

## ТЕХНОЛОГИЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ДЛИННОПАЛЫХ РАКОВ (*Astacus leptodactylus*) В СИСТЕМАХ С ЗАМКНУТЫМ ЦИКЛОМ ВОДООБМЕНА

М. А. ПАНЧИШНЫЙ

Харьковская государственная зооветеринарная академия.  
п.г.т. Малая Даниловка, Украина, 62343, e-mail: mpanchishnyy@gmail.com

(Поступила в редакцию 04.01.2019)

С развитием и ростом численности населения планеты остро начинает становиться вопрос о ресурсах, один из которых пища. Поэтому многие страны и люди начали изучать вопрос об искусственном воспроизводстве различных кормовых объектов, среди которых и гидробионты. Один из объектов, которые последнее время культивируют, – это различные виды раков. Во время его воспроизводства возникает ряд вопросов, с которыми сталкиваются исследователи и предприниматели. Среди основных: культивирование в искусственных условиях, очистка воды, влияние тех или иных стресс-факторов. Во время культивирования гидробионтов (рыбы, раков, моллюсков) особенно в закрытых системах, возникает необходимость очистки сточных вод, поэтому в последнее время всё чаще начинают обращаться к сельскохозяйственным растениям для обеспечения дополнительной очистки воды в системах обратного водообмена и получения дополнительной продукции.

**Ключевые слова:** длиннопалый рак (*Astacus Leptodactylus*), аквапоника, поверхностно активные вещества, порошок «Лотос», инсектицид (Би-58 новый), фунгицид Ридомил, гербицид Напалм, аммиачная селитра, суперфосфат, сульфат калия.

*With the development and growth of population of the planet, the question of resources, one of which is food, becomes acute. Therefore, many countries and people began to study the question of the artificial reproduction of various food objects, among which are hydrobionts. One of the objects that have been cultivated lately is various types of crayfish. During its reproduction, a number of questions arise that researchers and entrepreneurs face. Among the main ones: cultivation under artificial conditions, water purification, the influence of various stress factors. During the cultivation of hydrobionts (fish, crayfish, mollusks), especially in closed systems, there is a need for wastewater treatment, so lately they are increasingly turning to agricultural plants to provide additional water purification in reverse water exchange systems and to obtain additional products.*

**Key words:** long-claw crayfish (*Astacus Leptodactylus*), aquaponics, surfactants, Lotos powder, insecticide (Bi-58 new), Ridomil fungicide, Napalm herbicide, ammonium nitrate, superphosphate, potassium sulfate.

### Ведение

Воспроизводство длиннопалых раков в искусственных условиях, в частности УЗВ (установках с замкнутым циклом водообмена) – достаточно актуальный вопрос [1, 3]. Связанно это в первую очередь с трудоёмкостью процессов как содержания, так и воспроизводства. Ведь раки достаточно специфические животные. Одна из основных проблем, с которой сталкиваются люди, решившие заняться данным вопросом, это каннибализм. Раки – территориалы, и с очень сильным рвением пытаются защитить свою территорию, а при возможности отобрать у собрата. Не последним вопросом стоит обеспечение очистки воды от продуктов жизнедеятельности, ведь в большинстве случаев искусственное культивирование подразумевает выращивание раков в бассейнах, лотках, аквариумах и иных подобных ёмкостях, где необходима очистка воды. Также не последнюю роль играет водо-источник, ведь какая бы ни была система очистки воды, необходим постоянный доступ к свежей воде, где вода из-под крана не всегда есть благо. Поэтому основная цель работы – изучить различные факторы, влияющие на рост и развитие раков в замкнутых системах.

