



ISSN 1818-8575

3/2010

ВЕСЦІ БДПУ

РЕДАКЦЫЯ КВАРТАЛІ БДПУ



Серыя 3

ФІЗІКА

МАТЭМАТЫКА

ІНФАРМАТЫКА

БІЯЛОГІЯ

ГЕАГРАФІЯ

УДК 574.5:638.55

*В.Ф. Кулеш, кандидат биологических наук,
доцент кафедры общей биологии БГПУ*

СОСТАВ ПИЩИ И ПИЩЕВАЯ ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ ПРЕСНОВОДНЫХ КРЕВЕТОК В АКВАКУЛЬТУРЕ (обзор)

Подходы к изучению питания пресноводных креветок отличаются большим разнообразием и зависят от особенностей самих животных и специфики их мест обитания. Достигнуты значительные успехи в исследовании состава пищевых спектров, разработки различного рода комбикормов и их усвояемости при ведении аквакультуры креветок на протяжении всего жизненного цикла. В подавляющем числе эти сведения касаются замены живого корма (*Artemia salina*) или разработки разнообразных пищевых добавок к живым кормам при культивировании личинок гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* [3, табл. 6; 11–14; 16; 18; 20; 45; 49; 52; 58–60; 64; 68; 70; 79]. Достаточно много данных по питанию разнообразными кормами и пищевыми добавками при различных условиях выращивания молоди и получения товарной продукции этого вида [15; 20; 21–25; 30; 31; 33; 35; 37; 54–56; 61; 64–65, с. 60–61; 63, табл. 8–9; 66–67, с. 45–46; 74; 80].

В то же время необходимо отметить слабую изученность количественных закономерностей питания пресноводных креветок, хотя было давно уже признано, что низкая эффективность искусственных кормов была обусловлена ограниченным знанием пищевых потребностей [36; 76; 79]. В литературе имеются лишь отрывочные сведения по размеру суточного рациона, усвояемости пищи при различной температуре для некоторых видов пресноводных креветок [17; 34; 43; 63; 69], хотя количественные закономерности питания и усвояемости пищи являются важнейшими элементами для расчета баланса энергии, а также используются при оценке функциональной роли животных в превращении вещества и энергии в водных экосистемах. Особое значение имеет знание данного аспекта при осуществлении различного рода акклиматизационных мероприятий и ведения аквакультуры.

Питание личинок. При получении и выращивании личинок очень важно определить и

установить оптимальные виды живых кормов, виды пищевых добавок в том числе и комбикормов в дополнение к живым кормам, а также размер подходящих пищевых частиц и от какой стадии зоеа и далее искусственная и живая пища принимается личинками. Избыток пищи способствует накоплению разлагающегося органического вещества, которое стимулирует быстрое развитие болезнетворных бактерий, а также увеличивает затраты, связанные с очисткой выростных резервуаров, а следовательно, затрудняет управление качеством воды. В то же время недокармливание является одной из основных причин низкого темпа роста и увеличивает продолжительность цикла культуры [79].

До настоящего времени применение кормов и управление кормлением основаны на эмпирических наблюдениях. Очень немного известно о пищевом поведении, составе пищи в естественных условиях и пищевых потребностях личинок [74; 79].

В связи с интенсивным культивированием пресноводных креветок особый интерес представляет разработка технологии кормления личинок в условиях аквакультуры. Лучшим кормом для выращивания личинок пресноводных креветок считаются 1–2 дневные науплиусы артемии. Они составляют основную живую пищу, используемую при культивировании личинок ракообразных и их вполне достаточно, как считают некоторые авторы [27; 49], для получения жизнеспособных послеличинок. Однако несмотря на преимущества этого вида корма (легкая обработка цист, высокое содержание белка у науплиусов [29]) ограниченное число местобитаний артемии, быстро развивающаяся промышленная инкубация личинок ракообразных и рыбы вызвали сложности с их заготовкой. В свою очередь, это повлекло за собой значительное увеличение мировых цен на яйца артемии, делая пищу для личинок одним из самых затратных элементов аквакультуры [12; 49; 62; 65, с. 61–63]. Более того, многие исследователи утверждают, что науплии *Artemia* не удовлетворяют пищевые потребности ли-

чинок в течение последних личиночных стадий и, следовательно, рекомендуют использование дополнительных кормов [11; 14; 18; 52; 64–65, 167–168, табл. 1 (приложение 5); 79].

Поэтому, альтернативная пища (живая, неживая и различного рода, искусственно приготовленные кормосмеси) широко исследуется в морских и пресноводных питомниках в качестве добавки или полной замены науплиусов артемии [3, табл.6; 13; 16–17; 45–46; 53; 62].

Для этой цели при выращивании личинок используются местные виды кормов, которые легко доступны и относительно дешевы. Так, в странах Юго-Восточной Азии при выращивании личинок креветок рода *Macrobrachium* после прохождения начальных стадий зоеа наряду с науплиусами артемии широко применяются коловратки, дафнии, икра рыб, кусочки различных зерновых злаков и т. п. Дополнительной пищей зоеа *M. birmanicus* и *M. dayanus*, выращиваемой в Индии и Индокитайском полуострове могут служить: яичный порошок, протертая икра рыб, мелкие кусочки рыбного фарша, мелкий фито – и зоопланктон, отлавливаемый из земляных прудов [44; 48]. Личинок *M. malcolmsonii* рекомендуется подкармливать, начиная со II стадии, рублеными тубифицидами, а лучшие результаты культивирования личинок *M. faustinum* получены при потреблении смеси тетрамина (корм для аквариумных рыбок) и науплиусов артемии [40; 71–72].

