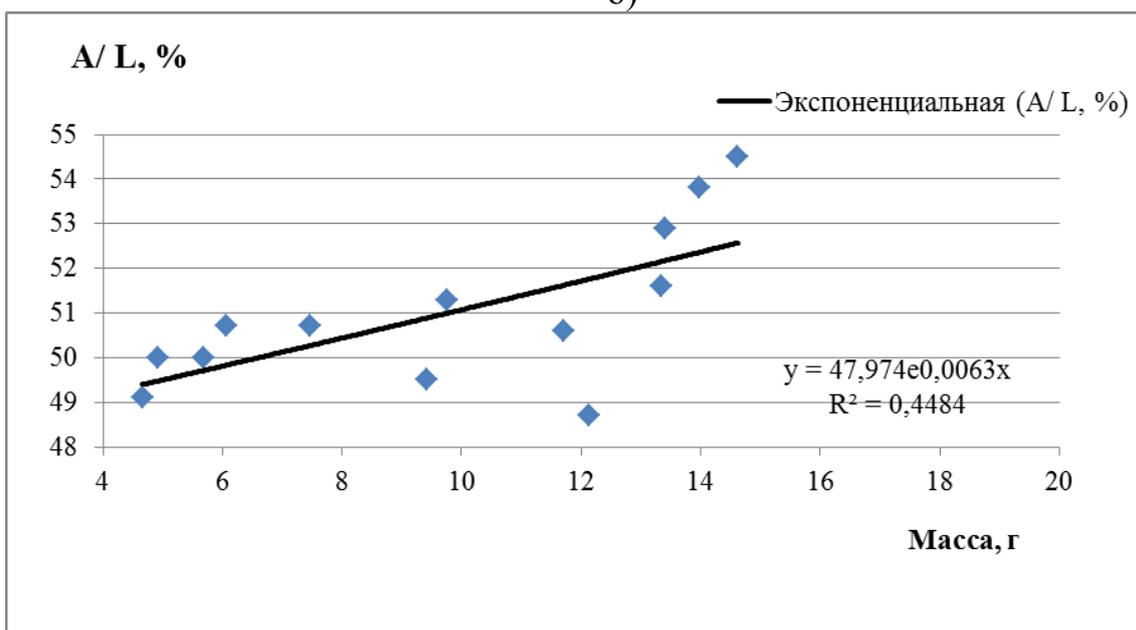


Рисунок 13 – Изменение индекса длины abdomena в зависимости от длины (а) и массы (б) тела у селекционной молодежи первого поколения

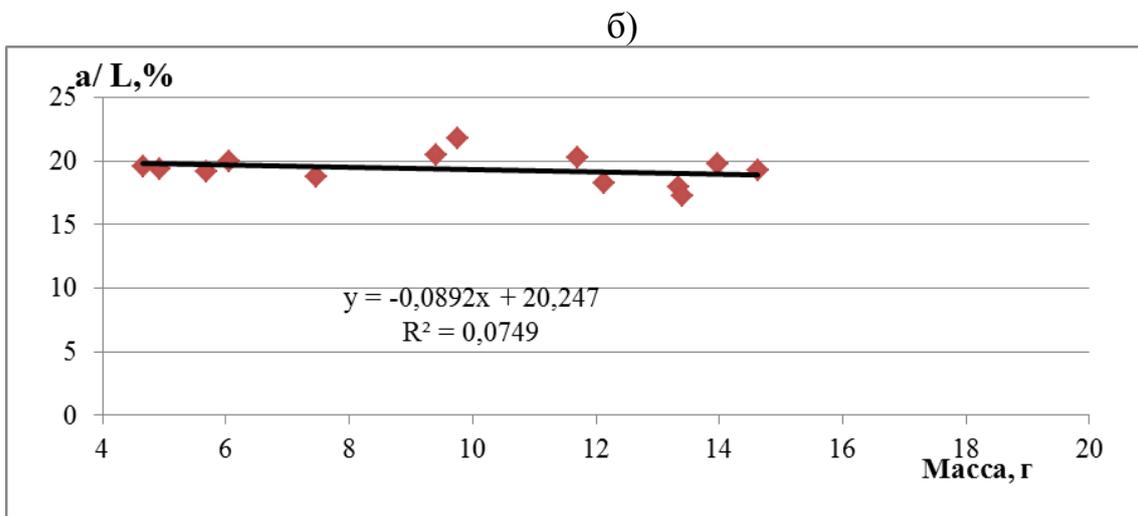
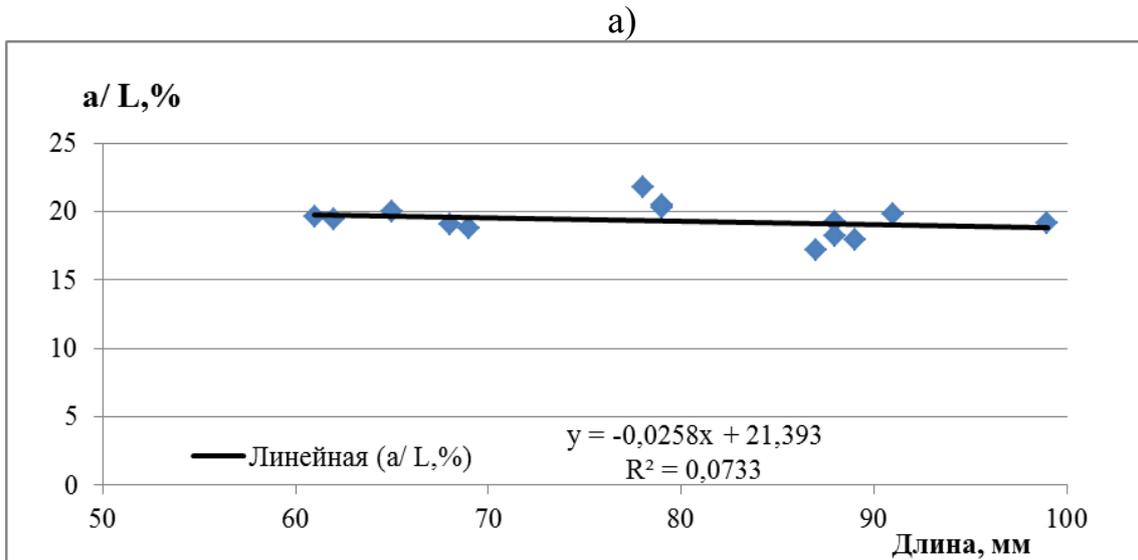