### Основная часть

Исследования по разведению длиннопалого рака в системах УЗВ проводились в лаборатории разведения гидробионтов при Харьковской государственной зооветеринарной академии. Изучение различного типов убежищ, которые можно было бы применять для раков во время культивирования как в искусственных условиях, так и в природных будь то озеро, река, яма с водой и т. д. изучали в аквариумной установке, которая включала шесть аквариумов по 100 л, и УЗВ 3000 л. После проведения лабораторных испытаний все модели искусственных убежищ проходили испытания в производственных условиях. На базах Лиманского государственного сельскохозяйственного рыболовного предприятия, которое размещено на водоёме охладителе Змиевской ТЭС, и Печенежского рыболовного хозяйства. Был изучен ряд вариантов убежищ, среди которых были и патрубки разного диаметра, искусственные гроты из камня, те, которые напоминали высшую растительность разной плотности и окраса. Начиная от светлых тонов, почти белого, до чёрного.

Лучшими оказались те, что имитируют водную растительность. Также неплохо себя показали убежища из пластиковых труб. Они имели лёгкий вес, малый размер и были просты в обращении, основным недостатком оказалась необходимость смены размера, он зависел от размера особей. Это в свою очередь вызывало необходимость иметь большое количество убежищ разного диаметра, что затрудняло работу с ними и вызывало необходимость иметь дополнительную площадь для хранения неиспользуемого оборудования.

В независимости от наличия оборудования или опыта главным вопросом остаются методы воспроизводства и инкубации икры. На данный момент есть основных два метода. Первый это инкубация на самках раков, второй – в специализированных инкубаторах.

В каждый из аквариумов было посажено по 10 ♀ раков, каждая из которых была с икрой, корм в аквариумах был постоянно. Если старый корм начинал закисать, то его изымали. Основу для корма раков составлял мясо курицы, навозные черви (разводились в лаборатории), мясо рыбы.

В январе–феврале температуру в аквариумах держали в пределах +8–10 °С. С марта постепенно поднимали температуру до +15–18 °С. В третьей декаде апреля из икры стали проклёвываются личинки рака. Как показали дальнейшие наблюдения, после второй линьки раки начали покидать самок и изучать окружающую площадь, но в случае опасности бросались к самке. Было отмечено, что мальки бросались к ближайшей самке, которая в свою очередь принимала их под защиту. Используя подобное поведение можно уменьшить количество самок в инкубационном аквариуме вдвое, а отсаженных рачих отсадить для линьки в другую ёмкость (рис 1).



Рис. 1. Рачиха с мальком

Молодежь раков кормили свежими личинками хирономид, фаршем из рыбьего и куриного мяса с добавлением перетертых скорлуп из куриных яиц. В аквариумах с молодняком раков температура была в рамках + 21–24 °С. В связи с каннибализмом и различными размерами раков (растут не одинаково) число убежищ должно преобладать над числом рачат почти в два раза. Учитывая, что раки любят темноту, аквариумы должны быть затемнены шторами, которые почти не пропускали свет [4]. После подрастания рачат до нескольких сантиметров их калибровали и рассаживали по разным аквариумам, также учитывать тот факт, что раками нельзя перенаселять аквариумы. Это связано с тем, что проходит борьба за территорию и сильные раки вытесняют, а также поедают слабых, тем самым увеличивают количество отхода. После того как особи достигали размера 4–5 см, их пересаживали в УЗВ, где они достигали товарного размера табл.1.

Таблица 1. Параметры речных раков, выращенных в искусственных условиях

Вариант	Возраст	Количество линек	Длина, см	Средний вес, г
Раки, выращенные в искусственных условиях	12 мес	13	9,6	36,8
Раки, выращенные в природных условиях	12 мес	8	3,4	14,1
НР <sub>05</sub>			4,2	12,6

Таким образом, из результатов исследований видно, что практически товарного рака можно получить за один год, в то же время таких раков в естественных условиях можно получать только через 2–3 года, что подтверждается результатами математической обработки.

Учитывая постоянный рост себестоимости продуктов питания, уменьшение площади, пригодной для земледелия, увеличение населения планеты и многих других факторов, человечество начало поиск альтернативных методов получения пищевой продукции. В данном направлении исследований значительный интерес представляет совместное выращивание гидробионтов и культивируемых растений, что обусловлено почти одинаковыми потребностями в энергетических и тепловых ресурсах.

