

УДК 636.612.017.01:597–113.4

Использование метилурацила для увеличения темпов роста рыб в садковых условиях

К.В. Гаврилин, А.В. Ридигер, А.К. Пономарев

Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, Институт Биотехнологий и рыбного хозяйства (ФГБОУ ВО «МГУТУ (ПКУ)»), г. Москва.
E-mail: k.gavrilin@yandex.ru

Одним из перспективных путей повышения экономической эффективности рыбоводства, особенно целиком зависящего от искусственных кормов лососеводства, является дополнительное повышение продукционного потенциала комбикормов. Препарат, позволяющий получать дополнительную иктиомассу при тех же затратах корма, безусловно коммерчески привлекательный продукт. В связи с чем нами были проведены работы по оценке возможности разработки ростостимулирующего препарата для рыб на базе метилурацила — соединения из группы пиримидинов. Так как в ранее проведённых экспериментах была показана его способность повышать уровень напряжённости антиинфекционного иммунитета рыб и усиливать регенерацию их тканей, такое направление представляется достаточно перспективным. В экспериментально-производственных условиях на садковом форелевом хозяйстве был проведён эксперимент по обогащению основного рациона рыб различными дозами метилурацила (30–40 г/т корма). Было установлено, что при скармливании рыбам метилурацила в течение 30 суток происходит увеличение (по сравнению с контролем) их среднестаточной массы (9,9–11%, в зависимости от дозы препарата). В 2,0–2,4 раза по сравнению с контрольной группой возрастает сохранность поголовья форелей. Отмечена тенденция к росту под влиянием метилурацила индекса завершённого фагоцитоза (0,7449 — в контрольной группе при 0,7574–0,8023 в опытных), хотя достоверных различий между средними показателями по опытными и контрольной группам выявить не удалось.

Ключевые слова: ростостимулятор, метилурацил, форель *Salmo trutta*, продукционный потенциал, гранулированные корма.

ВВЕДЕНИЕ

Экономическая эффективность рыбных биотехнологий во многом определяется реализацией продукционного потенциала искусственных гранулированных кормов. Это особенно актуально для холодноводной аквакультуры, базирующейся на выращивании лососевых (*Salmonidae*) рыб в садках. По экспертным оценкам стоимость комбикорма составляет более 60% себестоимости, выращенной товарной рыбы.

Возможность за счёт того же объёма корма получить дополнительную иктиомассу или, говоря другими словами, понизить кормовой коэффициент это возможность получить дополнительную прибыль (возможно весьма существенную). При этом себестоимость «дополнительной» иктиомассы будет определяться затратами на приобретение препарата.

Анализ литературных источников показал, что проблеме поиска ростостимуляторов для рыб в настоящее время практически не уде-

ляется внимания. Дело в том, что в качестве стимуляторов роста не только рыб, но и других продукционных животных традиционно рассматриваются исключительно антибиотики и гормональные препараты [Мозгов, 1985; Кленова, 2001]. В настоящее время их применение противоречит государственной политике в области обеспечения качества пищевой продукции. В последние годы появилось новое направление с использованием фитобиотиков и нуклеопептидов, но они применяются исключительно для стимулирования роста теплокровных животных [Инструкция..., 2008; Бахарева, Глинских, 2013]. Никаких упоминаний об их применении для рыб мы в доступных нам литературных источниках не нашли.

Наряду с этим в ранее проведённых на карпе (*Cyprinus carpio* L., 1758) экспериментах метилурацил (диоксометилтетрагидропиримидин) продемонстрировал положительное влияние на напряженность антиинфекционного иммунитета и активность регенерации повреждённых тканей рыб [Гаврилин и др., 2016]. Искомый ростостимулирующий эффект может возникнуть за счёт «экономии» получаемых с кормом пластических и энергетических ресурсов.

Цель работы — определение перспективности использования в качестве ростостимулятора для рыб веществ, регулирующих метаболические процессы из группы пиримидинов, на примере метилурацила (МУ).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работы проведены в экспериментально-производственных условиях на садковом форелевом хозяйстве в 2016 году. До начала эксперимента была проведена бонитировка имеющейся рыбы и отобрано 34 000 экз. форели (*Salmo trutta* L., 1758) среднештучной массой 503 г. Рыб случайным образом рассадил в 4 делевых садка при одинаковой плотности посадки.

