

2. Григорьев, Д.А. Технология машинного доения коров на основе конвергентных принципов управления автоматизированными процессами: монография / Д.А. Григорьев, К.В. Король. – Гродно: ГГАУ. – 2017. – 216 с.

3. Передня, В.И. Технологии и оборудование для доения коров и первичной обработки молока: пособие / В.И. Передня, В.А. Шаршунов, А.В. Китун; под общ. ред. чл-кор. НАН Беларуси, д.т.н., профессора В.А. Шаршунова. – Минск: Минсанта, 2016. – 975 с.

4. Китун, А.В. Машины и оборудование в животноводстве: учебник / А.В. Китун, В.И. Передня, Н.Н. Романюк. – Минск: БГАТУ, 2019. – 504 с.

5. Ведищев, С.М. Механизация доения коров: учебное пособие / С.М. Ведищев. – Тамбов: изд-во Тамбовского гос. техн. ун-та. – 2006. – 160 с.

**УДК 631.363:639.3.043**

**Е.Л. Жилич, В.К. Клыбик**, канд. техн. наук, доцент, **Ю.Н. Рогальская**, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, **В.Н. Еднач**, канд. техн. наук, доцент

*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск*

## **К ПРОБЛЕМЕ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОСМЕСЕЙ ДЛЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА**

**Ключевые слова:** кормосмесь, экструдер, гранулирование, накатывание, брикетирование, патообразование, экструдирование.

**Key words:** feed mixture, extruder, granulation, rolling, briquetting, slurry formation, extrusion.

**Аннотация.** В статье рассмотрена проблема выбора технологии производства кормосмесей для рыбохозяйственного комплекса. Проведённый анализ материалов показал, что совершенствование процесса переработки идет по пути внедрения устройств объемного и весового дозирования, контроля и учета компонентов, с применением программируемых контроллеров с компьютерным управлением. Актуальными являются исследования по изысканию новых технологий и оборудования для приготовления кормосмесей при более полной сохранности питательных веществ. В статье также рассмотрены виды кормов и способы приготовления их достоинства и недостатки.

**Abstract.** The article considers the problem of choosing a technology for the production of feed mixtures for the fishery complex. The analysis of the

materials showed that the improvement of the processing process goes along the path of introducing devices for volumetric and weight dosing, control and accounting of components, using programmable computer-controlled controllers. Relevant are studies to find new technologies and equipment for the preparation of feed mixtures with a more complete preservation of nutrients. The article also discusses the types of feed and methods for preparing their advantages and disadvantages.

Немало важную роль в обеспечении продовольственной безопасности играет рыбохозяйственный комплекс, а ключевым показателем является норма самообеспечения рыбопродукцией.

Общемировая тенденция увеличения потребления рыбы и рыбных продуктов в пищу обусловлена общемировым принципом здорового питания. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO), в Испании на душу населения в год приходится 43 кг рыбы и рыбных продуктов, во Франции – 34,8 кг, в Китае – 33,5 кг, в Италии – 25,8 кг. В тоже время в Республике Беларусь наблюдается обратная тенденция по снижению потребления рыбы на душу населения с 18,6 кг в 2005 году до менее 15 кг в настоящее время [1].

В Республике Беларусь, по данным ГО «Белводхоз», производством ценных пород рыб занимаются 11 рыбоводческих предприятий общей проектной мощностью 1200 тонн в год.

Анализ материалов опубликованных в отечественной и зарубежной научно-технической литературе показывает, что совершенствование процесса переработки растительных и животных компонентов, а также сыпучих добавок качественных комбикормов идет по пути внедрения в конструкцию линий устройств объемного и весового дозирования всех компонентов, контроля и учета компонентов, с применением программируемых контроллеров с компьютерным управлением и оптимизацией режимов работы машин, выполняющих отдельные технологические операции.

Также совершенствование процесса предусматривает подбор наиболее эффективных рецептов комбикормов из имеющихся компонентов с учетом возраста и вида рыб, а также приготовление кормов со специальной обработкой (шелушение, экструдирование, гранулирование, напыление и т.д.) [2].

Сложность технологического процесса приготовления кормосмесей в первую очередь зависит от агрегатного состояния исходных компонентов, которое в свою очередь влияет на режимы работы технологического оборудования. Изменение агрегатного состояния зерна изменяет качество измельченного продукта и требует перестройки режимов работы дробильного оборудования, что влияет на качество смешивания.

В зависимости от вида и возраста рыб, комбикорм можно приготовить одним из следующих способов: сухим или влажным гранулированием (прессованием); накатыванием; брикетированием; патообразованием; экструдированием; микронированием.

