

УДК [639.3.043.2:615.014.67]:[636.087.63:547.995.12]

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

(г. Астрахань)

РЕЗУЛЬТАТЫ МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЯ РЫБНОГО БЕЛКОВОГО ГИДРОЛИЗАТА В ПРОЦЕССЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТАРТОВОГО КОМБИКОРМА РЫБ С ХИТОЗАНОМ

Аннотация. Микрокапсулирование используется в различных отраслях промышленности. Хитозан широко применяется для микрокапсулирования самых разных веществ. Он может предотвращать вымывание водорастворимых компонентов из гранулированных комбикормов рыб. В наших опытах микрокапсулированный хитозаном гидролизат вносили в кормосмесь стартового комбикорма для личинок гуппи (*Poecilia reticulata*) в количестве 0,5%. Применение гидролизата белка в капсуле хитозана оказала негативное влияние на выживаемость и прирост массы рыб.

Ключевые слова: микрокапсулирование, рыбный гидролизат, стартовый комбикорм, хитозан.

H. Alamdari, S. Ponomarev, N. Dolganova

(Astrakhan)

THE RESULTS OF MICROENCAPSULATION OF FISH PROTEIN HYDROLYSATE IN THE MANUFACTURING PROCESS OF FISH STARTER MIXED FODDER WITH CHITOSAN

Abstract. Microencapsulation is used in various industries. Chitosan is widely used for microencapsulation of various substances. It can prevent the leaching of water-soluble components of the granular mixed fodder for fish. In our experiments, microencapsulated hydrolysate with chitosan was added to mixed fodder for larvae of the guppy fish (*Poecilia reticulata*) in the amount of 0.5%. The use of microencapsulated hydrolysate had negative impact on the survival and the fish mass increase.

Key words: Microencapsulation, fish hydrolysate, starter mixed fodder, chitosan.

Микрокапсулирование достаточно широко используется в различных отраслях промышленности: пищевой, химической, металлургической, компьютерной, а также в области диагностики и лечения заболеваний человека и животных [4]. Это процесс заключения небольших количеств вещества в оболочку пленкообразующего материала. Содержимое микрокапсул может находиться в твёрдом, жидком или га-

зообразном состоянии и представлять собой индивидуальное вещество или смесь. Круг веществ, используемых для формирования оболочек, очень разнообразен и включает в себя: высокомолекулярные соединения животного и растительного происхождения – белки (желатин, альбумин, казеин), декстрины, пектины, альгинаты, хитозан, агар, производные целлюлозы (метил-, этил-, ацетил-, ацетилфталил-, нитро- и карбоксиметилцеллюлозу), природные смолы (камеди, шеллак), синтетические полимеры и олигомеры [6]. Хитозан широко применяется для доставки лекарств. Большое количество лекарств и биомолекул могут быть доставлены по системам с участием белков, пептидов, гены, антибиотиков и химиопрепаратов. Известно несколько методов для обработки хитозаном наночастиц: ионные гелеобразования, сложные коацервации, микроэмульсии, эмульсии-капли коалесценции. Ионные гелеобразования, особенно с триполифосфатом натрия, в качестве сшивающего агента, в основном применяются до сих пор [11].

Микрокапсулирование позволяет достичь следующих целей: сохранение действующих веществ от воздействия внешних факторов; уменьшение летучести веществ; разделение веществ, способных к взаимодействию; маскировка вкуса и запаха; уменьшение раздражающего действия; превращение газов и жидкостей в псевдотвердое тело; пролонгирование действия активных веществ [6]. Целью настоящих исследований явилась биологическая апробация стартового комбикорма для молоди осетровых рыб на личинках гуппи (тест-объект), в состав которого входил микрокапсулированный водорастворимый деструктурированный белковый компонент из рыбного сырья (гидролизат), обработанный хитозаном.

Материалы и методы исследований

Процесс получения микрокапсул методом ионного гелеобразования протекал следующим образом: хитозан растворяли в воде, содержащей 0,4% уксусной кислоты в концентрации 1 мг/мл. Сухой гидролизат растворяли в растворе хитозана в концентрации 2 мг/мл. Триполифосфат натрия растворяли в дистиллированной воде в концентрации 1 мг/мл, потом 50 мл раствора триполифосфата натрия каплями через иглу вносили в 150 мл раствора хитозан-гидролизат при непрерывном перемешивании в течение 45 минут. Наночастицы хитозана были выделены путём центрифугирования (6000 об/мин в течение 45 минут), их сушили при температуре 60°C в течение 24 часов в сушильном шкафу. В качестве базовой рецептуры использовали стартовый комбикорм

для личинок осетровых рыб ОСТ-7. Три опытных партии личиночного комбикорма изготавливали (табл. 1) методом влажного прессования с последующей сушкой и дроблением гранул до крупки [5].

