

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ

УДК [664.951.014:543.645]:[664.959.5:639.371.2.043.2]

ББК [36.948:24.46]:[47.285:47.294-45]

Х. Аламдари, Н. В. Долганова, С. В. Пономарёв

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВЫХ ГИДРОЛИЗОВАННЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ КИЛЬКИ ДЛЯ СТАРТОВЫХ КОРМОВ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

H. Alamdari, N. V. Dolganova, S. V. Ponomarev

DETERMINATION OF OPTIMAL REGIMES IN OBTAINING KILKA PROTEIN HYDROLYSATES FOR STURGEON STARTER DIETS

Целью исследований было определение оптимальных режимов получения гидролизатов из рыбного фарша (*Clupeonella sp.*, килька) с предсказуемым выходом водорастворимых белковых и азотистых небелковых веществ в них. Технологический процесс был изучен применительно к двум видам сырья: разделанной и неразделанной кильке. Показано, что наиболее рациональным способом гидролиза в данном случае является ферментативно-кислотный при предварительном измельчении сырья на мясорубке с диаметром решётки 4,5 мм. Были определены следующие оптимальные параметры процесса: температура – 55 °С; продолжительность гидролиза – 3 суток при гидромодуле 1 : 3; доза муравьиной кислоты – 3 %, доза хлорида натрия – 0,25 %. Сравнение результатов всех проведённых экспериментов показало, что получение гидролизата из неразделанной кильки значительно более эффективно, чем из разделанной. Оптимальные режимы, как в первом, так и во втором случае, практически не различаются.

Ключевые слова: оптимальные режимы, гидролизат, стартовые корма, муравьиная кислота, мясорубка, гидромодуль, продолжительность.

The aim of this study was to determine the optimal regimes of obtaining hydrolysates of minced fish (*Clupeonella sp.*, kilka) with a predictable output of water-soluble protein and non-protein nitrogen compounds in them. The technological process has been studied by two types of raw material: whole fish and fish without head and entrails. Studying the process of obtaining kilka hydrolysates for sturgeon starter diets showed that the most rational way of hydrolysis in this case is enzymatic-acid method by pre-grinding of raw materials in meat-mincer with a die diameter 4.5 mm. The following optimal process parameters have been identified: temperature – 55 °C, the duration of hydrolysis – 3 days at duty of water – 1 : 3; a dose of formic acid – 3 % and a dose of sodium chloride – 0.25 %. Comparison of the experimental results showed that hydrolysates reception from intact kilka is much more efficient than that of gutted kilka. Optimal regimes, both in the first and in the second case, practically do not differ.

Key words: optimal regimes, hydrolysate, starter diets, formic acid, mincer, duty of water, duration.

Введение

Рыбные гидролизаты – очень важный компонент стартовых кормов для осетровых рыб. Сырьем для получения гидролизатов служит килька, мелкая некондиционная рыба, отходы от разделки различных видов рыб [1, 2]. Гидролиз предлагается проводить с помощью кислот, собственных ферментов и ферментов микробного происхождения. Основным недостатком этих технологий является непредсказуемость выхода водорастворимых веществ, азота белковых веществ и их молекулярно-массового распределения в гидролизате, тогда как именно эти показатели определяют эффективность его применения в стартовых кормах [3, 4]. Это объясняется прежде всего тем, что мелкий пресноводный зоопланктон – основной корм личинок осетровых – содержит до 73 % водорастворимого белка и имеет следующее молекулярно-массовое распределение белковых фракций: свободные аминокислоты (М. м. = 120 дальтон) составляют около 0,3 %, пептиды (М. м. более 200 дальтон) – 2,2–8,5 %, полипептиды (М. м. 1 000–1 300 дальтон) – 8,6–77,2 %. Та-

ким образом, в сумме массовая доля азотистых веществ, не осаждаемых трихлоруксусной кислотой, составляет до 90 %. Именно эти характеристики (массовая доля водорастворимых белков в гидролизате и массовая доля в них веществ, которые не осаждаются трихлоруксусной кислотой) и должны являться основными при предварительном определении оптимальных режимов получения гидролизатов. Анализ литературных источников позволил сделать вывод, что в данном случае может быть применён либо кислотный, либо комбинированный (двухстадийный: сначала автолиз, а затем с добавлением кислоты) гидролиз, а в качестве гидролизующего агента использована муравьиная кислота [5].