Рисунок 14 – Изменение индексов ширины живота в зависимости от длины (а) и массы (б) тела у селекционной молодежи первого поколения

Как видим, линии тренда для двух селекционных признаков ориентированы по-разному. Так, индекс длины живота ($A/L, \%$) по мере роста длины и массы тела у одновозрастной молодежи имеет тенденцию к увеличению (рис.13). В то же время индекс ширины живота ($a/L, \%$) практически сохраняет своё значение, как у крупных, так и у мелких одновозрастных особей (рис. 14).

Однозначно интерпретировать полученные результаты пока сложно, т.к. количественная оценка и объективное описание направленности изменений могут быть получены только при обработке большего массива данных, как по количеству особей, так и по количеству селекционных выводов.

Можно предположить, что отбор лидеров по массе тела среди селекционной молодежи в возрасте одного месяца, возможно, приводит к параллельному отбору особей с увеличенной относительной длиной абдомена. С другой стороны, детальное рассмотрение этого феномена будет оправдано и даже необходимо несколько позже, в случае подтверждения факта наследуемости этого признака. Что касается индекса ширины абдомена, то его стабильное значение может свидетельствовать о независимом в процессе роста тела формировании двух выбранных селекционных признаков.

Раки из первого селекционного выводка, в количестве более 40 штук, были подвергнуты индивидуальному взвешиванию и морфометрии. После чего были просчитаны индексы длины и ширины абдомена. Полученные морфофизиологические данные, в зависимости от результатов расчёта индексов, позволили сформировать группы: «селекционная молодежь» и «молодь не прошедший селекционный отбор». В каждой группе, включая общую выборку без мелких особей, провели статистическую обработку данных. Результаты представлены в таблице 6.

В группе селекционной молодежи значения селекционных признаков существенно выше, чем в группе отбракованных.

Статистическая обработка пластических показателей позволяет оценить степень отличий отобранной селекционной молодежи от средних показателей всей выборки, отражающих фоновый уровень морфологических характеристик отдельного выводка австралийского рака. Наиболее высокая достоверность отличий отобранной молодежи отмечена по показателю индекса длины абдомена (A/L). При более детальном рассмотрении, оказалось, что не у всех особей, имеющих селекционно значимый индекс длины «абдомена», столь же высоким бывает значение индекса ширины «абдомена» и наоборот.

Таблица 6 – Результаты статистической обработки данных морфометрии на второй ступени селекционного отбора

Категория	Масса, г	L, мм	A, мм	a, мм	A/L, %	a/L, %
Все	5,07±0,46	62,11±1,62	32,5±0,80	11,74±0,36	52,42±0,48	18,83±0,25
Селекционная молодежь	4,98±0,67	61,65±2,30	33,53±1,16	12,12±0,58	54,45±0,44	19,56±0,44
Молодь не прошедший селекционный отбор	5,14±0,65	62,48±2,29	31,67±1,10	11,43±0,45	50,78±0,59	18,24±0,21

Обозначения: L – длина тела, A – длина абдомена, a – ширина абдомена

Расчёт индексов длины и ширины живота позволил отобрать особей, соответствующих нашим селекционным критериям. На рисунке 15 можно видеть различия по распределению селекционных признаков среди двух групп молодежи.

Мы сознательно применили достаточно жёсткий отбор, в результате которого отобрано всего 17 особей, имеющих индекс «A/ L», равный 55% и более, и индекс «a/L» равный 20% и более. Таким образом, образовались две группы особей, отличающиеся распределением встречаемости селекционных признаков - «селекционная» (отобранная) и «молодь не прошедший селекционный отбор» (отбракованная).