Таблица 1

Состав опытных вариантов личиночного комбикорма, %

Комбикорм	Количество комбикорма	Количество капсулированного гидролизата в хитозане	Количество хитозана
1	100	0	0
2	99,5	0,5	0
3	99,5	0	0,5

Общий химический анализ стартового комбикорма выполняли стандартными методами. Определение влаги и золы по ГОСТ 17681-72, массовой доли жира по ГОСТ 13496.15-97, сырого протеина по ГОСТ 13496.15-93. Определение КМАФАнМ (количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов) комбикормов выполняли по ГОСТ 10444.15-94.

В качестве объекта исследований использовали личинки гуппи в возрасте 1-х суток. Выращивание личинок рыб в лабораторных условиях проводили в пластиковых непроточных круговых бассейнах (9 личинок в каждом литре). Взвешивание и измерение рыбы проводили согласно рекомендациям С.В. Пономарева и др. [5]. Личинок гуппи выращивали с начальной средней массой $7,08 \pm 1,02$ мг ($M \pm$ отклонение) и начальной средней длиной $8,88 \pm 0,78$ мм ($M \pm$ отклонение) за 28 суток до достижения малькового периода развития. Для оценки интенсивности роста рыб использовали показатели среднесуточного прироста, конечной массы, а также выживаемости [5]. Результаты обработаны статистически по методу Г.Ф. Лакина [3].

Результаты исследований и их обсуждение

Химический состав опытных вариантов комбикорма был практически одинаковым (табл. 2). Результаты бактериологического анализа показали, что патогенная микрофлора в образцах гидролизата и коммерческого комбикорма отсутствовала. КМАФАнМ было не более $3 \cdot 10^5$ КОЕ/г.

Таблица 2

Общий химический состав опытных вариантов комбикорма
($M \pm$ отклонение), %

Варианты комбикорма	белок	жир	углеводы	зола	вода
1	46,56±1,02	12,77±0,04	29,07	8,62±0,01	2,98±0,15
2	48,93±0,11	12,64±0,25	27,02	8,47±0,09	2,94±0,12
3	46,83±0,91	12,94±0,42	28,55	8,50±0,01	3,18±0,06

Анализ экспериментальных данных показал, что добавление в состав комбикорма ОСТ-7 хитозана оказывает значительное негативное влияние на выживаемость личинок. Выживаемость личинок при кормлении кормом без хитозана составляла – 77%, а в случаях использования хитозана без гидролизата – 50%, с гидролизатом – 77% (рис. 1). Экспериментальные данные также показывают, что применение в кормах капсул с хитозаном значительно ($P < 0.05$) уменьшало прирост массы личинок и её конечное значение (рис. 2; 3).

В литературе имеются весьма противоречивые данные об эффективности добавления хитозана в рыбные корма. Установлено, что кормовые добавки хитозана усиливают рост карпа (*Cyprinus carpio*) [8]. Кроме того было также показано, что на кормах с оболочкой из хитозана увеличился рост оливковой камбалы *Paralichthys olivaceus* [7]. Хитозан и его препараты, представленные в сухом виде, проявляют высокие адгезионные свойства при введении в гранулированные комбикорма для лососевых, осетровых и карповых рыб. При добавке в корм в виде композиции с органическими кислотами и аминокислотами, его связующие свойства усиливаются. Обогащение комбикормов специальной композицией (смесь высокомолекулярного хитозана

Рис. 1. Выживаемость ранних мальков в конце опыта (%):

1 – контроль (без хитозана),
2 – Капсулированный гидролизат в хитозане,
3 – корм с хитозаном

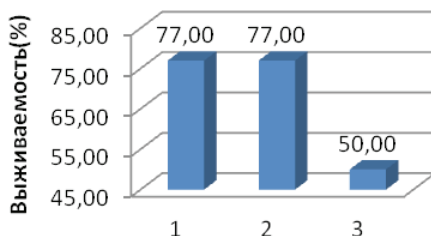


Рис. 2. Среднесуточный прирост ранних мальков в конце опыта (мг).

Обозначения см. рис. 1.

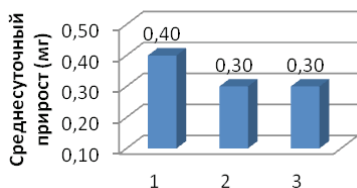
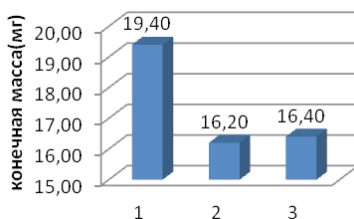


Рис. 3. Конечная масса ранних мальков в конце опыта (мг).

Обозначения см. рис. 1.