Особенно большое внимание уделяется подбору различного вида кормосмесей для культивирования личинок гигантской пресноводной креветки. Так, в экспериментальных условиях, в установке замкнутого цикла в аквариальной ВНИРО (Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии) оправдал себя дополнительный корм, основой которого была смесь вареных куриных яиц и сухого молока, что позволило увеличить среднюю массу и выживаемость послеличинок по сравнению с кормлением их только науплиусами артемии [3, 29–30, табл. 6].

В различных креветочных питомниках Таиланда для этой цели использовались: икра кефали в качестве основного корма и науплии артемии как дополнительный корм, витаминизированная смесь из мяса рыбы и икры, обработанная паром, затем высушенная и пропущенная через сито, высушенная и измельченная в порошок куриная кровь, мясо кальмаров, рубленые черви и т. д. [1, 231; 67, 34–35]. В настоящее время в Таиланде также широко используют

разнообразные виды корма. Они включают науплии артемии, пресноводных кладоцер (*Moina* spp.), икру и рыбный фарш, фарш из кальмара, замороженных взрослых артемий, яичный белок, червей, а также специальные личиночные комбикорма [65, 60].

В Индии применяется рыбный порошок, вареный картофель, вареные яйца, пшеничная мука, кукурузная мука, дрожжи, крема из порошка куриных яиц, витаминная мука из листьев мангрового дерева, вареный горох и рис. Хорошие результаты получены при кормлении личинок искусственно приготовленным кормом, который содержал смесь зоопланктона, рыбной муки со сладким кремом из яичного порошка. При сравнении различных вариантов личиночного комбикорма с добавлением науплиусов артемии, мелко рубленых тубифицид и мяса моллюсков лучшие результаты получены в первом варианте с добавкой науплиусов артемии [59]. Испытывали также эффективность двух видов личиночного корма: основа первого – рыбный фарш, второго – креветки и мышцы моллюсков. Другие компоненты содержали яичный белок, агар, сухое молоко и масло печени трески. Личинки, которые питались кормом, содержащим креветку, мясо моллюска быстрее прошли период метаморфоза, а их выживаемость была более высокой [62]. Изучено влияние 5 видов пищи, включающей витамин С в количестве 25, 75, 125, 175 и 225 мг/100 г пищи. Максимальная выживаемость личинок до V стадии зоеа (90 %) отмечена при корме, содержащем 175 мг витамина С на 100 г пищи [77].

В Бангладеш лучший вариант комбинированного корма – науплиусы артемии и яичный белок, причем последний лучше всего использовался после 10 дней возрастного периода [52].

В Маврикии и на Фиджи личинок гигантской пресноводной креветки успешно подкармливают пропаренным мясом скумбриевых рыб, а также тщательно промытым и измельченным мясом тунца и моллюсками [19, 47]. В Индонезии – смесью из науплиусов артемии и искусственным кормом, состоящим из рыбной муки, пшеничных отрубей, утиных яиц и снятого молока, тетрациклина, витаминов А и С [9].

Таким образом, большинство питомников *M. rosenbergii* использует науплиусы *Artemia* в течение всего личиночного цикла. Дополнительный корм – яичный белок или искусственно приготовленные кормосмеси, которые содержат примерно 35–50 % белка и 30–40 % липидов [20; 45; 49; 62; 64; 79].

С какого же периода личиночного развития в дополнение к науплиусам артемии начинать подкормку другими кормами? Согласно специальным исследованиям, проведенным Ю. Агардом [10], начало эффективной подкормки лучше всего начинать с VI стадии зоеа, когда запасы желтка исчезают, и пищеварительный трактат полностью развит. Увеличение активности амилазы от стадии VII–VIII и далее [41] указывают на изменение питания личинок от плотоядной (животной) пищи к всеядности. Способность питаться неживыми элементами пищи во второй половине личиночного развития экологически важна, не только как дополнительный корм, когда концентрация мелкого зоопланктона в естественных местообитаниях низка, но также и обеспечивает более широкое биохимическое разнообразие, для удовлетворения растущих пищевых потребностей личинок [35].

Этот вывод (переход на потребление других видов пищи во второй половине личиночного развития) подтверждают исследования Х. Барроса, В. Валенти [18], которые показали, что наиболее эффективно в дополнение к науплиусам артемии потребляются искусственные, влажные и сухие личиночные комбикорма, начиная с VI стадии зоеа. Причем не было статистически значимой разницы в потреблении пищевых частиц различного размера, которые предлагались в четырех вариантах 250–425, 425–710, 710–1000 и 1000–1190 микронметров. Вероятно, личинки на последних этапах метаморфоза могут при помощи ротового аппарата измельчать искусственные комбикорма до приемлемого размера.

Также по данным М. Алама и др. [11–14] личинок гигантской пресноводной креветки эффективнее всего кормить *Moina macruga* вместо науплиусов артемии начиная с 13 суток (примерно V–VI стадии зоеа) в комбинации с комбикормами. Такой пищевой режим соответствует получению более высокой продукции ($19,21 \pm 1,54$ послеличинки/литр) и выживаемости ($62,0 \pm 5,14$ %) по сравнению с кормлением только одними науплиусами артемии. Максимальная выживаемость личинок этого вида была установлена при замене 50 % науплиусов артемии новым видом так называемого «циклопоидного корма», содержащего астаксантин и полинасыщенные жирные кислоты [58].