Для проведения опыта были изготовлены три экспериментальные партии комбикорма с МУ на базе продукционного комбикорма для лососёвых рыб «Соррепс 8». Дозировки были определены исходя из доз препарата, рекомендованных для человека (на 50–100% выше). Препарат вводили в комбикорм в со-

ставе 3-процентного раствора желатина путём перемешивания суспензии с гранулами корма в механическом смесителе.

Рыб в опытных садках № 1–3 в течение 30 дней кормили комбикормом с включением МУ: № 1–30 г ДВ/т корма, № 2–35 и № 3–40. Садок № 4 являлся контрольным, в нём форель получала тот же корм без каких-либо добавок.

В течение эксперимента (30 дней) вели журнал гидрохимического и гидрологического режима в садках. Количество растворённого в воде кислорода и температуру измеряли 3 раза в сутки, рН и количество азотистых метаболитов один раз в трое суток. В течение всего периода эксперимента все гидрохимические параметры соответствовали рыбоводным нормативам [Отраслевой стандарт..., 1983]. Температура воды колебалась от 14,0 до 8,5 °С, что является относительно благоприятным диапазоном для роста форели.

По окончании эксперимента был проведён облов садков и определена среднештучная масса рыб. До формирования опытных и контрольной групп и через сутки после последней дачи МУ были проведены иммунологические исследования (индекс завершённого фагоцитоза). Для них случайным образом отбирали 10 форелей.

Их осуществляли путём определения индекса завершённого фагоцитоза (ИЗФ) согласно существующим методическим указаниям [МУК 432–3, 1987] с собственными незначительными модификациями. Данный метод является наиболее репрезентативным при оценке переваривающей способности фагоцитов. Это обуславливает высокую достоверность получаемых результатов. Принцип метода основан на учёте роста колоний микроорганизмов, полученных при инкубации смеси тест-объекта (*Aeromonas sobria* штамма кп-4.12.06.15) с кровью тестируемой рыбы. Тест объект выделен из печени клинически здорового карпа. Штамм не обладает гемолитической активностью, обладает ДНК-ой активностью 3,5 мм, что позволяет отнести его согласно действующим методическим рекомендациям [Юхименко, Викторова, 1987] к вирулентным аэромонадам II группы патогенности.

Посевы смеси осуществляли на среду Эндо (HiMedia Laboratories, Индия). Чашки Петри

с первичными посевами помещали в термостат и инкубировали при температуре 29 °С в течение 72 часов. Посевы просматривали ежедневно. Валидацию тест-объекта проводили общепринятыми методами классической микробиологии на основании изучения биохимических характеристик выросших на среде колоний. Выборочно (не менее 5) снятые со среды колонии (при условии монотипического роста) должны соответствовать биохимическим характеристикам *Aeromonas sobria*.

Для статистической оценки данных, полученных при определении ИЗФ, использовали методику «Определение концентрации живых микроорганизмов путём их высева на плотные питательные среды» [Ашмарин, Воробьев, 1962].

Результаты исследований подвергали статистической обработке при помощи Microsoft Excel 2007, с использованием t-теста при уровне значимости 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные в результате эксперимента данные показали различия между опытными и контрольными группами рыб (см. табл.).

Анализ полученных данных показал, что МУ увеличивает темп роста рыб во всем спектре исследованных доз. Форели во всех опытных группах имели достоверно больший среднеспутучный вес, чем в контрольной группе (9,9–11,0% выше контрольной группы). При этом группа, получавшая наибольшую дозу пиримидина, продемонстрировала наилучшие показатели. Тем не менее, целесообразность исследования более высоких доз находится под вопросом по соображениям экономического характера.

Метилурацил резко повысил сохранность поголовья рыб. Выживаемость форелей

в опытных группах в 2,03–2,40 раз выше, чем в контроле. При этом наибольшая доза также продемонстрировала наилучший эффект. Можно говорить о том, что свойства метилурацила, ранее обнаруженные в экспериментальных (аквариальных) условиях, реализуются и в производственных условиях.