Целью исследований было определение оптимальных режимов получения гидролизатов из рыбного фарша с предсказуемым выходом водорастворимых белковых и азотистых небелковых веществ в них.

Материалы и методы исследований

Технологический процесс был изучен применительно к двум видам сырья: разделанной и неразделанной кильке. Это объясняется прежде всего тем, что внутренности кильки содержат достаточно большое количество жира и имеют высокую контаминацию как бациллами и клостридиями, так и бактериями группы кишечной палочки. Оба эти фактора снижают качество гидролизата как компонента стартового корма, поэтому в дальнейшем планируется провести сравнительный анализ по этим показателям гидролизатов, полученных из разделанной и неразделанной кильки.

Технология получения гидролизатов состояла в следующем: мороженую кильку размораживали, мыли, разделявали, если это было необходимо, измельчали в мясорубке или в мясорубке и блендере, добавляли раствор NaCl – 0,25; 0,5; 1 % или дистиллированную воду (гидромодуль – 1 : 2, 1 : 3 или 1 : 4), добавляли муравьиную кислоту сначала или после суток автолиза до pH = 2,2 в гидролизате, нагревали в реакторе до 45, 55 или 65 °C и термостатировали при данной температуре в течение 24, 48, 72, 96, 114, 116 или 120 часов, затем нагревали до температуры 95–100 °C и выдерживали 15 минут, нейтрализовали гидролизат до pH = 6,5, центрифугировали в 6 000 об/мин в течение 30 минут (с целью отделения жира), упаривали, а затем высушивали гидролизат при температуре 80 °C.

Исследование состава белковых фракций полученного гидролизата, определение соотношения высокомолекулярного белка, пептидов и аминокислот выполняли методом гелепроникающей хроматографии [6] на колонке объемом 62 см³, заполненной Sephadex G-15, 25, 50, 75, 100, 150, 250. Определение молекулярно-массового распределения в процессе получения гидролизата очень сложно технически и занимает много времени, поэтому в качестве критериев проведения процесса ферментативного гидролиза были выбраны массовая доля водорастворимых веществ в гидролизате и массовая доля в них небелковых веществ или азота концевых аминокислот. Общий азот, водорастворимый азот, небелковый азот и формольно титруемый азот определяли по общепринятым стандартным методикам.

При определении каждого из режимов остальные характеристики остаются постоянными: температура – 55 °C, продолжительность гидролиза – 72 часа, массовая доля NaCl – 0,25 %, массовая доля кислоты – 3 %, добавление кислоты после суток, гидромодуль – 1 : 3, измельчение рыбы в мясорубке (диаметр решётки – 4,5 мм), температура смеси гидролизата при фильтровании – 25–30 °C.

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ экспериментальных данных показал, что выход общего азота (ОА) в гидролизате из целой кильки, измельченной на мясорубке, незначительно меньше, чем измельченной после мясорубки ещё и в блендере (46,2–48,6 %), но выход ОА в гидролизате из разделанной кильки, измельченной на мясорубке, значительно (8 %) выше, чем измельченной после мясорубки ещё и в блендере (39–31 %). Массовая доля небелкового азота (НБА) в водорастворимом гидролизате из кильки, измельченной на мясорубке, выше, чем измельченной после мясорубки ещё и в блендере (рис. 1, 2). Именно поэтому в тонком измельчении фарша кильки также нет никакой необходимости, т. к. при этом происходит, видимо, механическое повреждение ферментов, и эффективность гидролиза снижается по сравнению с фаршем, измельченным на мясорубке.