Несколько другой порядок и более подробное использование дополнительной подкормки в своем фундаментальном пособии по разведению гигантской пресноводной

креветки предлагает М. Нью [65, с. 63, стэнд 11; с.161–163]. Должно быть приблизительно 3–6 экземпляров науплиусов артемии в 1 мл воды непосредственно после кормления, в зависимости от возраста личинок креветки и 1 экз/мл перед следующим кормлением. Кормить рекомендуется 4 раза в сутки. Начиная с 3 суток, можно начать кормить крошечными количествами мелко протертого яичного белка, постепенно увеличивая частоту подачи пищи к 5 разам в сутки. С 5 суток количество науплиусов артемии можно уменьшать (этот период соответствует III–IV стадии зоеа). После 10 суток при последнем вечернем кормлении необходимо давать только науплиусы артемии, гарантируя присутствие пищи для личинок в течение ночи. К этому времени можно использовать больше дополнительного корма [65, с. 63, стэнд 11; с.161–163]. Последние исследования показывают, что частота кормления 6 раз в сутки более эффективна, чем 4 или 5 раз [68].

Следует подчеркнуть, что точное количество пищи, которое дается в каждой порции не может быть предписано [65, с. 63, 64], потому что это зависит от использования корма личинками. Необходимо тщательно наблюдать за питанием личинок визуально. Основное правило – каждая личинка должна схватывать живой корм или частицу корма немедленно после кормления [8, с. 218].

При выращивании личинок гигантской пресноводной креветки на искусственной морской воде в лаборатории сравнительной гидрoэкологии Института зоологии АН Беларуси их кормили науплиусами артемии (*Artemia salina*) 4 раза в сутки, внося столько науплиусов, чтобы перед следующим кормлением их плотность была не ниже 1 экз./мл [65, с. 63]. Через 10 суток, когда личинки в своем развитии переходят на IV стадию зоеа, производили дополнительную подкормку обезжиренным творогом и мелко протертой морской рыбой [5]. Наши расчеты показывают, что для получения 10–50 млн науплиусов артемии потребуется 50–250 г цист, что позволит обеспечить ежедневный рацион личинок креветок в резервуаре объемом 1,0 м³. За один цикл выращивания личинок в такой емкости при плотности 30–50 экз/л ими будет потребляться 2,5–5,0 кг науплиусов артемии. Ожидаемый выход послеличинок – 10–20 экз/л [8, с.217].

Питание в послеличиночный период.

При выращивании в аквакультуре, так же как и для личинок, основное внимание уделяется

разработке технологии кормления и состава пищи для гигантской пресноводной креветки как ключевому объекту аквакультуры среди пресноводных креветок [64; 66]. Отмечается, что при ведении экстенсивной и полунтенсивной аквакультуры молодь этого вида весьма нетребовательна к кормам. Свежая рыба, моллюски и земляные черви, нарезанные на кусочки, личинки хирономид составляют ее основной рацион. В качестве дополнительных кормов используют сухие корма животного происхождения, которые размачивают в пресной воде, дробленое зерно, бобовые, рис и мягкую водную растительность, а также широкий набор кормов, наиболее доступных и рентабельных в местных условиях [1, с. 232].

При подращивании послеличинок до стадии «посадочный материал» (масса тела 0,8–3,0 г перед посадкой на товарное выращивание) в 160 литровых резервуарах использовали три вида пищи: (I) комбикорм на основе рыбной муки, (II) комбикорм с заменой рыбной муки на муку из высушенной артемии (в составе 25, 50, 75 и 100 % муки из артемии), (III) замороженная артемия. Как показали результаты эксперимента, максимальная выживаемость и скорость роста послеличинок наблюдается при потреблении замороженной артемии и комбикорма с содержанием 75 и 100 % муки из артемии [15].

В Бельгии, в лабораторных условиях был проведен успешный эксперимент по выращиванию послеличинок *M. rosenbergii*, которых кормили биофлоксом. Это питательная смесь на основе морских диатомовых водорослей и бактерий (*Chaetoceros* sp., *Thalassiosira* sp., *Alcaligenes* sp., *Zooglea* sp.), выращенная на ацетате, глицерине и глюкозе. Выживаемость послеличинок составила 75 %. Опыты показали, что биофлокс может служить заменой дорогостоящим кормам, как для пресноводных, так и морских креветок [24].

В хозяйствах Индонезии наряду с креветочным комбикормом дополнительным видом корма служат головы кальмаров, батат, сушеная тилляпия, мелкая сорная рыба, в Шри-Ланка и Малайзии в качестве основного корма применяется комбикорм для бройлеров с добавлением фарша из сорной рыбы. На Гавайских островах гигантскую пресноводную креветку кормят комбикормом, состоящим из кукурузной, соевой, костной, мясной муки и люцерны, в Таиланде для этой цели служит смесь рыбной и креветочной муки, рисовые отруби, отходы фасоли и т. д. [9; 19]. Широко практикуется выращивание *M. rosenbergii* с растительными вида-

ми рыб, тилляпией, канальным сомиком, где креветки используют в пищу отходы рыбных комбикормов [26; 28; 32; 38; 42; 57; 64; 75; 78].

Заслуживает внимания и метод совместного содержания гигантской креветки и белого амура, разработанный Р. Ритером и др. [73]. Биогены сточных вод удаляли путем пропускания их через культуру высших водных растений (харовые водоросли, элодея) и избыточную массу этих растений скармливали гигантской креветке и белому амуру.

Несмотря на разнообразный пищевой спектр, не все компоненты пищи выедаются креветками одинаково хорошо. В связи с этим возникает проблема избирательного потребления пищи животными, которая является одним из наиболее важных моментов в проблеме трофических отношений гидробионтов. Количественная оценка избирательности питания помогает выяснить не только наиболее существенные пищевые связи массовых видов животных, но и способствует целенаправленному поиску в определении пищевых ресурсов, которые могут быть доступны данному трофическому звену в водоеме [7, с. 53].