Проведение массового отбора подразумевает оценку селекционных качеств не только всех особей отдельного выводка, но и сбор такого материала, полученного из достаточно большого числа выводков от производителей, входящих в состав селекционного сада.

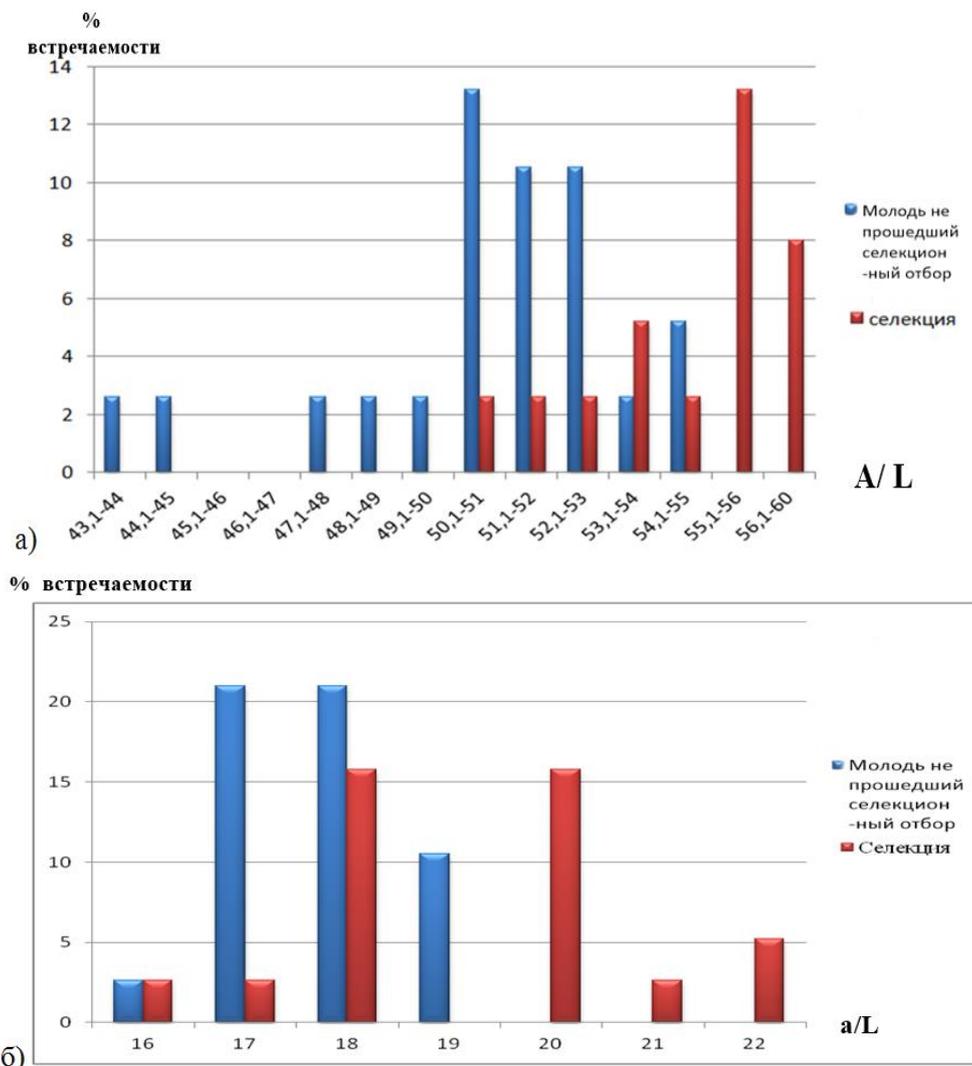


Рисунок 15 – Распределение встречаемости селекционных признаков в селекционной и отбракованной группах молодежи первого поколения (а-длинноабдомный, б-широкоабдомный)

Замедленный рост австралийского рака в бассейновых условиях осложнил работу по селекции первого поколения молодежи. Получить результаты морфометрии второго выводка смогли только в марте 2016 года, когда подросли рачата, родившиеся 2-8 октября 2015, из которых 14 ноября 2015 г. был проведён отбор лидеров (более 100 мг) в количестве 153 экз. Промеры селекционных признаков выполнены для этого выводка 3 марта 2016г. Результаты морфометрии статистически обработаны, при этом особей, имеющих показатели, превышающие селекционный порог, сгруппировали по каждому индексу в отдельности (табл. 7).

Таблица 7 – Результаты статистической обработки данных морфометрии на второй ступени селекционного отбора

№	Масса ,г	L, мм	A, мм	a, мм	A/ L, %	a/ L,%
Среднее	5,31±0,44	62,6±1,6	32,9±0,9	12,2±0,4	52,8±0,5	19,6±0,3
Все отобранные	5,38±0,49	63,6±1,8	34,19±0,9	12,9±0,5	53,8±0,5	20,3±0,4
«Широкий абдомен»	5,98±0,84	64,6±2,9	33,6±1,5	14,3±0,7	52,1±0,4	22,1±0,3
«Длинные абдомен»	4,73±0,52	62,4±2,0	34,7±1,2	11,4±0,4	55,6±0,7	18,3±0,4
Молодь не прошедшая селекционный отбор	5,20±0,84	60,9±3,2	30,8±1,6	11,2±0,6	51,2±0,9	18,4±0,2