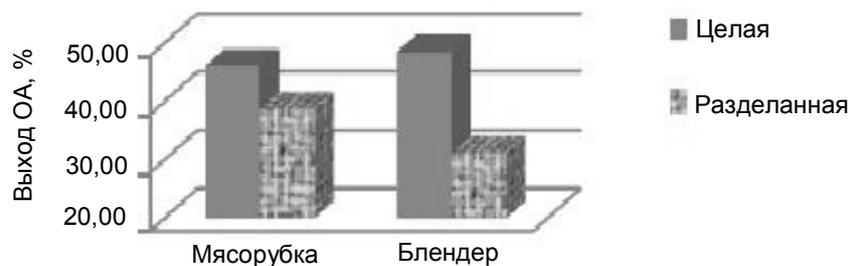


Рис. 1. Влияние способа измельчения сырья на выход ОА

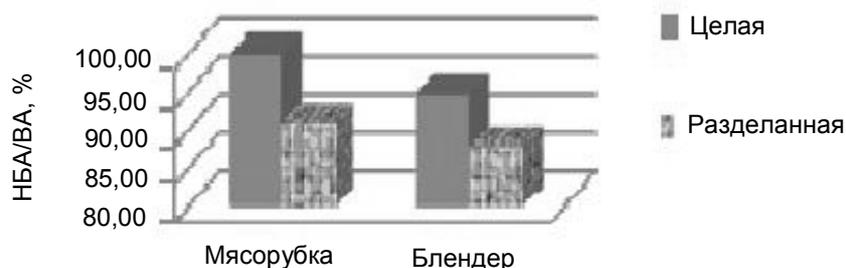


Рис. 2. Влияние способа измельчения сырья на массовую долю НБА в водорастворимом гидролизате из кильки

Анализ экспериментальных данных показал, что оптимальной для гидролиза является температура 55 °С (рис. 3, 4). При температуре 55 °С выход ОА целой и разделанной кильки значительно выше, чем при температуре 45 и 65 °С. В свою очередь, массовая доля НБА при температуре 55 °С составляет 82 %, что примерно соответствует исходным требованиям к гидролизату.

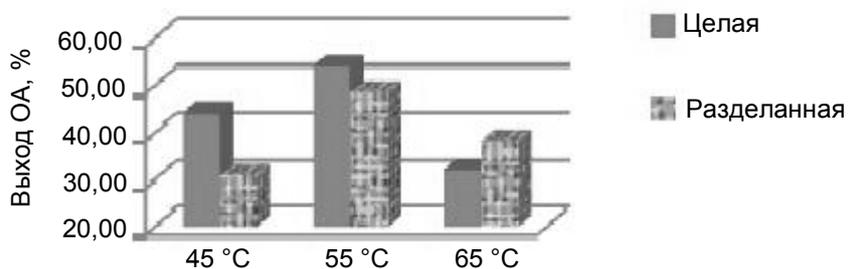


Рис. 3. Влияние температуры гидролиза на выход ОА

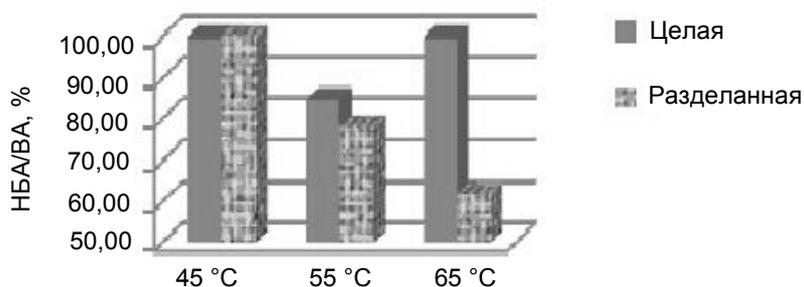


Рис. 4. Влияние температуры гидролиза на массовую долю НБА в водорастворимом гидролизате

Анализ экспериментальных данных показал, что оптимальная продолжительность гидролиза – 72 часа (рис. 5, 6). Далее массовая доля гидролизированных веществ остаётся практически постоянной.