Для определения пищевой избирательности восточной речной креветки нами впервые был применен показатель избирательности (индекс элективности), предложенный ранее для рыб В.С. Ивлевым [2, с. 39–43, рис.10] и использованным для низших ракообразных Л.М. Суцней [7, с. 53–55].

Эксперименты по избирательному потреблению массовых видов корма из водоема-охладителя Березовской ГРЭС показали, что предпочитаемым кормом для данного вида являются личинки хирономид. Их индекс элективности по В.С. Ивлеву оказался +0,37, что значительно выше двух других видов корма: брюхоногих моллюсков с разбитой раковиной и отходов рыбных комбикормов. Для двух последних видов корма индекс элективности оказался одинаковым – 0,10 (таблица) [4].

Проведены исследования пищевой избирательности гигантской пресноводной креветки достаточно разнообразного спектра кормов. Из растительных кормов половозрелым особям предлагались: вареный горох и рис, сырая и вареная морковь, свежие нитчатые водоросли, из животных неживых кормов: рыбный фарш (окунь), мясо двусторчатых моллюсков, живые корма: личинки хирономид, дождевые черви, брюхоногие моллюски с целой и разбитой раковиной и кроме этого гранулированный осетровый

Таблица – Пищевая избирательность восточной речной креветки из водоема-охладителя Березовской ГРЭС

Вид корма	Масса потребленного корма		Элективность	Масса креветок, г ±s.d.
	г ±s.d.	%		
Личинки хирономид	0,135±0,033	73,0	+0,37	1,556±0,271
Брюхоногие моллюски	0,026±0,021	14,0	-0,41	
Отходы комбикорма	0,024±0,011	13,0	-0,54	
Брюхоногие моллюски	0,060±0,035	51,3	-0,10	1,286±0,395
Отходы комбикорма	0,057±0,027	48,7	-0,10	

корм ОСТ-07. Во всех вариантах предпочиталась животная пища, а при наличии живого корма потребление растительного не превышало 10 % рациона. Креветки неохотно потребляли осетровый комбикорм, предпочитая животные и растительные корма. Сделан вывод, что, предпочитаемые виды корма – личинки хирономид и моллюски с разбитой раковинной [6].

В последнее время проводят испытания кормов с различным содержанием белка и других ингредиентов при выращивании креветок на протяжении всего вегетационного сезона. В то время как креветки могут существовать на естественной кормовой базе в прудах при низкой плотности, более высокая величина их продукции будет зависеть от внесения дополнительного корма. Так в земляных прудах на юге США выращивали ювенильных особей гигантской пресноводной креветки в течение 106 суток на двух видах комбикорма (начальная плотность посадки 59,3 экз/м²). В первом эксперименте (I) комбикормом, который содержал 28 % белка кормили креветок в течение первых 50 суток, «пенеидным» комбикормом (комбикорм для выращивания морских креветок рода *Penaeus*), содержащим 40 % белка кормили в течение остального времени. В эксперименте (II) креветки в течение всего вегетационного сезона питались «пенеидным» комбикормом. Как оказалось, не было статистически значимого различия в величине кормового коэффициента, средней массе урожая и выживаемости. За счет того, что стоимость корма с более высоким содержанием белка была выше, выгоднее выращивать креветку используя (I) вариант кормления [21]. Однако при более высокой плотности выгоднее использовать комбикорм с более высоким содержанием белка [22].

Максимальная скорость роста молоди гигантской пресноводной креветки (2,90±0,21 г) при выращивании в небольших земляных прудах (30м²) в условиях Бангладеш была зафиксирована при кормлении комбикормом, содержащим: 20 % рыбной муки, 10 % мясо-

костной муки, 15 % горчичного жмыха, 15 % муки сезама, 35 % рисовых отрубей, 4 % патоки и 1 % премикса [39]. В земляных прудах Бразилии самые высокие показатели были отмечены для кормосмеси, состоящей из рыбной (34 %), кукурузной (17,9 %), соевой муки (34,8 %), муки из панцирей креветок (5 %), соевого масла (5 %) и витамина С (0,3 %) [50–51]. Показано, что сокращение до 50 % дополнительного корма не уменьшает урожай *M. rosenbergii*, если вносить удобрения для увеличения производительности естественной кормовой базы [20].

Проанализировав многочисленные данные, М. Нью [64; 66] сделал вывод, что оптимальный уровень протеина в креветочном комбикорме должен содержать 25–35 %, а внесение органических удобрений сокращает потребность в комбикорме, но не заменяет его, стимулируя развитие естественной кормовой базы. Установлено, что максимальный прирост массы тела, выживаемость и качество товарной продукции характерно для креветок, потребляющих одновременно естественные и искусственные корма [23; 37; 55].

Заключение. Креветки рода *Macrobrachium*, *Vate* и, в частности, гигантская пресноводная креветка являются полифагами, способными питаться любым животным, растительным кормом или детритом в зависимости от состава местной фауны и флоры.

Как показал анализ литературы, при культивировании личинок могут использоваться разнообразные кормовые добавки, в том числе и комбикорма, которые легко доступны и относительно дешевы, но на начальном этапе метаморфоза (первые 6 личиночных стадий) обязательно должны присутствовать живые корма, лучшим из которых являются науплиусы артемии. Кормить личинок рекомендуется не менее 4 раз в сутки, в таком количестве, чтобы перед следующим кормлением плотность науплиусов артемии была не ниже 1 экз./мл.