Методика использования аквапоники позволяет выращивать многие виды растений на загрязненной воде УЗВ. При совместном выращивании растений и раков мы имеем возможность сделать взаимно выгодные условия для обитания. В таком случае мы добиваемся обеспечения растений нужными для роста питательными веществами и проводим очистку воды от продуктов метаболизма длиннопалых раков с целью задействования очищенной воды в повторном использовании. Такие меры особенно важны в тех районах, где есть дефицит воды и она высоко оценивается. Кроме того, при размещении замкнутых систем в теплицах и использовании теплой воды, несмотря на условия окружающей среды можно получать продукцию круглый год [5].

Благодаря сочетанию совместного выращивания можно добиться более эффективных результатов, чем при отдельном содержании каждого из исследовательских объектов. Ведь окисление продуктов обмена раков и остатков кормов приводит к накоплению в воде значительного количества аммиака. В свою очередь продукты азотного обмена (аммоний и т. п.) могут быть использованы при выращивании овощных и других видов сельскохозяйственных культур как питательные вещества.

За время исследований нами проводился химический анализ воды как при применении растений в системе фильтрации, так и во время их использования в комплексе с биофильтром. Результаты динамики химических показателей воды в УЗВ приведены в табл. 2.

Таблица 2. Динамика химических показателей воды в УЗВ при использовании растений и без них

Химический показатель воды в системе УЗВ	Биофильтр		Биофильтр + растения
	1–11 день	12–23 день	24–35 день
Ca (мг/л)	6,33 ±0,17	4,70 ±0,41**	5,13 ±0,31*
CO <sub>2</sub> (мг/л)	15,00 ±0,58	17,25 ±0,48*	21,50 ±0,65***
NO <sub>2</sub> (мг/л)	0,33 ±0,03	0,38 ±0,02	0,33 ±0,03
pH	7,15 ±0,03	6,93 ±0,05**	7,05 ±0,24
Жёсткость общая (мг/л)	13,75 ±0,25	13,50 ±0,29	10,50 ±0,29***

\*p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001.

На время проведения исследований биологическая нагрузка раками на систему УЗВ составляла около 30 % от общей мощности, что в свою очередь равно 7,5 кг раков. Суточный привес животных не вычислялся, поскольку не был заложен в план исследования. После окончания исследований было получено 2,2 кг зеленой массы растений, которые были в дальнейшем использовании во время кормления раков.

Со стремительным ростом и развитием цивилизации человечество начало всё активнее пользоваться различными химическими и биологическими веществами, которые мы используем при мытье, стирке, полоскании, и т. п. Удобрения, пестициды используют в сельском хозяйстве. В результате, так или иначе все эти вещества попадают в воду и в определенной степени влияют отрицательно. Влияние этих веществ на раков не исследованы, в литературе упоминаются только некоторые пестициды, что запрещены для использования [6].

После проведения ряда комплексных исследований относительно влияния ПАВ на раков при разной концентрации было установлено, что предельно допустимыми нормами, при которых раки могут выжить, приведены в табл. 3. При этом раки продолжают питаться и расти.

Таблица 3. Влияние ПАВ, пестицидов и минеральных удобрений на рака

Вариант	Единица измерения	Концентрация действующего вещества в препарате, %	Летальная доза (ЛД)/ время гибели [6]	Предельно допустимая доза
Стиральный порошок «Лотос»	г/л	45	2,5/9 ч	≤ 1,8
Би-58 новый	мл/л	40	0,05/3 сут	≤ 0,02
Ридомил	г/л	64	5,0/5 сут	≤ 3,9
Напалм	мл/л	48	0,08/3 сут	≤ 0,05
Аммиачная селитра	г/л	34,4	0,4/2 сут	≤ 0,3
Суперфосфат	г/л	40	0,6/4 сут	≤ 0,4
Сульфат калия	г/л	40	0,5/3 сут	≤ 0,4