До начала эксперимента средний по группам ИЗФ составлял $0,7452 \pm 0,0316$. Это указывает на положительное влияние МУ на напряжённость антиинфекционного иммунитета рыб. Однако достоверных различий между средними показателями опытных и контрольных групп обнаружено не было. Возможно, дело в недостаточно большой выборке рыб, которую отбирали для иммунологических исследований, или недостаточно длительном сроке ввода МУ.

Необходимо отметить, что механизм развития обнаруженных эффектов (темп роста, выживаемость) в настоящий момент не выяснен. Предыдущие эксперименты с пиримидинами показали, что данные, полученные при исследовании действия МУ на организм человека, нельзя напрямую экстраполировать на рыб. В результате встаёт вопрос о необходимости проведения более полных иммунологических и биохимических исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате проведённого эксперимента была показана принципиальная возможность разработки ростостимулятора для рыб без использования гормональных и антибактериальных препаратов. В настоящий момент нельзя говорить об обнаружении потенциального ДВ для полноценного коммерческого ростостимулятора. Абсолютные цифры прироста ихтиомассы и сохранности рыб весьма скромные, при этом стоимость фарма-

Таблица. Влияние метилурацила на рост и напряжённость антиинфекционного иммунитета форели

Группа	Масса, г	Гибель, шт.	ИЗФ
№ 1	741*	116*	$0,7574 \pm 0,0789$
№ 2	743*	108*	$0,8023 \pm 0,0548$
№ 3	749*	98*	$0,7974 \pm 0,0932$
№ 4 (К)	674	236	$0,7449 \pm 0,0763$

*Различие средних показателей в опытных группах достоверно отличаются от среднего показателя контрольной группы.

кологической субстанции МУ весьма существенна и постоянно возрастает. По экспертным оценкам коммерческим можно считать препарат, который обеспечит получение не менее 30% икhtiомассы за счёт препарата. Несмотря на то, что до таких результатов ещё далеко, мы считаем это направление весьма перспективным и нуждающимся в дальнейшей разработке. Целесообразным представляется провести испытания других регуляторов метаболических процессов, используемых в гуманной медицине. Возможно имеет смысл обратить внимание на такие соединения как янтарная кислота и L-карнитин.