При культивировании половозрелых особей могут также широко использоваться

местные виды корма в качестве пищевых добавок, из которых более охотно поедаются животные корма. В поликультуре креветки используют отходы рыбного комбикорма, который оседает на дне водоема. Основной вид корма – комбикорм должен содержать не менее 25–35 % протеина. При выращивании креветок в прудах максимальная продукция получается при потреблении ими естественной кормовой базы в дополнение к комби-кормам и местным видам корма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бардач, Д. Аквакультура / Д. Бардач, Д. Ритер, У. Макларни. – Москва: Пищевая промышленность, 1978. – 296 с.
2. Ивлев, В.С. Экспериментальная экология питания рыб / В.С. Ивлев. – Киев: Наукова думка, 1977. – 272 с.
3. Ковачева, Н.П. Воспроизводство и культивирование морских и пресноводных ракообразных отряда Decapoda: автореф. ... дис. докт. биол. наук: 03.00.18 / Н.П. Ковачева; Всерос. научн-иссл. инст рыбн. хоз. и океаногр. (ВНИРО). – Москва, 2006. – 55 с.
4. Кулеш, В.Ф. Избирательное потребление пресноводной креветкой *Macrobrachium nipponense* (De Haan) массовых видов корма из экосистемы водоема-охладителя ГРЭС / В.Ф. Кулеш // Биологические основы освоения, реконструкции и охраны животного мира Белоруссии: тезисы докл. V зоол. конф., Минск, 20–21 декабря 1983 г. / Наука и техника; редкол.: Л.М. Суцня (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 1983. – С. 11.
5. Кулеш, В.Ф. Развитие личинок гигантской пресноводной креветки из одной яйцекладки / В.Ф. Кулеш // Весті БДПУ, 2010, сер.3, № 1 – С. 27–34.
6. Сальников, Н.Е. Некоторые особенности питания гигантской пресноводной креветки (*Macrobrachium rosenbergii*) / Н.Е. Сальников, М.Э. Суханова // Вестник Астраханского гос. техн. ун-та, сер. Рыбное хозяйство: сб. научных тр. / Астраханский гос. техн. университет; В.Н. Мельников (гл. ред.) [и др.]. – Астрахань, 2000. – С. 139–144.
7. Суцня, Л.М. Количественные закономерности питания ракообразных / Л.М. Суцня. – Минск: Наука и техника, 1975. – 208 с.
8. Экология пресноводных креветок / Н.Н. Хмелева, В.Ф. Кулеш, А.В. Алехнович, Ю.Г. Гигиняк. – Минск: Беларуская навука, 1997. – 254 с.
9. Adisukresno, S. Mass production of *Macrobrachium* post larvae in the brakishwater aquaculture development centre (BADS) Jepara, Indonesia / S. Adisukresno, G.L. Escritor, K. Mimatdjo // Giant Prawn Farming Select. Pap. Giant prawn 1980: int. conf., Bangkok, 15–21 June, 1980 / Elsevier; M.B. New (ed.). – Amsterdam, 1982. – P. 143–156.
10. Agard, J.B.R. A four-dimensional response surface analysis of the ontogeny of physiological adaptation to salinity and temperature in larvae of the palaemonid shrimp *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) / J.B.R. Agard // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. – 1999. – Vol. 236. – P. 209–233.
11. Alam, M.J. Possible use of *Moina* spp. As alive food substitute in larval rearing of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) / M.J. Alam, S.H. Cheah, K.J. Ang // Aquacult. Fish. Manag. – 1991. – Vol. 22. – P. 531–535.
12. Alam, M.J. Use of the *Moina micrura* (Kurz) as an *Artemia* substitute in the production of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) post-larvae / M.J. Alam, K.J. Ang, S.H. Cheah // Aquaculture. – 1993. – Vol. 109. – P. 337–349.
13. Alam, M.J. Replacement of *Artemia* with *Moina micrura* in the rearing of freshwater shrimp larvae / M.J. Alam, K.J. Ang, M. Begum // Aquacult. Int. – 1995a. – Vol. 3. – P. 243–248.
14. Alam, M.J. Use of egg custard augmented with cod liver oil and *Moina micrura* on production of freshwater prawn postlarvae / M.J. Alam, K.J. Ang, M. Begum, // Aquacult. Int. – 1995b. – Vol. 3. – P. 249–259.
15. Anh, N.T. Effect of fishmeal replacement with *Artemia* biomass as a protein source in practical diets for the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. / N.T. Anh, T.T. Hien, W. Mathieu, N.V. Hoa, P. Sorgeloos // Aquacult. Res. – 2009. – Vol. 40. – P. 669–680.
16. Aniello, M. Some studies on the larviculture of the giant prawn *Macrobrachium rosenbergii* / M. Aniello, T. Singh // Giant Prawn Farming Select. Pap. Giant prawn 1980: int. conf., Bangkok, 15–21 June, 1980 / Elsevier; M.B. New (ed.). – Amsterdam, 1982. – P. 225–232.
17. Araujo, M.C. Feeding habit of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* larvae / M.C. Araujo, W.C. Valenti // Aquaculture, 2007. – Vol. 265. – P. 187–193.
18. Barros, H.P. Comportamento alimentar do camarao de agua doce, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) (Crustacea, Palaemonidae) durante a fase larval: analise qualitativa / H.P. Barros, W.C. Valenti // Rev. Brasilia Zool. – 1997. – Vol. 14. – P. 785–793.
19. Chineach, V. Recent innovations in the larval rearing technique of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) in Maurikius / V. Chineach // Giant Prawn Farming Select. Pap. Giant prawn 1980: int. conf., Bangkok, 15–21 June, 1980 / Elsevier; M.B. New (ed.). – Amsterdam, 1982. – P. 161–172.
20. Correia, E.S. Grow out of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in fertilized ponds with reduced levels of formulated feed / E.S. Correia, J.A. Pereira, A.P. Silva, A. Horowitz, S. Horowitz // J. of World Aquacult. Soc. – 2003. – Vol. 34. – P. 184–191.
21. Coyle, S.D. Effects of stocking density on nursery production and economics of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* / S.D. Coyle, S. Dasgupta, J.H. Tidwell, A. VanArnum, L.A. Bright // J. of Appl. Aquacult. – 2003. – Vol. 14. – P. 137–148.
22. Coyle, S.D. A comparison of two feeding technologies in freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*, raised at high biomass densities in temperate ponds / S.D. Coyle, J.H. Tidwell, A. VanArnum, L.A. Bright // J. of Appl. Aquacult. – 2003. – Vol. 14. – P. 125–135.
23. Coyle, S.D. A preliminary evaluation of naturally occurring organisms, distillery by-products, and prepared diets as food for juvenile freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* / S.D. Coyle, T. Najeeullah, J.H. Tidwell // J. of Appl. Aquacult. – 1996. – Vol. 6. – P. 57–66.
24. Crab, R. The effect of different carbon sources on the nutritional value of bioflocs, a feed for *Macrobrachium rosenbergii* postlarvae / R. Crab, B. Chielens, M. Wille, P. Bossier, W. Verstraete // Aquacult. Res. – 2010. – Vol. 41. – P. 559–567.
25. D'Abramo, L.R. Nutrition, feeds and feeding / L.R. D'Abramo, M.B. New // Freshwater prawn culture: the farming of *Macrobrachium rosenbergii* / Blackwell Science;