Но для всех указанных способов производитель должен иметь соответствующий набор оборудования.

Изготовление гранулированных тонущих комбикормов, способом сухого прессования, является основным способом во всем мире по производству их для рыбоводства. Этим способом изготавливается более 95 % от всех комбикормов [4].

Гранулирование комбикормов проходит при давлении пара в пределах от 3,5 до 4,5 кг/см<sup>2</sup> и температуре 110 °С – 120 °С, затем комбикорм прессующими роликами продавливаются через отверстия внутри кольцевой матрицы, а с внешней стороны ножи срезают гранулы с температурой 80 °С и они охлаждаются в охлаждающей колонке до температуры на 5 °С – 10 °С больше температуры окружающего воздуха. Для получения крупки охлажденные гранулы подаются на измельчитель, а затем и на сортировку по фракциям [3], [4].

Диаметр гранул комбикормов зависит от отверстия матрицы, установленной в грануляторе, а длина устанавливается в два раза больше диаметра. Гранулы комбикормов для выращивания товарного карпа, изготовленные способом сухого прессования. Их диаметр обычно составляет 4,7 мм, а длина около 10 мм.

Одним из существенных недостатков сухого прессования является то что гранулы неводостойкие (время растворения гранул в воде составляет до 5 мин), имеют повышенную крошимость и, попадая в воду, быстро распадаются. Крупность помола компонентов составляет от 1,1 до 1,3 мм, поэтому в рассыпные комбикорма необходимо вводить связующие компоненты и доводить тонину помола до 0,4–0,6 мм.

Изготовление гранул комбикормов влажным прессованием для кормления рыбы в больших объемах почти не производится. Однако этот способ с успехом можно применить в малых рыбных хозяйствах перед самым началом кормления рыбы.

Технологическая схема выработки гранул комбикормов влажным прессованием напоминает технологию сухого прессования. После дробления компонентов продукт поступает на дозирование, а затем в смеситель, в который подается в определенном количестве вода для получения комбикормовой смеси, влажность смеси на данном этапе составляет 28 % – 30 %. Белковые вещества компонентов растворяются и образуют клейковину. Гранулирование комбикормов происходит при температуре 60 °С – 65 °С. В сушильном аппарате влажность снижается до 18 %, а после их охлаждения воздухом и досушивания доводится до влажности 12 %–14 %.

Влажный способ изготовления гранул комбикормов – энергоемкий, в основном из-за сушки гранул комбикормов.

Экономия комбикормов, изготовленных влажным способом прессования, при выращивании рыбы по сравнению с гранулированными комбикормами, изготовленными сухим способом, составляет 18 %–21 %. Крошимость гранул влажного комбикорма не превышает 2 %, тогда как гранул сухого составляет до 10 %, а зачастую и больше.

Сущность изготовления комбикорма посредством накатывания заключается в том, что рассыпной комбикорм доводится до влажности 41 %–42 %, а затем подается на дисковый гранулятор с углом наклона тарелки от 30 о до 55 о, где и происходит накатывание комбикорма в форме шариков. С помощью этого способа можно получать гранулы диаметром от 3 до 35 мм с различной прочностью, которая достигается в результате изменения наклона высоты борта и скорости вращения тарелки. Экономия корма при скармливании таких кормов рыбе по сравнению с гранулами сухого прессования составляют порядком 6 %, а с пастообразным около 12 %. Водостойкость шарообразных гранул корма составляет от 10 до 24 ч.

Для получения брикетированных комбикормов используют рассыпные комбикорма и корма местного производства, отходы пищевой промышленности, пасту из зеленой растительности. Добавление к рассыпному комбикорму компонентов из местного сырья может быть до 15 %–25 %, влажностью от 15 % до 30 %. Брикеты изготавливаются специальными машинами и определенной формы.

Технологический процесс брикетирования следующий. Рассыпной комбикорм и корма местного значения подаются в измельченном виде в бункер, затем поступают в смеситель, заливаются водой и увлажненная кормосмесь подается на пресс. Влажность брикета перед прессованием рекомендуется не более 24 %, а на выходе из пресса она составляет 15 % – 16 %, при температуре 50 °С – 60 °С. После охлаждения влажность брикетов не должна превышать 14,5 %. При такой влажности брикеты можно хранить на складах, но лучше их сразу скармливать рыбе.

Скармливание рыбе брикетированных комбикормов позволяет экономить по сравнению с комбикормами сухого прессования порядком 12 % от всех затрат, а в сравнении с пастообразными до 18 %.

