

Оценка эффективности выращивания угря в установке замкнутого водоиспользования

Assessment of efficiency of cultivation of an eel in installation of the closed water use

Профессор Е.И. Хрусталеv, аспирант К.А. Молчанова, магистр В.В. Пекарскайте (Калининградский государственный технический университет) кафедра аквакультуры, тел. 8(4012)-99-53-53
E-mail: chrustaqua@rambler.ru

Professor E.I. Khrustalyev, Graduate Student K.A. Molchanova, Undergraduate V.V. Pekarskaite (Kaliningrad State Technical University) chair of Aquaculture, tel. 8(4012)-99-53-53
E-mail: chrustaqua@rambler.ru

Реферат. Индустриальные условия, прежде всего установки замкнутого водоиспользования (УЗВ), предполагают, как правило, возможность установления такого температурного режима, который позволяет на высоком уровне разрешиться ростовой и адаптогенной потенции угря, а стрессовое воздействие минимизировано. Современная практика индустриального угреводства предлагает считать оптимальной для угря температуру воды $25\pm 1^\circ\text{C}$. Учитывая то, что угорь наиболее эффективно трансформирует белок корма в прирост массы (до 40 % содержащегося в рационе), рецептуры специализированных кормов должны быть высокобелковыми. С учетом обозначенных условий следует ожидать высокого раскрытия у рыб ростовой потенции. Цель исследования - дать оценку скорости роста, выживаемости угря и эффективности кормления при его выращивании в УЗВ. Исследования проводили с марта 2015 по март 2016 гг. на базе промышленной УЗВ предприятия «Wasser-Fish», расположенного в Польше. Температура воды в период исследований изменялась в диапазоне значений от 22,5 до 24,0 °С, содержание растворенного в воде кислорода - от 7,5 до 12,0 мг/л. В результате исследований было обнаружено, что во все месяцы выращивания значения кормового коэффициента были либо ниже 1, либо незначительно выше. Самое эффективное усвоение питательных веществ ($K/k = 0,8$) отмечали в первый после карантина месяц выращивания. Более высокие ($K/k = 1,04 - 1,12$) - в период с августа по февраль. Вероятной причиной следует признать температуру воды, которая была несколько ниже оптимальной.

Summary. Industrial conditions, first of all the recirculating aquaculture system (RAS), assume, as a rule, a possibility of establishment of such temperature condition which allows to be allowed at the high level to a growth and adaptogen potentiality of an eel, and stressful influence is minimized. Modern practice of an industrial cultivation of an eel suggests to consider optimum for an eel the water temperature of $25\pm 1^\circ\text{C}$. Considering that the eel most effectively transforms protein of a forage to a weight gain (to 40% contained in a diet), compoundings of specialized forages have to be high-protein. Taking into account the designated conditions it is necessary to expect high disclosure at fishes of a growth potentiality. In this regard, the research objective was to give an assessment to growth rate, survival of an eel, efficiency of feeding at cultivation in RAS. Researches were conducted from March, 2015 to March, 2016 on the basis of industrial RAS of the «Wasser-Fish» enterprise, located in Poland. Water temperature during researches changed in the range of values from 22,5 to 24,0 °C, the content of the oxygen from 7,5 to 12,0 mg/l dissolved in water. As a result of researches it was revealed that in all months of cultivation of value of fodder coefficient were or lower than 1, or it is insignificant above. The most effective digestion of nutrients ($F/r = 0,8$) celebrated in the first, after the quarantine, month of cultivation. Higher values of feeding ratio ($F/r = 1,04-1,12$) noted during the period from August to February. As a probable cause of it is necessary to recognize the water temperature which was slightly lower than optimum.

Ключевые слова: угорь, УЗВ, коэффициент массонакопления, скорость роста, кормовой коэффициент.

Keywords: eel, recirculating aquaculture system (RAS), weight factor of accumulation, growth factor, feeding ratio.



С учетом термики водоемов, расположенных в умеренных широтах, считается, что рост угря в течение вегетационного сезона наиболее интенсивный при температуре воды 18–23 °С. Однако есть данные, когда более интенсивный рост отмечали в прудах в Греции, где температура воды повышалась летом до 30 °С, а период с температурой более 20 °С был более продолжительным, чем в предыдущем описании. Пример высокой устойчивости угря к повышенной температуре относится к озеру Балатон, крупному мелководному водоему, где длительный период имела место успешная практика пастбищного выращивания угря, несмотря на то, что летом температура воды повышалась до 30–32 °С. Данный пример показателен тем, что в озере Балатон впервые была зафиксирована массовая гибель угря. Причиной была названа инвазия угря новым паразитом *Anguillicola crasus*. Однако анализ условий обитания показал «эффект срабатывания формулы Ведемейера», согласно которой равновесие в сосуществовании «хозяин – паразит» нарушается, когда возникает стрессовая ситуация. Как следствие, развивается заболевание.