### Заключение

В ходе проведённых исследований можно сделать ряд определённых заключений, раки неплохо поддаются раннему нересту при повышении температуры (описано многими авторами), при этом нигде не упоминается о том, что можно подсаживать рачат к другим самкам, которые их принимают и ухаживают. Личинки, которые оставались сами, к сожалению, в большинстве случаев гибнут. Было установлено, что хорошее качество имеет вода, очищенная при помощи аквапоники, помимо всего мы получали дополнительную продукцию, которую использовали при кормлении раков. Что касается влияния химических веществ на раков, которые могут попасть в воду, то дозы, при которых раки способны выжить, составляли: порошок «Лотос» 1,8 г/л воды, инсектицид (Би-58 новый) 0,02 мл/л, фунгицид Ридомил 3,9 г/л, гербицид Напалм 0,05 мл/л, аммиачная селитра 0,3 г/л, суперфосфат 0,4 г/л сульфат калия 0,4 г/л.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Рахманов, А. И. Речные раки (содержание и разведение) / А. И. Рахманов. – М.: Аквариум, 2003. – 48 с.
2. Гончаров, А. Ю. Зависимость выклева и выхода личинок речного рака (*Astacus leptodactylus eschort*) от температуры воды / А. Ю. Гончаров, А. Ф. Сокольский // 8 Научн. конф. по экол. физиол. и биохимии рыб: Тез. докл. – Петрозаводск, 1992. – Т. 1. – С. 72–73.
3. Технология выращивания молоди раков до массы 1 г в установках с замкнутым водоснабжением / А. Ю. Киселев [и др.]. – М., 1995. – С. 12.
4. Панчишный, М. А. Влияние силы освещения помещения на рост и развитие длиннопалых раков (*Astacus leptodactylus* (Eschscholz, 1823)) при искусственном разведении / М. А. Панчишный, С. О. Баско, А. В. Базаева // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2018. – № 4. – С. 33–37.
5. Панчишный, М. О. Науково-практична конференція присвячені 100-річчю від дня народження організатора освітнього напрямку з технології тваринництва за спеціальністю «Зооінженерія», відомого вченого і методиста, декана Володимира Костянтиновича Целютина / М. О. Панчишний // Зооінженерія і тваринництво: історія, проблеми та перспективи. – Х.: 2014 р. – С. 24–28.
6. Панчишний, М. О. Вплив ПАВ та деяких хімічних речовин на рака річкового довгопалого / М. О. Панчишний // Проблеми Зооінженерії та ветеринарної медицини Збірник наукових праць ХДЗВА. – Випуск 22. – Ч 1. Ветеринарні науки. – 2011. – С. 347–351.

## ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГАПЛОТИПОВ В ЛОКУСЕ ИНСУЛИНА В ПОПУЛЯЦИЯХ КУР КОМБИНИРОВАННОГО НАПРАВЛЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ

Л. В. ШУЛИКА, Р. А. КУЛИБАБА

Институт животноводства НААН Украины  
г. Харьков, Украина, 61026

(Поступила в редакцию 08.01.2019)

Изучены особенности распределения гаплотипов и гаплогрупп для мутаций T+3737C и A+3971G в локусе инсулина в популяциях кур породы род-айленд красный (линия 38) и плимутрок белый (линия G2) украинской селекции. В целом по группам выявлено 3 гаплотипа (H2, H3 и H4) из 4 возможных. Гаплотип H1 (CA) в опытных популяциях не обнаружен. Популяции кур линий 38 и G2 высокодостоверно отличались друг от друга по частотам H2, H3 и H4 ( $p < 0,001$ ). Значения частот гаплотипов H2 (CG), H3 (TA) и H4 (TG) составили соответственно 0,635; 0,245 и 0,12 в линии 38, и 0,035; 0,518 и 0,447 – в линии G2. По результатам анализа особенностей распределения комбинаций гаплотипов выявлено, что в популяции кур породы род-айленд красный с наиболее высокой частотой представлена гаплогруппа H2/H2, а в популяции кур породы плимутрок белый – гаплогруппа H3/H4 соответственно. Оценка стандартизированной меры неравновесия по сцеплению показала наличие полного неравновесия по сцеплению для локуса инсулина в обеих изученных популяциях ( $D' = 1$ ). Полученные данные могут быть использованы в дальнейшей селекционно-племенной работе с опытными популяциями для формирования микролиний с заданными гаплотипами в их пределах.