- M.B. New, W.C. Valenti (eds.). – Oxford, England, 2000. – P. 203–220.
26. D'Abramo, L.R. Polyculture of the freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) with a mixed-size population of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) / L.R. D'Abramo, H.R. Robinette, J.M. Heinen, Z. Ra'anan, D.Cohen // *Aquaculture*. – 1986. – Vol. 59. – P. 71–80.
27. Devresse, B. Improved larviculture outputs in the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* fed a diet of Artemia enriched with n-3 HUFA and phospholipids / B. Devresse, M.S. Romdhane, M. Buzzi, J. Rasowo, P. Leger, J. Brown, P. Sorgeloos // *World Aquacult.* – 1990. – Vol. 21. – P. 123–125.
28. Dos Santos, M.J. Production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* and freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* stocked at different densities in polyculture systems in Brasil / M.J. Dos Santos, W.C. Valenti // *J. of World Aquacult. Soc.* – 2002. – Vol. 33. – P. 269–376.
29. Emmerson, W.D. Predation and energetics of *Penaeus indicus* (Decapoda, Penaeidae) larvae feeding on *Brachionus plicatilis* and *Artemia nauplii* / W.D. Emmerson // *Aquaculture*. – 1984. – Vol. 38. – P. 201–209.
30. Fair, P. The role of formula feeds and natural productivity in culture of the prawn *Macrobrachium rosenbergii* / P. Fair, A. Fortner // *Aquaculture*. – 1981. – Vol. 24. – P. 233–243.
31. Felix, N. Effect of glycine betaine, a feed attractant affecting growth and feed conversion of juvenile freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* / N. Felix, M. Sudharsan // *Aquacult. Nutr.* – 2004. – Vol. 10, No 3. – P. 193–197.
32. Garcia-Pérez, A. Growth, survival, yield, and size distributions of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* and tilapia *Oreochromis niloticus* in polyculture and monoculture systems in Puerto Rico / A. Garcia-Pérez, D. Alston, R. Cortés-Maldonado // *J. of World Aquacult. Soc.* – 2007. – Vol. 31. – P. 446–451.
33. Giap, D.H. Effects of different fertilization and feeding regimes on the production of integrated farming of rice and prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) / D.H. Giap, Y. Yi, C.K. Lin // *Aquacult. Res.* – 2005. – Vol. 36. – P. 292–299.
34. Gomes, S.Z. Dieta referencia para estudo de nutricao com a camarao de agua doce (*Macrobrachium rosenbergii*) / S.Z. Gomes, P.M.C. Gonzalez // *Rev. Soc. Bras. Zootecn.* – 1997. – Vol. 26, No 5. – P. 853–857.
35. Habashy, M.M. Growth and body composition of juvenile freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, fed different dietary protein / starch ratios / M.M. Habashy // *Global Vetennana*. – 2009. – Vol. 3, No 1. – P. 45–50.
36. Harms, J. Larval development and survival in seven decapod species (Crustacea) in relation to laboratory diet / J. Harms, B. Seeger // *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* – 1989. – Vol. 133. – P. 129–139.
37. Hill, S.J. Effects of diet and organic fertilization on water quality and benthic macroinvertebrate populations in ponds used to culture freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* / S.J. Hill, J.D. Sedlacek, P.A. Weston, J.H. Tidwell, K.D. Davis, W.L. Knight // *J. of Appl. Aquacult.* – 1997. – Vol. 7. – P. 19–32.
38. Hossain, M.A. Optimixation stocking density of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) in carp polyculture in Bangladesh / M.A. Hossain, M.S. Islam // *Aquacult. Res.* – 2006. – Vol. 37, № 10. – P. 994–1000.