Проведя вторую ступень отбора в отдельном выводке первого селекционного поколения, мы отобрали 17 особей обладающих выраженными селекционными признаками. Однако средние показатели в этой группе оказались ниже намеченного нижнего порога значений селекционного признака. Так, отбирали особей, имеющих индекс длины абдомена 55% и более, а средний индекс по группе составил всего 54,45±0,44 %. Точно так же, минимальный для отбора показатель индекса ширины абдомена составлял 20%, а средний для группы индекс получился всего 19,56±0,44%. Разделив группу на индивидуальных отобранных особей по каждому отдельному признаку, мы получили более чёткие результаты (табл. 8).

Таблица 8 – Соотношение двух селекционных признаков у первого выводка молоди первого поколения

Отбор по A/ L, % более 55,0		Отбор по a/ L,% более 20,0	
A/ L, %	a/ L,%	A/ L, %	a/ L,%
56,0	20,0	50,6	20,25
55,5	18,5	51,3	21,8
55,7	17,3	50,7	20,0
55,0	18,3	49,5	20,5
55,0	18,3	50,0	20,0
56,1	15,6	53,9	20,6
55,9	18,6	53,1	20,3
56,9	18,9	51,8	21,7
55,2	18,4	54,0	22,0
55,8	20,5	53,2	20,7
		52,6	22,8
Ср. 55,71	Ср. 18,44	Ср. 51,88	Ср. 20,97

Средние значения селекционных признаков у сформированных групп могут отличаться. Так, «широкоабдомные» особи из второго выводка достоверно отличаются по относительной ширине хвоста от аналогичных «широкоабдомных» первого выводка. Возможно, здесь сказываются наследуемые индивидуальные особенности морфотипа производителей, но это требует дополнительных подтверждающих материалов.

Аналогичную картину наблюдаем и у второго проанализированного выводка (табл. 9).

Представляет интерес проверка факта независимого существования селекционных признаков у взрослых половозрелых особей, которые входят в состав селекционного стада и формируют спектр качественных признаков последующих поколений.

Таблица 9 – Соотношение двух селекционных признаков у второго выводка молоди первого поколения

Отбор по A/ L, % более 55,0		Отбор по a/ L,% более 20,0	
A/ L, %	a/ L,%	A/ L, %	a/ L,%
55,7	17,7	51,7	22,4
55,7	16,4	52,2	21,7
57,4	19,7	54,0	22,0
50,0	17,7	54,0	20,6
57,6	20,3	53,8	21,5
56,6	20,8	50,0	23,2
55,0	18,3	49,2	23,7
55,7	16,4	52,2	20,3
55,9	19,1	52,9	22,0
50,9	19,3	51,0	23,5
55,9	18,6	53,3	21,3
57,3	17,3	51,6	21,9
58,9	16,1	52,1	22,9
		51,2	22,6
Ср. 55,6 ± 0,7	Ср. 18,3 ± 0,4	Ср. 52,1 ± 0,4	Ср. 22,1 ± 0,3

Для изучения этого вопроса, в марте 2016 года провели морфometriю имеющихся в цехе производителей. Полученные результаты сгруппировали по наличию каждого селекционного признака отдельно для самцов и для самок (таблица 10).

Как видим, у производителей встречаются оба селекционных признака. Причём, независимо от половой принадлежности. Следовательно, «длинноабдомный» и «широкоабдомный» морфотипы не связаны с половыми особенностями, а носят видовой характер. Вместе с тем, наличие у особи одного признака в большинстве случаев исключает присутствие другого. Эта закономерность прослеживается как у взрослых производителей, так и у молоди.

Таблица 10 – Результаты морфометрии взрослых производителей

Категория	пол	Масса ,г	L, мм	A, мм	a, мм	A/ L, %	a/ L,%	M _Г / L _{ММ}	Экз.
Длинный «абдомен»	♂	95,8±16,1	156±9	85±5	32±1	54,5±0,1	20,5±0,6	0,61±0,08	4
	♀	55,2±7,4	135±6	73±4	27±2	53,9±0,2	19,7±0,5	0,40±0,04	4
Широкий «абдомен»	♂	114,2±9,0	162±3	82±1	33±1	50,6±0,8	20,3±0,2	0,70±0,05	6
	♀	84,7±9,9	156±6	79±4	32±1	50,7±0,6	20,8±0,2	0,52±0,04	11
Молодь не про- шедшая селекци- онный отбор	♂	112,9±9,6	161±4	80±2	30±1	50,0±0,3	18,7±0,2	0,68±0,05	23
	♀	71,5±10,7	149±7	76±4	29±1	50,9±0,8	19,4±0,2	0,47±0,05	4

Таким образом, подтверждается предварительный тезис об отсутствии прямой корреляции наличия признаков широкого и длинного живота. Скорее можно предполагать наличие обратной взаимной корреляции этих признаков. Иными словами, особи, у которых индекс длины «живота» превышает селекционный порог (55%), обычно имеют индекс ширины живота значительно ниже селекционного порога (22%). Таким образом, вести селекцию в направлении «длинного и широкого живота» одновременно оказалось невозможно.

