

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), %

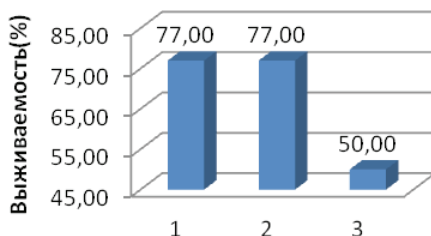
Варианты комбикорма	белок	жир	углеводы	зола	вода
1	46,56±1,02	12,77±0,04	29,07	8,62±0,01	2,98±0,15
2	48,93±0,11	12,64±0,25	27,02	8,47±0,09	2,94±0,12
3	46,83±0,91	12,94±0,42	28,55	8,50±0,01	3,18±0,06

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

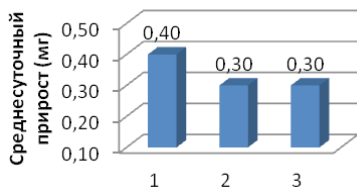
**Рис. 1.** Выживаемость ранних мальков в конце опыта (%):

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

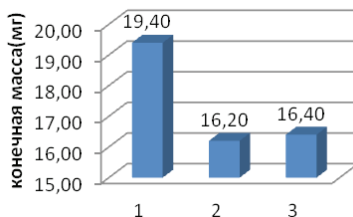


**Рис. 2.** Среднесуточный прирост ранних мальков в конце опыта (мг).

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/](http://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., Грозеску 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.