39. Hossain, M.A. Low-cost diet for monoculture of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) in Bangladesh / M.A. Hossain, P. Lipi // *Aquacult. Res.* – 2007. – Vol. 38. – P. 232–238.
40. Hunte, W. The larval development of the shrimp / W. Hunte // *Carib. J. Sci.* – 1980. – Vol. 15, No 3–4. – P. 49–68.
41. Kamarudin, M.S. Ontogenetic change in digestive enzymes activity during larval development of *Macrobrachium rosenbergii* / M.S. Kamarudin, D.A. Jones, L. Vay, A.Z. Abidin // *Aquaculture*. – 1994. – Vol. 123. – P. 323–333.
42. Karplus, I. The effect of size-grading juvenile *Macrobrachium rosenbergii* prior to stocking on their population structure and production in polyculture. II. Dividing the population into three fraction / I. Karplus, G. Hulata, G. Wohlfarth, A. Halevy // *Aquaculture*. – 1987. – Vol. 62. – P. 85–95.
43. Katre, S. Effects of different feeding levels on molting, growth and conversion efficiency of *Macrobrachium lamarrei* / S. Katre, R.S. Reddy // *Hydrobiologia*. – 1976. – Vol. 50, No 3. – P. 239–243.
44. Khan, S. Development of early larval stages of *Macrobrachium birmanicus* (Schenkel, 1902) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) / S. Khan, S.F. Khanam, S. Ali // *Bangladesh J. Zool.* – 1984. – Vol. 12. – P. 79–90.
45. Kovalenko, E.E. A successful microbound diet for the larval culture of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbegii* / E.E. Kovalenko, L. D'Abramo, C.L. Ohs, R.K. Buddington // *Aquaculture*. – 2002. – Vol. 210. – P. 385–395.
46. Kurmaly, D.A. Comparative analysis on the growth and survival of *Penaeus monodon* (Fabricius) larvae, from protozoa 1 to postlarvae 1, on live feeds, artificial diets and on combinations of both / D.A. Kurmaly, K. Jones, A.B. Yule, J. East // *Aquaculture*. – 1989. – Vol. 81. – P. 27–45.
47. Kwong, V. Rearing *Macrobrachium rosenbergii* larvae in Fiji / V. Kwong // *Aquaculture*. – 1984. – Vol. 40. – P. 367–370.
48. Langer, S. Studies on the larval development of *Macrobrachium dayanum* (Henderson) / S. Langer // *J. Aqua. Biol.* – 2004. – Vol. 19, No 2. – P. 67–72.
49. Lavens, P. Larval prawn feeds and the dietary importance of Artemia / P. Lavens, S. Thongrod, P. Sergeloos // *Freshwater prawn culture: the farming of Macrobrachium rosenbergii* / Blackwell Science; M.B. New, W.C. Valenti (eds.). – Oxford, England, 2000. – P. 91–111.
50. Lobao, V.L. Efeitos de racoes de origem proteica vegetal e animal na engorda de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) / V.L. Lobao, J.V. Lombardi, E.A. Roverso, H.L. Marques, E. Hortencio, S.G. Melo // *Bol. Inst. Pesca*. – 1995. – Vol. 22. – P. 159–164.
51. Lobao, V.L. Desenvolvimento ponderal de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) (Decapoda, Palaemonidae) em laboratorio, frente ao uso de diferentes tipos de racao / V.L. Lobao, H.L. Marques, E.A. Roverso, A.C. Pazinato, J.V. Lombardi, E. Hortencio, S.G. Melo // *Bol. Inst. Pesca*. – 1995. – Vol. 22. – P. 63–69.
52. Lokman, A.M. Evaluation of egg custard for freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) larvae culture / A.M. Lokman // *J. of the Bangladesh Agricult. Univ.* – 2005. – Vol. 3, No 2. – P. 291–295.
53. Lovett, D.L. Evaluation of the rotifer *Brachionus plicatilis* as a substitute for Artemia in feeding larvae of *Macrobrachium rosenbergii* / D.L. Lovett, D.L. Felder // *Aquaculture*. – 1988. – Vol. 71. – P. 331–338.
54. MacLean, M.H. Effects of manure fertilization frequency on pond culture of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) / M.H. MacLean, J.H. Brown, K.J. Ang,