и аминокислот) в количестве 0,5% позволяет повысить водостойкость гранул на 50–70% и снизить их крошимость на 40–60%. Кормление рыб хитозансодержащими продуктами, особенно молоди, вызывает ускорение роста их массы на 10–15%, а снижение кормовых затрат свидетельствует об эффективности этих препаратов [2]. Тем не менее оказалось, что хитозан в кормах не оказывал значительное влияние на рост красного морского леща, японского угря и желтохвоста. Напротив, наблюдалось угнетение роста тилапии, которую кормили кормом с хитозаном. Было предположено, что депрессия роста тилапии может быть связана с вмешательством хитозана в процесс поглощения питательных веществ [9]. Внутри спиралей макромолекул хитозана имеются гидрофобные области, которые могут играть определённую роль при сорбции органических веществ, флокуляции и стабилизации коллоидных систем [1].

Хитозан сорбирует в желудке жир, прежде чем он переварится, тем самым препятствует его поглощению в пищеварительном тракте [10]. Жир, отсорбированный волокном хитозана, образует массу, которую организм не может усваивать, и она выводится из организма. Волокно хитозана отличается от других волокон тем, что оно обладает положительным ионным зарядом, который создаёт ему возможность облигаций с отрицательными заряженными липидами, жирами и желчными кислотами [12]. На сегодняшний день нет точного объяснения тому, как хитозан может способствовать увеличению темпа роста животных при добавке к комбикормам [9].

Выводы

Микрокапсулирование стартовых кормов для рыб открывает перспективу использования ряда адгезивных кормовых продуктов. Полученные экспериментальные данные позволяют констатировать, что хитозан для капсулирования белкового гидролизата в кормах для личинок рыб рекомендовать не следует, так как он оказывает негативное влияние на выживаемость личинок, а также уменьшает прирост массы и её конечное значение. В следующих экспериментах необходимо провести микрокапсулирование гидролизата с другими связующими и защищающими веществами.

Литература:

1. Братская С.Ю., Шамов М.В., Червонецкий Д.В. Коллоидно-имические свойства хитозана // Рыбохозяйственная наука на пути в XXI век. Тезисы докладов Всероссийской конференции молодых ученых. – Владивосток: ТИПРО-Центр, 2001. – С. 120–122.
2. Гамыгин Е.А., Передня А.А., Шоль А.В. Новые комбикорма для аквакультуры / Журнал «Зооиндустрия» // ВЕТТОРГ-портал: [сайт]. URL: www.vettorg.net/magazines/3/2001/30/84/ (дата обращения:).
3. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 350 с.
4. Пантюхин А.В. Разработка оптимальной технологии и исследование процесса микрокапсулирования гидрофобных веществ // М.: Вестник ВГУ. – Серия: Химия, Биология, Фармация. – 2006. – № 2. – С. 338–339.
5. Пономарёв С.В., Гамыгин Е.А., Никоноров С.И., Пономарева Е.Н., Грозе-ску Ю.Н., Бахарева А.А. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры Юга России. – Астрахань, 2002. – 264 с.
6. Постраш Я.В., Хишова О.М. Микрокапсулирование в фармации – современное состояние и перспективы // М.: Вестник фармации. – 2010 –№2 (48). – С. 1–7.
7. Cha S.H., Lee J.S., Song C.B., Lee K.J., Jeon Y.J. Effects of chitosan-coated diet on improving water quality and innate immunity in the olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*. – 2008. – V. 278. – P. 110–118.
8. Gopalakannan A., Arul V. Immunomodulatory effects of dietary intake of chitin, chitosan and levamisole on the immune system of *Cyprinus carpio* and control of *Aeromonas hydrophila* infection in ponds. *Aquaculture*. – 2006. – V. 255. – P. 179–187.
9. Lin S., Mao S., Guan Y., Luo L., Pan Y. Effects of dietary chitosan oligosaccharides and Bacillus coagulans on the growth, innate immunity and resistance of koi (*Cyprinus carpio koi*). *Aquaculture*. – 2012. – V. 342–343. – P. 36–41.
10. Paolucci M., Fabbrocini A., Volpe M.G., Varricchio E., Coccia E. Development of Biopolymers as Binders for Feed for Farmed Aquatic Organisms: [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.intechopen.com/books/aquaculture/development-of-biopolymers-as-binders-for-feed-for-farmed-aquatic-organisms> (дата обращения: 06.02.2013).

11. *Ruo L.* Chitosan particles for the controlled release of proteins: doctoral dissertation Department of Mechanics Politecnico di Torino, Italy. – 2012. – 92 p.

12. *Yao H.T., Huang S.Y., Chiang M.T.* A comparative study on hypoglycemic and hypocholesterolemic effects of high and low molecular weight chitosan in streptozotocin-induced diabetic rats. – *Food Chem. Toxicol.* – 2008. – V. 46 – Issue 5. – P. 1525–1534.