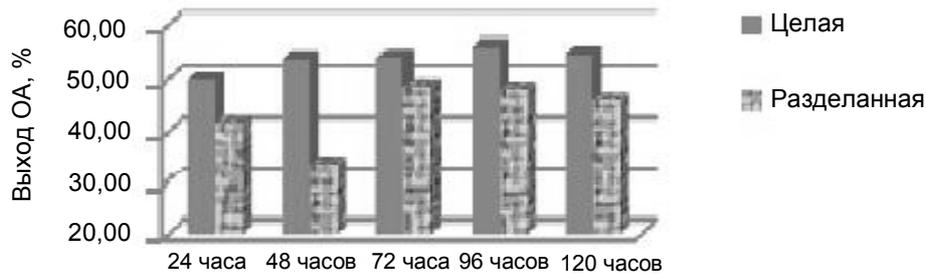


Рис. 5. Влияние продолжительности гидролиза на выход ОА

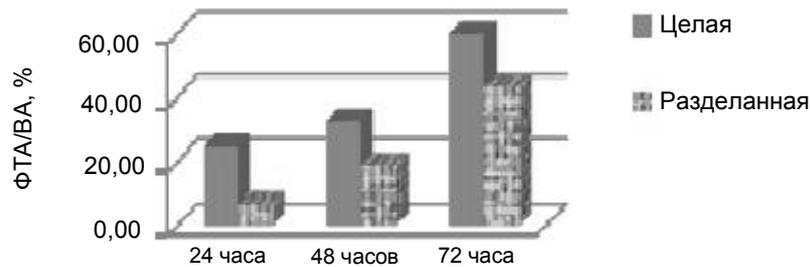


Рис. 6. Влияние продолжительности гидролиза на массовую долю азота концевых аминогрупп в водорастворимом гидролизате

Анализ экспериментальных данных показал, что оптимальный гидромодуль гидролиза целой кильки – 1 : 3 (рис. 7, 8). При гидромодуле 1 : 3 и 1 : 4 выход ОА значительно (на 7 %) выше, чем при гидромодуле 1 : 2, однако содержание НБА в водорастворимом гидролизате при гидромодуле 1 : 3 (84 %) соответствует исходным требованиям к исходному составу гидролизата.

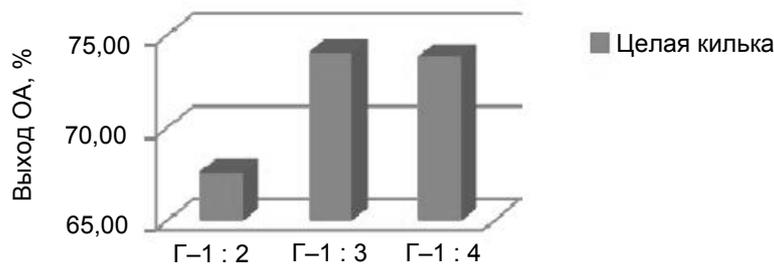


Рис. 7. Влияние гидромодуля на выход общего азота

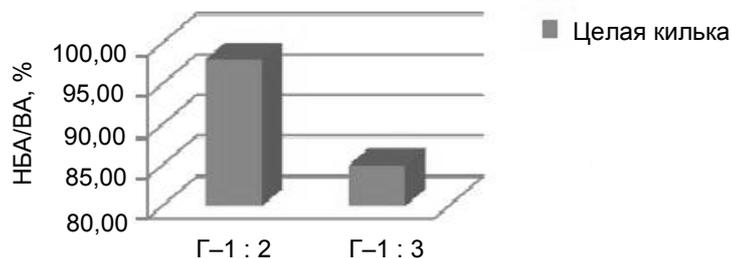


Рис. 8. Влияние гидромодуля на массовую долю НБА в водорастворимом гидролизате

Анализ экспериментальных данных показал, что оптимальная массовая доля муравьиной кислоты – 3 % (рис. 9, 10). Выход ОА при гидролизе целой кильки максимален при данной концентрации по сравнению с добавлением как 6 % кислоты (3,6 % выше: 56,7–60,3 %), так и 1,5 % кислоты (9,9 % выше: 50,3–60,5 %). Выход ОА при гидролизе разделанной кильки практически не изменяется (44,2 % с добавлением 1,5 % кислоты – 44,8 % с добавлением 6 % кислоты). Содержание НБА в гидролизате из целой кильки при добавлении 3 % кислоты по сравнению с 6 %

несколько ниже, но при добавлении 6 % кислоты практически весь водорастворимый белок гидролизуеться, что снижает кормовую ценность гидролизата.