- K. Jauncey // *Aquaculture and Fish. Manag.* – 1994 a. – Vol. 25. – P. 601–611.
55. MacLean, M.H. Effect of organic fertilizer and formulated feed in pond culture of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man): pond productivity / M.H. MacLean, J.H. Brown, K.J. Ang, K. Jauncey // *Aquacult. and Fish. Manag.* – 1994 b. – Vol. 25. – P. 729–740.
 56. Marques, H.L. Stocking densities for nursery phase culture of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* / H.L. Marques, J.V. Lombardi, M.V. Brook // *Aquaculture.* – 2000. – Vol. 187. – P. 127–132.
 57. Mires, D. An improved polyculture management for freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* and sex inverted *Oreochromis niloticus* / D. Mires // *Bamidgeh.* – 1987. – Vol. 39, No 4, – P. 109–119.
 58. Mochanakumaran, N.C. Use of cyclop-eeze, as a substitute for *Artemia* nauplii in larval rearing of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) / N.C. Mochanakumaran, K.R. Salin, K.A. Kumar // *Aquacult. Nutr.* – 2007. – Vol. 13, No 2. – P. 88–93.
 59. Mohanta, K.N. Comparative performance of three types of larval diet in seed production of giant freshwater prawn and a trial for partial or complete substitution of brine shrimp / K.N. Mohanta, K.J. Rao // *J. Aquacult. Trop.* – 2000. – Vol. 15, No 2. – P. 145–152.
 60. Moller, T.H. Feeding behavior of larvae and postlarvae of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) (Crustacea: Palaemonidae) / T.H. Moller // *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* – 1978. – Vol. 35. – P. 251–258.
 61. Moore, L.B. Corn silage as a feed supplement for grow-out of *Macrobrachium rosenbergii* in ponds / L.B. Moore, R.W. Stanley // *J. of World Maricult. Soc.* – 2009. – Vol. 13. – P. 86–94.
 62. Murthy, S.H. Evaluation of formulated inert larval diets for giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* weaning from *Artemia* / S.H. Murthy, M.C. Yogeeshababu, K. Thanuja, P. Prakash, R. Shankar // *Mediterranean Aquacult. J.* – 2008. – Vol. 1, No 1, P. 21–25.
 63. Nelson, S.G. Ammonia excretion and nitrogen assimilation by the tropical freshwater prawn *Macrobrachium* lar (Crustacea, Palaemonidae) / S.G. Nelson, R.K. Kropp // *Comp. Biochem. and Physiol.* – 1985. – Vol. A 81, No 3. – P. 699–704.
 64. New, M.B. Status of freshwater prawn farming: a review / M.B. New // *Aquacult. Res.* – 1995. – Vol. 26. – P. 1–54.
 65. New, M.B. Farming freshwater prawns: a manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) / M.B. New. – Rome: FAO, Fisheries Techn. Pap. Food and agriculture organization of the united nations, 2002. – No 428. – 212 p.
 66. New, M.B. Freshwater prawn farming: global status, recent research and a glance at the future / M.B. New // *Aquacult. Res.* – 2005. – Vol. 36. – P. 210–230.
 67. New, M. Freshwater prawn farming. A manual for the culture of *Macrobrachium rosenbergii* / M. New, S. Singholka. – Rome: FAO Fisheries Techn. Pap. Food and agriculture organization of the united nations, 1982. – No 225. – 116 p.
 68. Nhan, D.T. Effects of larval stocking density and feeding regime on larval rearing of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) / D.T. Nhan, M. Wille, L.T. Hung, P. Sorgeloos // *Aquaculture.* – 2010. – Vol. 300. – P. 80–86.
 69. Ponnuchamy, R. Comparative studies on the effects of population density on moult production food conversion in the freshwater prawns / R. Ponnuchamy, R.S. Reddy, S. Katre // *Proc. Indian Acad. Sci. (Anim.Sci.).* – 1984. – Vol. 93, No 6. – P. 517–525.
 70. Pramanik, W.A. Development of backyard *Macrobrachium* hatchery system and larvae rearing technique / W.A. Pramanik // *Bangladesh L. Zool.* – 1997. – Vol. 25, No 1. – P. 23–28.
 71. Rao, K.J. Preliminary studies on the seed production of *Macrobrachium malcolmsonii* (H. Milne Edwards) under controlled conditions / K.J. Rao // *Bull. Cent. Indian Fish. Res. Inst.* – 1986a. – No 47. – P. 71–75.
 72. Rao, K.J. General biology of Indian river prawn, *Macrobrachium malcolmsonii* / K.J. Rao // *Bull. Cent. Indian Fish. Res. Inst.* – 1986b. – No 47. – P. 55–59.
 73. Ryther, J.H. A fresh water waste recycling-aquaculture system / J.H. Ryther, L.D. Williams, D.C. Kneale // *Fla Sci.* – 1977. – Vol. 40, No 2. – P. 130–135.
 74. Saad, A.S. Growth response of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man), to diets having different levels of biogen® / A.S. Saad, M.M. Habashy, K.M. Sharshar // *J. World Appl. Sci.* – 2009. – Vol. 6, No 4. – P. 550–556.
 75. Siddiqui, A.Q. Evaluation of the production potential of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) in monoculture and in polyculture with Nile tilapia and common carp in Saudi Arabia / A.Q. Siddiqui, H.M. Al Hinty, S.A. Ali // *Aquacult. Res.* – 1996. – Vol. 26. – P. 515–621.
 76. Sorgeloos, P.P. Improved larviculture outputs of marine fish, shrimp and prawn / P. Sorgeloos, P. Leger // *J. of World Aquac. Soc.* – 1992. – Vol. 23. – P. 251–264.
 77. Srivastava, F.P. Effect of dietary vitamin C on survival and moulting of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) larvae reared upto stade V / F.P. Srivastava // *Nat. Acad. Sci. Lett.* – 1998. – Vol. 21. – P. 91–96.
 78. Uddin, M.S. Effects of stocking density on production and economics of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) polyculture in periphyton-based systems / M.S. Uddin, S.M. Rahman, M.E. Azim, M.A. Wahab, M.C. Verdegem, J.A. Verreth // *Aquacult. Res.* – 2007. – Vol. 38. – P. 1759–1769.
 79. Valenti, W.C. Recirculation hatchery systems and management / W.C. Valenti, W.H. Daniels // *Freshwater prawn culture: the farming of Macrobrachium rosenbergii* / Blackwell Science; M.B. New, W.C. Valenti (eds.). – Oxford, England, 2000. – P. 69–90.
 80. Wahab, M.A. Evaluation of freshwater prawn – small fish culture concurrently with rice in Bangladesh / M.A. Wahab, M. Kunda, M.E. Azim, S. Dewan, S.H. Thilsted // *Aquacult. Res.* – 2008. – Vol. 39. – P. 1524–1532.

SUMMARY

According to published sources the food structure and food selectivity of freshwater prawn genus *Macrobrachium*, Bate in larval and after-larva period of ontogenesis during aquaculture cultivating were analyzed. It is shown that during larvae cultivation variety of feed additives can be used, but at the initial stage of metamorphosis (the first 6 larval stages) live feed must be used. During the cultivation of mature individuals local species feed and shrimp feed containing at least 25–35 % protein may also be widely used.

Поступила в редакцію 28.06.2010 р.