В этой ситуации решено было скорректировать изначально единый вектор селекции и сосредоточиться на формировании двух самостоятельных селекционных линий. Во время проведения второй ступени отбора молодёжь первого селекционного поколения, у которой показатели превышали селекционный порог, сразу разделяли на две группы: «длинноживотные» и «широкоживотные». Эти группы далее содержали отдельно в одинаковых бассейнах до достижения половой зрелости. В это же время, в марте аналогичным образом разделили и селекционных производителей на «длинноживотные» и «широкоживотные» и потомство стали получать от каждой линии отдельно.

Заключение. Австралийский красноклешнёвый рак как объект аквакультуры завоёвывает всё большую популярность во многих странах. Благодаря своим крупным размерам и отличным вкусовым качествам служит важным объектом промысла. Австралийский рак играет важную роль в экономике мирового рыболовства, особенно в странах, имеющих ресурсы промысла или условия для их разведения (Австралия, Мексика, Таиланд, США, Бразилия и др.). Это связано с их высокой стоимостью и устойчивым ростом спроса на эту продукцию.

В России культивирование таких видов ещё не имеет достаточного развития, хотя в южных регионах страны, в том числе Астраханской области, имеются благоприятные условия для их искусственного разведения и товарного выращивания.

Австралийский рак является жизнестойким и неприхотливым видом, легко переносящим неблагоприятные условия, характеризуется простым жизненным циклом. Для выращивания и разведения применяется достаточно простая производственная технология, требующая несложных технологий и оборудования.

Культивирование *Cherax quadricarinatus* получает всё большее распространение в искусственных условиях, которые сильно различаются в зависимости от особенностей того или иного региона. Успех культивирования зависит от потребительских свойств рака. Искусственное разведение позволяет получать ценную пищевую продукцию и снижает пресс промысла аборигенных видов, что особенно важно для сохранения биоразнообразия. Основные потребительские свойства австралийского рака - это его размер, масса и количество мя-

са по отношению к общей массе. При разведении австралийских раков (*Cherax quadricarinatus*) необходимо иметь комплекс их морфометрических показателей, т. к. именно этим определяется экономическая эффективность и возможность самого разведения объекта. С помощью морфометрических показателей можно контролировать темп роста австралийского рака, содержание мяса в абдоминальной части тела, как важный потребительский признак.

Темп роста, австралийского рака можно контролировать с помощью среднестатистической кривой "длина-масса", которая описывается степенной функцией.

Содержание мяса в абдоминальной части тела можно контролировать с помощью морфометрии, используя относительную длину и ширину абдомена. Размах колебаний изучаемых морфометрических признаков (показатели длины и ширины абдоминальной части), позволяет проводить отбор особей, отличающихся от средних показателей, свойственных основной массе австралийского рака. Это позволит при отборе улучшить потребительские качества австралийского рака.

Таким образом, результаты, представленные в данной работе, является частью селекционных работ которые выполнялись в ООО «Эко-тропик». Целью работы было создание высокопродуктивных пород австралийских раков, поэтому в данной работе обоснованный выбор был по потребительскому качеству.

Выводы. 1. Установлено, что массонакопление у австралийского рака идёт очень высокими темпами. Так, за первые три месяца молодь рака достигает массы 7,0 г. Начиная с третьего месяца жизни, прирост массы ускоряется, и в возрасте шести месяцев австралийский рак достигает в среднем длины $8,3 \pm 0,6$ см и массы $86,4 \pm 4,1$ г. При длине тела 18 см масса составляет в среднем 160 г.

2. Содержание мяса австралийского рака, как важный потребительский признак, можно контролировать с помощью морфометрии. При этом, индексы длины и ширины, выраженные в процентах к длине тела не зависят от фактической длины тела рака или его возраста. Результаты морфометрических показателей демонстрируют изометрический рост, что позволяет объективно сравнивать индексы у австралийских раков разного размера и возраста.

3. Вести селекцию в направлении «длинного и широкого абдомена» одновременно неосуществимо. Особи, у которых индекс длины «абдомена» превышает селекционный порог (55%), обычно имеют индекс ширины абдомена значительно ниже селекционного порога (22%). В этой ситуации принято решение сразу разделяли на две группы: «длинноабдомные» и «широкоабдомные». Эти группы далее содержали раздельно в одинаковых бассейнах до достижения половой зрелости. Потомство стали получать от каждой линии отдельно.