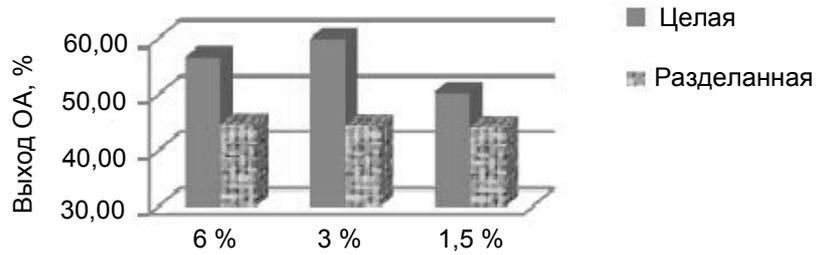


Рис. 9. Влияние дозы муравьиной кислоты на выход ОА

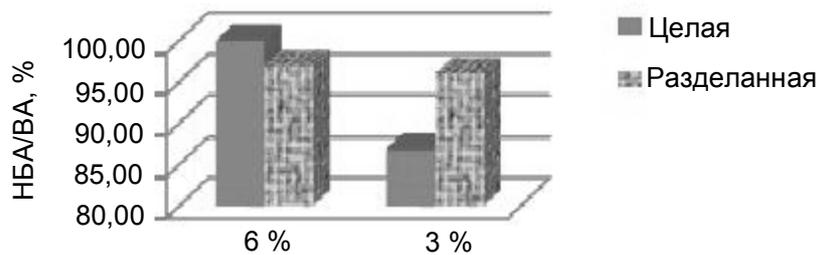


Рис. 10. Влияние дозы муравьиной кислоты на массовую долю НБА в водорастворимом гидролизате

Анализ экспериментальных данных показал, что оптимальная массовая доля хлорида натрия – 0,25 % (рис. 11–13). Выход ОА в варианте без хлорида натрия значительно менее, чем в опытных вариантах с хлористым натрием, но при увеличении массовой доли хлорида натрия свыше 0,25 % выход ОА не изменяется. Массовая доля НБА в водорастворимом гидролизате от массовой доли хлорида натрия практически не зависит. По требованиям к качеству и безопасности [7] в комбикорме должно быть не более 5 % хлорида натрия, и поэтому оптимальная массовая доля хлорида натрия составляет 0,25 %.

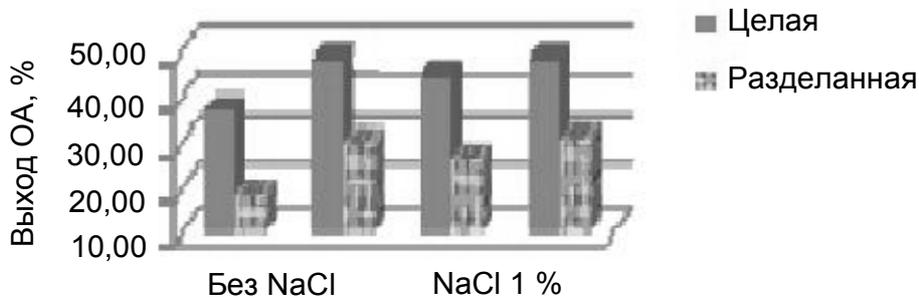


Рис. 11. Влияние дозы хлорида натрия на выход ОА

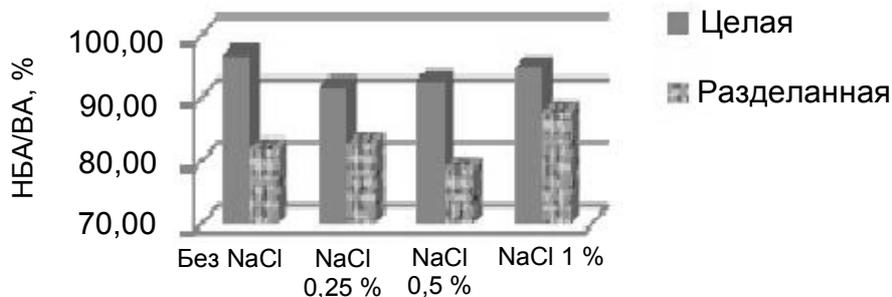


Рис. 12. Влияние дозы хлорида натрия на массовую долю НБА в водорастворимом гидролизате