Таким стрессовым воздействием явилась высокая летняя температура воды (до 30 °С) и массовое развитие цианобактерий (сине-зеленых водорослей), многие из которых являются токсичными. Возможно, это совпало с образованием эксудата в плавательном пузыре угря при размножении паразитов.

Индустриальные условия, прежде всего УЗВ, предполагают, как правило, возможность установления такого температурного режима, который позволяет на высоком уровне разрешиться ростовой и адаптогенной потенции угря, а стрессовое воздействие минимизировано.

Современная практика индустриального угреводства предлагает считать оптимальной для угря температуру воды 25±1°С. Поскольку угря выращивают при высокой плотности посадки (до 10 тыс. шт/м³ до массы 3 – 5 г, 4 тыс. шт/м³ до массы 10 г, 1 тыс. шт/м³ до массы 100 г, далее до товарной массы 300-400 шт/м³), то содержание кислорода в воде не должно быть ниже 8 мг/л [1]. Учитывая то, что угорь наиболее эффективно трансформирует белок корма в прирост массы (до 40 % содержащегося в рационе), рецептуры специализированных кормов должны быть высокобелковыми [2]. С учетом обозначенных условий следует ожидать высокого раскрытия у рыб ростовой потенции.

Цель исследования - дать оценку скорости роста, выживаемости угря, эффективности кормления в течение 11 мес выращивания в УЗВ.

Исследования проводили на базе промышленной УЗВ (фирма «Wasser-Fish», Польша). Круглые бассейны имели диаметр 3,5 м, уровень воды 1 м. Водообмен состоял 1 раз/ч. Механическую очистку воды проводили в барабанном фильтре, биологическую очистку - в фильтре с периодической регенерацией загрузки из гранулированного полиэтилена. Общий объем воды, циркулирующей в УЗВ, составил 120 м³.

Скорость роста угря рассчитывали по формуле общепродукционного коэффициента массонакопления K_m [3]:

$$K_m = \frac{(\sqrt[3]{M_{\text{кон}}} - \sqrt[3]{M_{\text{нач}}}) \times \vartheta}{T}$$

где $M_{\text{нач}}$ и $M_{\text{кон}}$ – масса начальная и конечная, г; T – период выращивания между контрольными обловами, сут.

Эффективность кормления угря новой рецептурой специализированного корма датской фирмы Aller Aqua (Aller ivory) оценивали по величине кормового коэффициента:

$$K/k = \frac{K}{P}$$



где K – количество корма, израсходованное за период между контрольными обловами, кг; Π – прирост массы рыб за этот же период, кг.

Температура воды в период исследований изменялась в диапазоне значений от 22,5 до 24,0 °С, содержание растворенного в воде кислорода - от 7,5 до 12,0 мг/л. Исследования проводили с марта 2015 по март 2016 гг.

В ходе исследования проводили регулярные ежемесячные сортировки, которые позволяли выделять на каждом этапе рыбоводного процесса три размерные группы: мелкие, средние, крупные. На рис. 1 наличие трех размерных групп прослеживается с июня, а фиксация достигнутой массы рыб, используемой для расчета скорости роста, - с июля.