Пастообразные комбикорма готовят из рассыпных комбикормов. Приготовление данных комбикормов и кормосмесей несложно и любое рыбные хозяйства, имеющее смеситель, может изготавливать данный корм для собственных нужд с использованием местных компонентов. При этом рассыпной комбикорм подается в кормосмеситель, совместно с имеющимися дополнительными компонентами (паста из зеленой растительности, микроэлементов, жидкая пивная дробина), затем добавляется вода до тех пор пока влажность смеси не составит порядком 40 %–50 %. Затем полученная масса смешивается и лопастями выталкивается наружу.

К недостаткам данного комбикорма относится быстрая выщелачиваемость питательных веществ при попадании в воду.

В рыбных хозяйствах при изготовлении пастообразных комбикормов вводят в качестве связующих элементов отвары филофоры, крахмальный клейстер, льняной жмых и некоторые другие элементы, которые при застывании связывают кормосмесь.

Также отраслевые комбикормовые заводы выпускают для выращивания рыбы плавающие гранулы комбикормов, которые изготавливаются по технологии экструдирования. В основе экструдирования используется три процесса: - температурная обработка комбикормов или компонентов под давлением; - механическое деформирование продукта; - взрыв продукта во фронте ударного разрезания.

При этом происходит глубокая термическая обработка при температуре 120 °С – 200 °С и при давлении 3-5 МПа. После такой обработки из экструдера выходит вспученный и пористый продукт, который легче воды. Кроме этого, происходят изменения в питательных веществах, например, крахмал расщепляется до декстриноза и сахаров, протеины подвергаются денатурации и в связи с этим значительно возрастает переваримость углеводов и протеина кормов, а также происходит нейтрализация некоторых токсинов и гибель их продуцентов, что очень важно при раздаче корма в воду и для улучшения экологии воды.

Рассыпные комбикорма обрабатывают паром и водой, а затем пропускают через экструдер. Температура от 90 °С до 110 °С, давление – до 100 атм. При выходе из экструдера гранулы корма вспученные, пористые и имеют влажность 26 %. Затем гранулы проходят сушку нагретым в камере воздухом, подающимся вентилятором, при температуре 140 °С – 170 °С. При выходе гранул температура нагретого воздуха снижается до 100 °С – 150 °С, а гранул до 60 °С – 70 °С, а затем и до температуры окружающей среды. Диаметр плавающих гранул находится в пределах 4-10 мм.

Скармливание рыбе экструдированных плавающих гранул, по сравнению с гранулами, полученными сухим способом, способствует снижению затрат корма на прирост массы рыбы до 20 % и повышению рыбопродуктивности до 15 %.

Комбикормовые заводы, при изготовлении плавающих гранул для рыб, экструдировать составы комбикормов в целом и не отделяют растительные компоненты от животных. Однако, как показали исследования, лучшего эффекта по использованию питательных веществ рыбам можно достигнуть за счет экструдирования только компонентов растительного происхождения и дальнейшего смешивания их с компонентами животного происхождения с последующим гранулированием сухим способом прессования.

### Список использованной литературы

1. Кошак, Ж.В. Комбикорма для рыб / Ж.В. Кошак // Минск, 2017. – С. 14.
2. Агеец, В.Ю. Современное состояние и перспективы развития комбикормов для пресноводных рыб / В.Ю. Агеец, Ж.В. Кошак // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. Вып. 32 / Под общ. ред. В.Ю. Агееца. – Минск, 2016. – С. 75–86.
3. Винаров, А.Ю. Промышленная технология кормового белка. Сборник тезисов докладов 2-й Международной конференции. М. 1998. – С. 112–116.
4. Глебов, Л.А. Повышение эффективности измельчения компонентов комбикормов. Обзорная информация. Комбикормовая промышленность. – М. ЦНИИТЭИ, 1984. – 42 с.

УДК 631.363:639.3.043

**Е.Л. Жилич, В.К. Клыбик**, канд. техн. наук, доцент, **Ю.Н. Рогальская**, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск  
**В.Н. Еднач**, канд. техн. наук, доцент,

*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный  
технический университет»*

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ КОРМОСМЕСЕЙ

**Ключевые слова:** кормосмесь, сыпучесть, сводообразование, коэффициент трения, угол естественного откоса.

**Keywords:** feed mixture, flowability, arching, coefficient of friction, angle of natural slope.

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы исследования физико-механических свойств смеси компонентов комбикорма такие как сыпучесть, уплотнение, сводообразование, коэффициент трения, угол естественного откоса. Представленные результаты исследований могут быть использованы при проектировании промышленного оборудования для производства кормов.

**Abstract.** The article discusses the issues of studying the physico-mechanical properties of a mixture of feed components such as flowability, compaction, arching, coefficient of friction, angle of natural slope. The presented research results can be used in the design of industrial equipment for the production of feed.