Список литературы

1. Александрова, Е. Н. Оценка речных раков (Decapoda, Astacinae) водоёмов лесной зоны европейской части России как объектов культивирования // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности. - Т. 1. - М., 2005. - С.354-361.
2. Алехнович, А. В. Особенности пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* в новых условиях обитания. - Минск: Наука и техника, 1983. - С. 55-11.
3. Борисов, Р. Р. Биология и культивирование австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) / Р. Р. Борисов, Н. П. Ковачева, М. Ю. Акимова, А. В. Паршин - чужин. - М.: Изд-во ВНИРО, 2013. - 48 с.
4. Буруковский, Р. Н. Зоология беспозвоночных. - СПб.: Проспект Науки, 2010. - 960 с.
5. Гигиняк, Ю. А. Разнокачественность пресноводных субтропических креветок в раннем онтогенезе / Ю. А. Гигиняк, В. Ф. Кулеш // Динамика зооценозов, проблемы охраны и рационального использования животного мира Беларуси // Тезис докл. 6 зоол. конф., Витебск, 18-21 сентября 1989. - АНБССР, Инст. Зоол, Минск, 1989. - С. 48-49.
6. Догель, В. А. Зоология беспозвоночных. - М.: Высшая школа, 1981. - 606 с.
7. Иванов, А. В. Промысловые водные беспозвоночные. - Москва: Советская наука, 1955. - 352 с.
8. Иоффе, Н. А. Курс эмбриологии беспозвоночных. - М.: Высшая школа, 1962. - 263 с.
9. Коровчинский, Н. М. Ветвистоусые ракообразные отряда Steporoda мировой фауны. - М.: Т-во научных изданий КМК, 2004. 410 с.
11. Крючков, В. Н. Аквакультура тропических ракообразных на юге России – новые виды, новые технологии // В. Н. Крючков, А.И. Хорошко /Инновации и импортозамещение – важнейшие факторы устойчивого развития и конкурентоспособности экономики: Материалы дискуссионных площадок межрегионального форума, г. Астрахань, 14-16 апреля 2015 г. – Астрахань, 2015. – С. 16-19.
12. Куренков, И. И. К биологии дальневосточных пресноводных креветок / Труды Амурской их теологической экспертизы. - М: Агропромиздат, 1950. - Т. 1. - С. 379-390.
13. Лагуткина, Л. Ю. Способ выращивания австралийских раков (*Cherax quadricarinatus*) / Л. Ю. Лагуткина, С. В. Пономарев // Вестник АГТУ : Естественные науки. - 2010. - №4 (33). - С. 64 - 68.

14. Лагуткина, Л. Ю. Новый объект тепловодной аквакультуры –австралийский красноклешневый рак (*Cherax quadricarinatus*) / Л. Ю. Лагуткина, С. В. Пономарев // Рыбное хозяйство. Вестник АГТУ. –Астрахань: Изд-во АГТУ. –2008. –№ 6 (47). –С. 220-223.

15. Лагуткина, Л. Ю. К морфометрическим показателям Австралийских раков (*Cherax quadricarinatus*) / Л. Ю. Лагуткина, С. В. Пономарев // Рыбное хозяйство. Вестник АГТУ. –Астрахань: Изд-во АГТУ. –2010. - №2 - С. 14 - 16.

16. Лакин, Г. Ф. Биометрия: Учебное пособие для биол. спец. вузов 4-е изд. / перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1990. - 325 с.

17. Макаров, Ю. Н. Фауна Украины / Том 26, высшие ракообразные. - Киев: Наукова Думка, 2004. - 428 с.

19. Нгуен, Т. Т. Особенности развития половой системы у некоторых десятиногих раков (на примере *Cherax quadricarinatus* и *Macrobrachium rosenbergii*) // Т. Т., Нгуен, В.Н. Крючков/ Биология и геоэкология: Тезисы докладов Международной научной конференции профессорско-преподавательского состава Астрахан. гос. техн. ун-та (58 ППС). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2014.

20. Нгуен, Т. Т. Эффективность монокультуривирования самцов десятиногих раков // Т. Т. Нгуен, В. Н. Крючков / Теоретические и практические проблемы развития современной науки: Сб. материалов 3-й международной науч.-прак. конф. - Махачкала: ООО «Апробация», 2013. – С. 44-47.

22. Овсянникова, Е. В. Морфометрические показатели гигантской пресноводной креветки (*Macrobrachium rosenbergii*) в раннем / Материалы Международной очно - заочной научной конф., посвященной памяти С. Н. Самарцева. - Тула: Изд-во ТулГУ, 2003. - С. 368-370.

21. Овсянникова, Е. В. Изменения морфометрических показателей у личинок гигантской пресноводной креветки (*Macrobrachium rosenbergii*) при искусственном кормлении / Е. В. Овсянникова, В. Н. Крючков // Материалы VI Международной научной конф. - Астрахань, Изд-во АГУ, 2003. - С. 187-188.

24. Пономарев, С. В. Определение межличиночного рациона гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* / Биологическое разнообразие Кавказа // Материалы IX Международной конференции, 5-6 ноября 2007г. - Махачкала: ИПЭ РД, - С. 299-300.

25. Пономарёв, С. В. Фермерская аквакультура / С. В. Пономарёв, Л. Ю. Лагуткина, И. Ю. Киреева // М.: ГВЦ Минсельхоза России, 2007. 192 с.

26. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб. - М.:Пищевая промышленность, 1966. - 376 с.
27. Роменский, Л. Л. Распределение и размерный состав длинноносой креветки побережья Западной Африки / Рыбохоз. исслед. мир. Океан// Тр. Междунар. науч. конф.- Владивосток, 1999. - Т. 1. - С. 157-158.
28. Сальников, Н. Е. Биология и культивирование пресноводных креветок / Н. Е. Сальников М. Э., Суханова. - Астрахань: Изд-во АГТУ, 1998. - 86 с.
29. Скворцов, В. Н. Морфологическая изменчивость длиннопалого рака в водоемах Среднего Урала // Экология. - 1979. - №5. - С. 72-75.
30. Ульянова, А.С. О внедрении тропических видов в аквакультуру в южных регионах России // А.С. Ульянова, В.Н. Крючков, А.И. Хорошко, А.В. Крючков/ Фундаментальные и прикладные исследования университетов, интеграция в региональный инновационный комплекс: докл. мол. учёных в рамках программы «У.М.Н.И.К.» Астрахан. гос. техн. университет. - Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010. – Т.2. – С. 138-141
32. Хмелева, Н. Н. Закономерности размножения ракообразных. - Минск: Наука и техника, 1988. - 205 с.
33. Хмелева, Н. Н. Пресноводные креветки / Н. Н. Хмелева, В. Ф. Кулеш, Ю. Г. Гигиняк. - Москва, Агропромиздат, 1989. - 129 с.
34. Хорошко, А. И. Новые направления прудовой аквакультуры в южных регионах России / А. И. Хорошко, В. Н. Крючков // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса, 2010. - №2. - С. 51-55.
35. Черкашина, Н. Я. Сборник инструкций по культивированию раков и динамике их популяций / Ростов-на-Дону: "Медиа-полис", 2007. - 118 с.
37. Barki, A. Growth of red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in a three-dimensional compartments system: Does a neighbor matter / A. Barki, I. Karplus, R. Manor, S. Parnes, E. D. Aflalo, A. Sagi // Aquaculture. - 2006. - № 252. - P. 348-355.
38. Bell, C. C. New observations of the exotic Australian red - claw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) (Grustacea: Decapoda: Parastactidae) in Singapore / Nature in Singapore, 2010. - №3. - P. 99 - 102.
39. Borisov, R. R. The process of the tail fan formation in freshwater crayfish / R. R. Borisov, A. G. Tertitskaya // Freshwater Crayfish. - 2010. - Vol. 17. - P. 235 - 238.

40. Carolina ,T. Effect of long-term exposure to high temperature on survival, growth and reproductive parameters of the “redclaw” crayfish *Cherax quadricarinatus* / T. Carolina, P. Yanina, S. Laura, G.Lopez // *Aquaculture* 302 - 2010 - P. 49–56.

41. Chaulet,A. Induction of somatic growth in juvenile crayfish *Cherax quadricarinatus* (Decapoda, Parastacidae), by ecdysone and insulin growth factor / A. Chaulet, D.A. Medesani, J. Freitas, A. Cervino, N. Cervino, E.M. Rodriguez // *Aquaculture*. - 2012. № 370–371. P. 1–6.

42. De Bock, M. S. Lopez Greco L. S. Sex reversal and growth performance in juvenile females of the freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus* (Parastacidae): effect of increasing temperature and androgenic gland extract in the diet. *Aquacult Int.*, 2010, no. 18, P. 231–243.

43. Edgerton ,B. F. Freshwater crayfish production for poverty alleviation / *World Aquaculture*. - 2005. - № 36. - P. 48-64.

44. Evans, L. H. *Biology of Freshwater Crayfish* / L. H. Evans, B. F. Edgerton // *Pathogens, Parasites and Commensals*. - Blackwell Science, Oxford, 2002. - Vol. 10. - P. 377-438.

45. Gu ,H. The relative growth of helipads and abdomen and muscle production in male and female red claw crayfish, *Cherax quadricarinatus* von Martens / H. Gu, P. B. Mather, M. F. Capra // *Aquaculture*. - 1994. - №123. - P. 249 - 257.

46. Gutierrez - Yurrita, P. J. The problem of introducing alien crayfish. *Crayfish News / Newsletter of the International Association of Astacology*. - 2005. -Vol. 27. - №2. - P. 12-13.

47. Holdich, D. M. *Biology of Freshwater Crayfish*. - Blackwell Science, Oxford, 2002. - 702p.

48. Jones, C. M. *The Biology and Aquaculture Potential of the Tropical Freshwater Crayfish, Cherax quadricarinatus* / Report No. QI90028. Department of Primary Industries, Queensland, Drisbane, Australia. - 1990. - 109 p.

49. Jones, C. M. Production of juvenile redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens) (Decapoda, Parastactidae) / I Development of hatchery and nursery procedures. *Aquaculture*. - 1995 a. - № 138. - P. 221-238.

50. Jones, C. M. *Breeding Red claw. Management and Selection of Brood stock* / C. M. Jones, C. P. McPhee, I. M. Ruscoe // Queensland Department of Primary Industries Information Series Q198016. - 1998. - P. 117-156.

51. Jones, C. M. *Red claw from harvest to market: a manual of handling procedures* / C. M. Jones, J. Grady // Report No. QI99083. - Department of Primary Industries, Queensland, Brisbane, 2000. - 36 p.