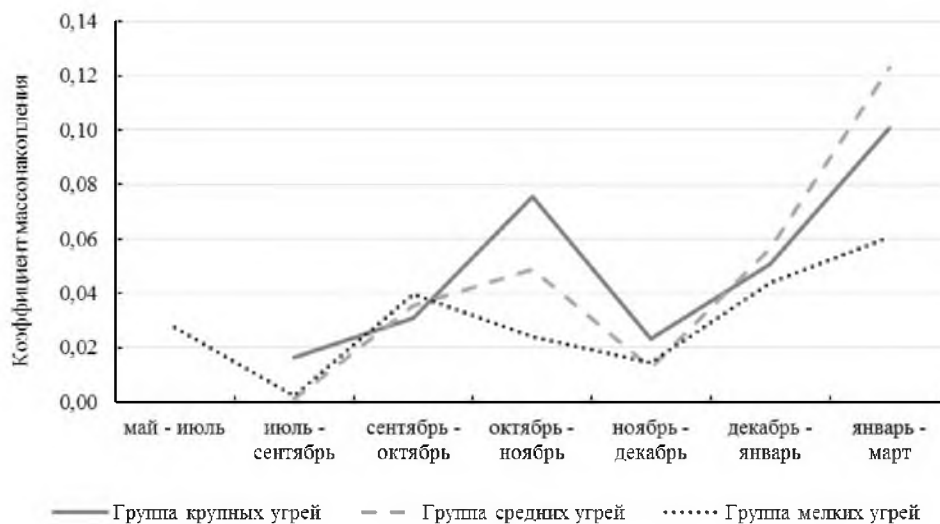


Рис. 1. Динамика коэффициента массонакопления угря (2015–2016)

Следует обратить внимание на сходный характер в динамике роста в трех размерных группах. На первом этапе выращивания (июнь–ноябрь) более стабильная динамика роста показана для группы с опережающим ростом, когда была достигнута большая скорость роста $K_m = 0,076$. У угря из средней группы показатель был существенно ниже - 0,049. Наименьший был в мелкой группе - 0,035.

На втором этапе выращивания (октябрь–декабрь) отмечена динамика снижения скорости роста в трех группах. Причем в группе мелкого угря она проявилась раньше. Поскольку условия выращивания угря на этом этапе существенно не отличались от предыдущего, можно предположить, что в основе этого «срабатывание циркадного цикла развития», что закономерно вытекает из того, что в качестве исходного используется природный материал [4]. Адаптация угря на этом этапе, соответствующем осенне-зимнему периоду, позволила в декабре–марте 2016 г. (третий этап) раскрыть ростовую потенцию в еще большем расширении: K_m в группе крупного угря - 0,101, среднего - 0,123, мелкого - 0,061. То что угорь в средней группе показал более интенсивный рост, можно связать с тем, что в ней доминировали самки, которые в начальный период интенсивного роста проигрывают самцам, впоследствии, поскольку развитие половой системы у вторых начинается раньше, что требует отвлечения обменной энергии, опережают в росте. Подтверждением этому могут служить данные о размерном составе групп в январе–марте: крупные - 111–200 г, средние - 59–138 г. В группе мелких угрей средняя масса рыб была 24–67 г.

В природных условиях самцы угря созревают раньше самок: в возрасте 3–5 лет при массе 90–250 г, самки в возрасте 5–12 лет, при массе более 400 г. В то же время, учитывая гетерогенность популяций угря, в каждой размерной группе присутствовали самцы и самки, но в разной пропорции.



Оценивая жизнеспособность угря в трех размерных группах в течение 12-месячного периода выращивания, следует отметить высокие ее значения. Даже в группе мелкого угря она превысила 85 %, а в средней и крупной составила 92,0 и 98,5 %, что выше нормативного показателя на 80 % (рис. 2). Эти данные могут говорить, с одной стороны, о высоком исходном качестве стекловидного угря, завезенного из Марокко, с другой - о соответствующем уровне биотехники и условий выращивания.

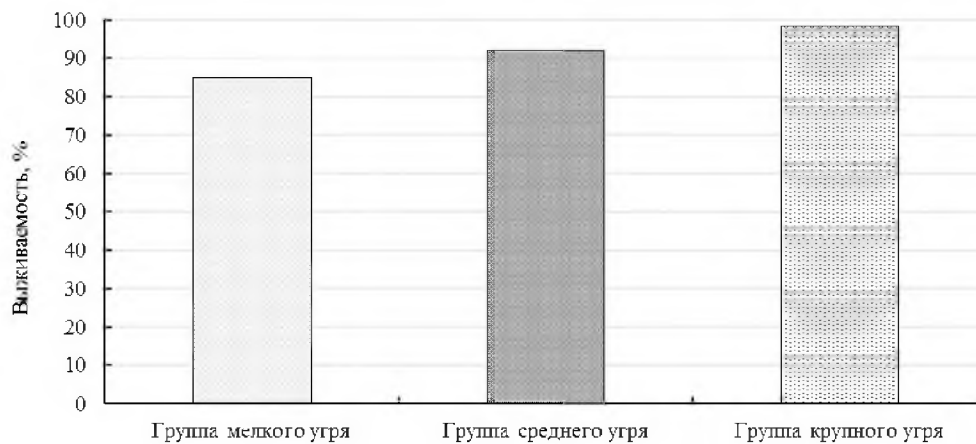


Рис. 2. Процент выживаемости угря за период выращивания (2015–2016)

Высокий уровень биотехники и качество искусственного корма подтверждают данные рис. 3. Во все месяцы выращивания значения кормового коэффициента были либо ниже 1, либо незначительно выше. Самое эффективное усвоение питательных веществ $K/k = 0,8$, отмечали в первый после карантина, месяц выращивания. Более высокие значения $K/k = 1,04-1,12$ – в период с августа по февраль. К августу средняя масса угря в крупной группе достигла 19 г, в средней - 7,8 г, в мелкой - 4,3 г.