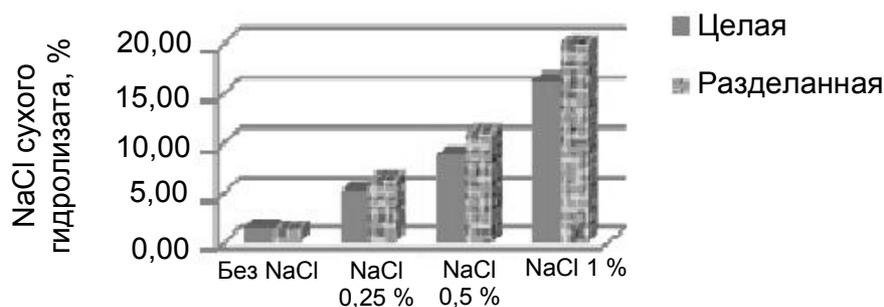


Рис. 13. Влияние дозы хлорида натрия на массовую долю хлорида натрия в гидролизате

Сравнительный анализ данных графиков, описывающих накопление продуктов гидролиза белков при комбинированном и кислотном гидролизе (рис. 14, 15), показывает, что комбинированный гидролиз в данном случае значительно эффективнее кислотного.

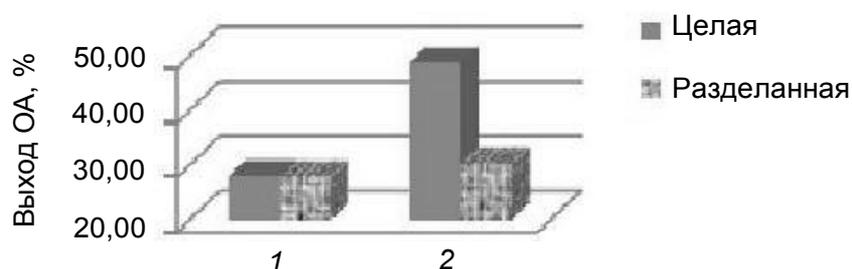


Рис. 14. Влияние кислотного и комбинированного гидролиза на выход ОА:
1 – кислотный гидролиз; 2 – комбинированный гидролиз

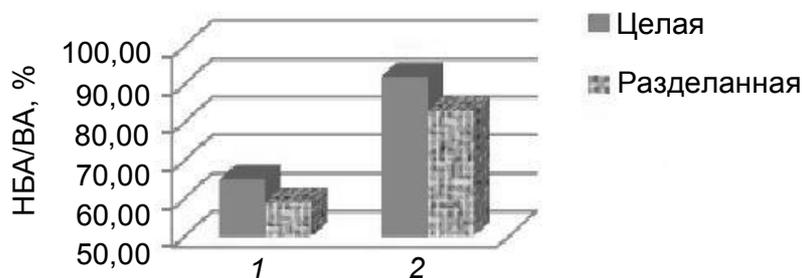


Рис. 15. Влияние кислотного и комбинированного гидролиза на массовую долю НБА в водорастворимом гидролизате: 1 – кислотный гидролиз; 2 – комбинированный гидролиз

Анализ молекулярно-массового распределения водорастворимых веществ полученных гидролизатов при оптимальных условиях показал, что в гидролизате из неразделанной кильки они на 90 % состоят из веществ с молекулярной массой до 250 дальтон и только на 10 % – с молекулярной массой более 1 000 дальтон. В гидролизате из разделанной кильки такое распределение составляет 82 и 18 % соответственно, что практически не влияет на кормовую ценность полученного продукта.

Заключение

Изучение процесса получения гидролизатов для стартовых кормов осетровых рыб из каспийской кильки показало, что рациональным способом гидролиза в данном случае является ферментативно-кислотный при предварительном измельчении сырья на мясорубке с диаметром решётки 4,5 мм. Были определены следующие оптимальные параметры процесса: температура – 55 °С; продолжительность гидролиза – 3 суток при гидромодуле 1 : 3; доза муравьиной кислоты при этом составляет 3 %, доза хлорида натрия – 0,25 %.