**Ключевые слова:** популяция, гаплотип, неравновесие по сцеплению, ген инсулина, ПЦР-ПДРФ, куры.

We have studied peculiarities of the distribution of haplotypes and haplogroups for T + 3737C and A + 3971G mutations in the insulin locus in populations of the Rhode Island Red breed of chicken (line 38) and Plimutrok white (Line G2) of Ukrainian breeding. In general, the groups revealed 3 haplotypes (H2, H3 and H4) out of 4 possible. Haplotype H1 (CA) was not found in the experimental populations. The populations of chicken of lines 38 and G2 highly differed from each other in the frequencies H2, H3 and H4 ( $p < 0.001$ ). Frequencies of haplotypes H2 (CG), H3 (TA) and H4 (TG) were, respectively, 0.635; 0.245 and 0.12 in line 38, and 0.035; 0.518 and 0.447 are in the G2 line. According to the results of the analysis of patterns of distribution of haplotype combinations, it was found that the H2 / H2 haplogroup is the most frequent in the population of the Rhode Island red chicken, and the H3 / H4 haplogroup in the population of the Plimutrok white chicken is, respectively. Evaluation of a standardized linkage disequilibrium measure showed the presence of complete linkage disequilibrium for the insulin locus in both studied populations ( $D' = 1$ ). The obtained data can be used in further selection and breeding work with experimental populations for the formation of microlines with given haplotypes within them.

**Key words:** population, haplotype, linkage disequilibrium, insulin gene, PCR-RFLP, chickens.

### Введение

В настоящее время использование молекулярно-генетических методов исследований в мировой практике селекции сельскохозяйственной птицы становится необходимостью с учетом поддержания темпов развития птицеводческой отрасли (чей дальнейший рост прогнозируется Всемирной продовольственной организацией) [1]. Изучение полиморфизма ДНК, его связи с хозяйственно ценными признаками создает основу для проведения эффективной селекционно-племенной работы с опытными популяциями кур. Особую ценность для исследований представляет изучение полиморфизма генов-кандидатов, задействованных в регуляции основных физиологических процессов организма (в первую очередь гормонов и регуляторных факторов), связанных с формированием хозяйственно полезного признака [2]. При этом, как правило, в каждом из целевых генов может быть выявлена более чем одна мутация (полиморфизм). При изучении двух и более полиморфизмов в пределах одного гена представляет интерес не только анализ отдельных мутаций в частности, но и гаплотипов в целом. Для нескольких отдельно взятых полиморфизмов может быть выявлено существование неравновесия по сцеплению (Linkage Disequilibrium, LD), что в свою очередь приводит к их наследованию в виде единого функционального целого [3]. Степень неравновесия по сцеплению может варьировать вплоть до полного LD (complete LD), что проявляется в наследовании сцепленных полиморфизмов как единой функциональной единицы, и в свою очередь может быть использовано при создании линий птицы с заданными гаплотипами. Подобный подход особенно актуален при использовании маркер-ассоциированной селекции с помощью ДНК-маркеров, так как приводит к снижению затрат по сравнению с проведением селекционной работы на основе отдельных (не сцепленных) мутаций [4]. Таким образом, анализ особенностей организации генетического материала птицы посредством оценки степени неравновесия по сцеплению отдельных ДНК-полиморфизмов представляет существенный интерес для практических целей селекции.

К генам, перспективным для использования с целью маркер-ассоциированной селекции на улучшение продуктивных качеств кур, относится ген инсулина [5]. Ген инсулина (*INS*) имеет относительно небольшой размер, содержит в своем составе 3 экзона и 2 интрона. Расположен в 5 хромосоме. Кодировает гормон инсулин, который участвует в регуляции широкого спектра физиологических функций организма: углеводного и жирового обмена, транспорта аминокислот, синтеза белков, сти-