ЛИТЕРАТУРА

- Ашмарин И.П., Воробьев А.А. 1962. Статистические методы в микробиологических исследованиях. Л.: Государственное издательство медицинской литературы. 177 с.
- Бахарева Т.Л., Глинских Н.П. 2013. Изучение белкового состава иммунобиологических препаратов из селезёнки быка // Аграрный вестник Урала. № 10 (116). С. 22–24.
- Гаврилин К.В., Суворова Т.А., Пономарев А.К. 2016. Оценка возможности применения медицинских препаратов, стимулирующих метаболические процессы, для коррекции стрессовых нагрузок и ускорения регенерации тканей рыб // Труды ВНИРО. Т. 162. С. 145–149.
- Инструкция по применению Нуклеопептида для увеличения привесов при откорме и повышении резистентности молодняка крупного рогатого скота и свиней. 2008. Россельхознадзор, ПВР-2-8.7/02147-10.06. 2008. Доступно через: https://galen.vetrif.ru/#/registry/pharm/registry?page=1&f_name=%D0%9D%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%B4.
- Кленова И.Ф., Яременко Н.А. 2001. Ветеринарные препараты в России. М.: Сельхозиздат. 486 с.
- Мозгов И.Е. 1985. Фармакология. М.: Агропромиздат. 589 с.
- Методические указания по определению уровня естественной резистентности организма рыб к инфекционным болезням. № 432–3. Утверждены Госагропромом СССР 13.07.1987.
- ОСТ 15.282-83. 1983. Охрана природы. Гидросфера. Вода для прудовых форелевых и карповых хозяйств. Общие требования. М. 14 с.
- Юхименко Л.Н., Викторова В.Ф. 1987. Методические указания по определению патогенности аэромонад по степени ДНК-ой активности. М.: ВНИИПРХ. 3 с.
- REFERENCES**
- Ashmarin I.P., Vorob'ev A.A. 1962. Statisticheskie metody v mikrobiologicheskikh issledovaniyakh [Statistical methods in microbiological studies]. L.: Gosudarstvennoe izdatel'stvo meditsinskoj literatury. 177 s.
- Bahareva T.L., Glinskih N.P. 2013. Izuchenie belkovogo sostava immunobiologicheskikh preparatov iz selezhenki byka [Investigating protein composition of bovin spleen-derived immunobiological preparations]. Agrarnyj vestnik Urala. № 10 (116). S. 22–24.
- Gavrilin K.V., Suvorova T.A., Ponomarev A.K. 2016. Otsenka vozmozhnosti primeneniya meditsinskikh preparatov, stimuliruyushchikh metabolicheskie protsessy, dlya korrektsii stressovykh nagruzok i uskoreniya regeneratsii tkanej ryb [The possibility asses of use of preparations for stimulate metabolic processes, for correction of stress and accelerate the regeneration tissue of fish] // Trudy VNIRO. T. 162. S. 145–149.
- Instruktsiya po primeneniyu Nukleopeptida dlya uvelicheniya privesov pri otkorme i povysheniya rezistentnosti molodnyaka krupnogo rogatogo skota i svinej [Instruction for the use of a nucleopeptide for increasing weight gain in fattening and increasing the resistance of young cattle and pigs]. 2008. Rossel'khoz nadzor, PVR –2–8.7/02147–10.06. 2008.
- Klenova I.F., Yaremenko N.A. 2001. Veterinarnye preparaty v Rossii [Veterinary preparations in Russia]. M.: Sel'khozizdat, 486 s.
- Mozgov I.E. 1985. Farmakologiya [Pharmacology]. M.: Agropromizdat. 589 s.
- Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu urovnya estestvennoj rezistentnosti organizma ryb k infektsionnym boleznyam [Methodological guidelines for determining the level of natural resistance of fish to infectious diseases]. № 432–3. Utverzhdeny Gosagropromom SSSR 13.07.1987.
- OST 15.282-83. 1983. Okhrana prirody. Gidrosfera. Voda dlya prudovykh forelevykh i karpovykh khozyajstv. Obshchie trebovaniya [Protection of Nature. Hydrosphere. Water for pond trout and carp farms. General requirements]. M. 14 s.
- Yukhimenko L.N., Viktorova V.F. 1987. Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu patogennosti aeromonad po stepeni DNK-aznoj aktivnosti [Methodological guidelines for determining the degree of pathogenicity of aeromonadic DNA-ase activity]. M.: VNIIPRKH. 3 s.

Поступила в редакцию 29.03.2017 г.
Принята после рецензии 12.04.2017 г.

The usage of methyluracil to increase fish growth rates in cage conditions

K.V. Gavrilin, A.V. Ridiger, A.K. Ponomarev

K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management. Institute of Biotechnologies and Fisheries (FSBEI HE «MSUFM»), Moscow.

One of the promising ways to increase the economical efficiency of fish farming, especially salmon farming that wholly dependent on artificial fish feed, is an additional increase in the production potential of mixed fish feed. The drug, which allows to obtain an additional ichthyomass at the same feed costs, is a commercially attractive product. In this connection, we carried out work to evaluate the possibility of developing a growth-stimulating drug for fish based on Metiluracil, a compound from the pyrimidine group. Since in previous experiments it was shown that it can increase the level of anti-infective immunity of fish and strengthen the regeneration of their tissues, this direction seems quite promising. In the experimental production conditions on the cage trout farm, an experiment was carried out to enrich the main diet of fish with various doses of methyluracil (30–40 g/ton fish feed). It was found that when we feed the fish of Metiluracil for 30 days, the average weight (in comparison with the control) increases for 9.9–11%, depending on the dose of the drug. The safety of the trout population is increasing in 2.0–2.4 times, as compared to the control group. A tendency to growth of the index of complete phagocytosis (0.7449 in the control group at 0.7574–0.8023 in the experimental group) was observed under the influence of Metiluracil, although there was no significant difference between the mean values for the experimental and control groups.

Key words: growth stimulator, methyluracil, trout *Salmo trutta*, production potential, granulated fish feed.