Сравнение результатов всех экспериментов показало, что получение гидролизата из

неразделанной кильки значительно более эффективно, чем из разделанной. Следует отметить, что оптимальные режимы как в первом, так и во втором случае практически не различаются. Окончательный вывод о виде применяемого сырья будет сделан после сравнения качественных характеристик гидролизатов из разделанной и неразделанной кильки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Способ* приготовления корма для молоди осетровых рыб / С. В. Пономарёв, Н. В. Долганова, О. Д. Сергазиева, А. А. Бахарева, Ю. Н. Грозеску // Официальный бюллетень Комитета РФ по патентам и товарным знакам, RU № 2297154. – 2007. – № 12. – 11 с.
2. *Сергазиева О. Д., Долганова Н. В.* Повышение эффективности выращивания молоди осетровых рыб на стартовых кормах с гидролизатом повышенной биологической ценности // Вестн. Астрахан. гос. тех. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2011. – № 1. – С. 69–74.
3. *Абросимова Н. А.* Корма и кормление рыб в индустриальной аквакультуре: дис. ... д-ра биол. наук в виде науч. докл. – М., 1997. – 74 с.
4. *Латреш Х.* Физиологические аспекты питания осетровых рыб в раннем постэмбриогенезе. дис. ... канд. биол. наук. – Астрахань, 1998. – 152 с.
5. *Черногорцев А. П.* Переработка мелкой рыбы на основе ферментирования сырья. – М.: Пищ. пром-сть, 1973. – 90 с.
6. *Чоупек Я., Кубин М., Дейл З.* Техника гель-проникающей хроматографии // Жидкостная колоночная хроматография. – М.: Мир, 1978. – С. 392–421.
7. http://agrofp.narod.ru/recom/ribn_muk.htm.

REFERENCES

1. Ponomarev S. V., Dolganova N. V., Sergazieva O. D., Bakhareva A. A., Grozesku Iu. N. Sposob prigotovleniia korma dlia molodi osetrovykh ryb [Technique of feed preparation for sturgeon fry]. *Ofitsial'nyi biulleten' Komiteta RF po patentam i tovarnym znakam*, RU № 2297154, 2007, no. 12. 11 p.
2. Sergazieva O. D., Dolganova N. V. Povyshenie effektivnosti vyrashchivaniia molodi osetrovykh ryb na startovykh kormakh s gidrolizatom povyshennoi biologicheskoi tsennosti [Increase in efficiency of sturgeon fry growing using starter diets with hydrolisate of high biological value]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2011, no. 1, pp. 69–74.
3. Abrosimova N. A. *Korma i kormlenie ryb v industrial'noi akvakul'ture. Diss. dokt. biol. nauk v vide nauchnogo doklada* [Feeds and fish feeding in industrial aquaculture. Dis. doc. biol. sci. as scientific report]. Moscow, 1997. 74 p.
4. Latresh Kh. *Fiziologicheskie aspekty pitaniia osetrovykh ryb v rannem postembriogeneze. Diss. dokt. biol. nauk* [Physiological aspects of sturgeon feeding at early postembryogenesis. Dis. doc. biol. sci.]. Astrakhan, 1998. 152 p.
5. Chernogortsev A. P. *Pererabotka melkoi ryby na osnove fermentirovaniia syr'ia* [Recycling of small fish on the basis of raw material fermentation]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1973. 90 p.
6. Choupek Ia., Kubin M., Deil Z. *Tekhnika gel'-pronikaiushchei khromatografii* [Technique of gel penetrating chromatography]. *Zhidkostnaia kolonochnaia khromatografiia*. Moscow, Mir, 1978, pp. 392–421.
7. http://agrofp.narod.ru/recom/ribn_muk.htm.

Статья поступила в редакцию 23.10.2012

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Аламдари Ходжатоллах – Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры «Аквакультура и водные биоресурсы»; alamdari671@yahoo.com.

Alamdari Hojatollah – Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department "Aquaculture and Water Bioresources"; alamdari671@yahoo.com.

Долганова Наталья Вагимовна – Астраханский государственный технический университет; д-р техн. наук, профессор; зав. кафедрой «Товароведение, технология и экспертиза товаров»; n.dolganova@astu.org.

Dolganova Natalia Vadimovna – Astrakhan State Technical University; Doctor of Technical Sciences, Professor; Head of the Department "Commodity Research, Technology and Expert Examination of Goods"; n.dolganova@astu.org.

Пономарёв Сергей Владимирович – Астраханский государственный технический университет; д-р биол. наук, профессор; зав. кафедрой «Аквакультура и водные биоресурсы»; kafavb@yandex.ru.

Ponomarev Sergey Vladimirovich – Astrakhan State Technical University; Doctor of Biological Sciences, Professor; Head of the Department "Aquaculture and Water Bioresources"; kafavb@yandex.ru.