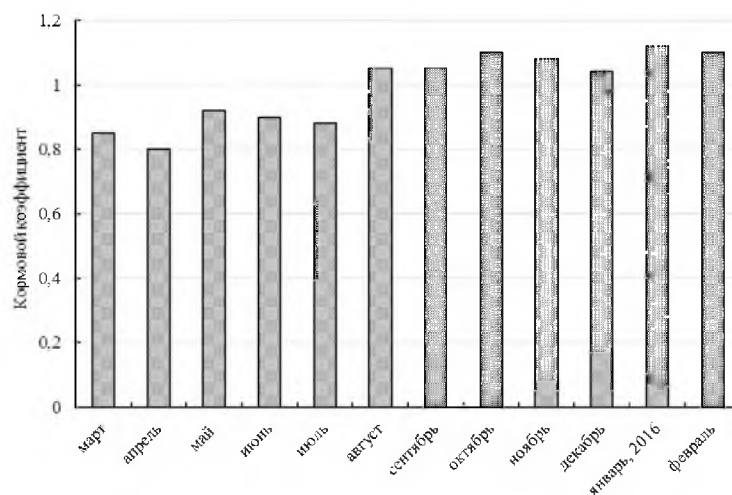


Рис. 3. Изменение величины кормового коэффициента угря (2015–2016)

В соответствии с нормативом для данных размерных групп применима величина кормового коэффициента 1,2–1,5. В дальнейшем на последующих этапах выращивания сохраняется нормативное значение кормового коэффициента 1, 2 [2]. На основании этого можно признать, во-первых, высокое качество новой рецептуры специализированного корма, во-вторых, эффективное использование белка корма на рост рыб.



Можно сделать следующие выводы:

- относительная стабильность условий выращивания отразилась на динамике скорости роста угря; уровень раскрытия ростовой потенции соответствовал среднему; вероятной причиной следует признать температуру воды, которая была несколько ниже оптимальной;
- снижение скорости роста угря в осенний – начало зимнего периода целесообразно связать с «циркадным циклом» развития рыб;
- выживаемость угря и эффективность кормления подтверждены высокими показателями, соответствующими высокому уровню биотехники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киселев, А.Ю. Технология выращивания товарного угря [Текст]/ А.Ю. Киселев, В.А. Слепнев, А.Ю. Илясов // Сборник научно-технической и методической документации по аквакультуре. – М.: ВНИРО, 2001. – С. 81-83.
2. Хрусталёв, Е.И. Биологические и технологические основы угреводства [Текст]/ Е.И. Хрусталёв. – Олыштын: Солярис Друк, 2013. – 305 с.
3. Купинский, С.Б. Продукционные возможности объектов аквакультуры [Текст] / С.Б. Купинский. – Астрахань: ДФ АГТУ, 2007. – 133 с.
4. Timmons M., Ebeling J. Recirculating Aquaculture. 3rd ed. – Edinburg (U.K.): Apocreon, 2013. – 788 p.

REFERECES

1. Kiselyov A.Y., Slepnev V.A., Ilyasov A.Y. Tehnologiya vyiraschivaniya tovarnogo ugrya [Technology of cultivation of a commodity eel] Sbornik nauchno-tekhnicheskoy i metodicheskoy dokumentatsii po akvakul'ture, Moscow, 2001, pp. 81-83. (Russian)
2. Khrustalyov E.I. Biologicheskie i tehnologicheskie osnovy cultivation of an eel [Biological and technological bases of an ugrevodstvo], Olsztyn, 2013, 305 pp. (Russian)
- 3 Kupinskij S.B. Produktsionnyie vozmozhnosti ob'ektov akvakulturyi [Production external opportunities of aquaculture], Astrakhan, 2007, 133 pp. (Russian)
4. Timmons M., Ebeling J. Recirculating Aquaculture. 3rd ed. Edinburg (U.K.): Apocreon, 2013. 788 pp. (Great Britain)