52. Jones, C. M. Assessment of five shelter types in the production of red claw crayfish *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae) under earthen pond conditions / C. M. Jones, I. M. Ruscoe // *Journal of the World Aquaculture Society*. - 2001. - №32. - P. 41-52.

53. Karplus, I. The soft red patch of the Australian freshwater crayfish (*Cherax quadricarinatus* (von Martens)): a review and prospects for future research / I. Karplus, A. Sagi, I. Khalaila & A. Barki // *Journal of Zoology*. - 2003. - Vol. 259. - № 4. - P. 375 - 379.

54. King, C. R. Potential fecundity of red claw crayfish, *Cherax quadricarinatus* von Martens, in culture / *Aquaculture*. - 1993. - Vol. 114(3-4). -P. 237-241.

55. Lawrence, C. *Biology of Freshwater Crayfish* / C. Lawrence & C. Jones // *Cherax*. In: D. M. Holdich (ed). - Blackwell Science, Oxford, 2002. - Chapter 17. - P. 635 - 670.

56. Liane, S. Nutritional vulnerability and compensatory growth in early juveniles of the “redclaw” crayfish *Cherax quadricarinatus* / S. Liane, S. C. Natalia, P. Silvia // *Aquaculture*. - 2010. №304. P.34–41.

57. Liane, S. Recovery growth of *Cherax quadricarinatus* juveniles fed on two high-protein diets: Effect of daily feeding following a cyclic feeding period on growth, biochemical composition and activity of digestive enzymes / S. Liane, T. Carolina, S. Laura, G. Lopez // *Aquaculture*. - 2014. - Vol.433. - P. 404–410.

58. Manor, R. Intensification of red claw crayfish *Cherax quadricarinatus* culture II Growth out in a separate system / R. Manor, R. Seguev, M. Leibovitz, E. D. Aflalo & A. Sagi // *Aquacult. Eng.*, 2002. - № 26. -P. 263-276.

59. McPhee, C. P. Selection for increased weight at nine months in red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) / C. P. McPhee, C. M. Jones & S. A. Shanks // *Aquaculture*. - 2004. - № 237. - P. 131 -140.

60. Meade, M. E. Toxicity of ammonia, nitrite and nitrate to juvenile Australian crayfish *Cherax quadricarinatus* / M. E. Meade & S. A. Watts // *Journal of Shellfish Research*. - 1995. - Vol. 14 (2). - P. 341-346.

61. Michael, P. *Australian Red Claw Crayfish* / P. Michael & B. R. David // *Southern Regional Aquaculture Center*, 1997. - № 244. - 20p.

62. Naranjo - Pa`ramo, J. Effect of stocking density on growth, survival and yield of juvenile redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastactidae) in gravel-lined commercial nursery ponds / J. Naranjo - Pa`ramo, A. Hernandez-Llamas, H. Villarreal // *Aquaculture*. - 2004. - №242 P. 197 -206.

63. Romero, X. Histopathological survey of diseases and pathogens present in red claw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (Von Martens), cultured in Ecuador / X. Romero & R. Jimenez // *Journal of Fish Diseases*. - 2002. - №25. - P. 653-667.
64. Sagi, A. The androgenic gland and monosex culture of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*: a biotechnological perspective / A. Sagi, E. D. Aflalo // *Aquac. Res.* 2005. N 36. P. 231-237.
65. Sandifer, P. A. observation of salinity tolerance and osmoregulation in laboratory - reared *Macrobrachium rosenbergii* postlarvae (Crustacea, Caridea) / *Aquacult.* - 1985. - № 2. - P. 103-114.
66. Saoud, I. P. A review of the culture and diseases of red claw crayfish *Cherax quadricarinatus* (Von Martens 1868) / I. P. Saoud, J. Ghanawi, K. R. Thompson, C. D. Webster // *Journal of the World Aquaculture Society*. - 2013. - Vol. 44. № 1. - P. 1- 29.
67. Thompson, K. R. Effects of feeding practical diet containing various protein levels on growth, survival, body composition, and processing traits of Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) and on pond water quality / K. R. Thompson, L. A. Muzinic, L. S. Engler & C. D. Webster // *Aquaculture Research*. - 2004. - №35. - P. 659-668.
68. Thompson, K. R. Evaluation of practical diets containing different protein levels, with or without fish meal, for juvenile Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) / K. R. Thompson, L. A. Muzinic, L. S. Engler & C. D. Webster // *Aquaculture*. -2005. - №244. P.241-249.
69. Veronica, E. V. Contribution of biofilm to water quality, survival and growth of juveniles of the freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus* (Decapoda, Parastacidae) / E. V. Veronica, M. O. Juan, T. E. Analia, L.C. Ballester, C. A. Paulo, M. R. Enrique // *Aquaculture*. - 2012. - №324-325. P. 70–78.
70. Viet Chuong. The technology of growing lobster, giant tortoises and freshwater shrimp / Viet Chuong. - Ho Chi Minh (in Vietnam), 2007. - 76 p.
71. Wingfield, M. An Overview of the Australian freshwater crayfish farming industry / *Freshwater Crayfish*. - 2002. - №13. - P. 177 - 184.