

интенсивности электродных реакций с учетом электрохимических эквивалентов выделяющихся на электродах веществ. Выбор технологической схемы электротехнологической установки зависит от неравномерности водопотребления на конкретном объекте.

### **Список используемой литературы**

1. Водоснабжение животноводческих комплексов с применением погружных электронасосных агрегатов: монография / В. С. Ивашко [и др.]; под ред. В. К. Пестиса, 2011. - 250 с.

2. Аркачев, Е. Н. Современная перспективная технология обеззараживания воды и стоков: научная статья по специальности «Медицина и здравоохранение» / Е. Н. Аркачев, [и др.]. Журнал «Гигиена и санитария». 2015. – С. 25

3. Ромасева, Ю. А. Конструктивный расчет электролизера: научная статья по специальности «Машиностроение» / Ю. А. Ромасева. Журнал «Инновационная наука». 2016. – С. 60

**УДК 636.085.6**

## **ПОЛУЧЕНИЕ КОРМА ДЛЯ РЫБ ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЭКСТРУЗИИ**

**Ю.Т. Антонишин, к.т.н., доцент, Е.Ф. Турцевич**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

### **Введение**

Масштабы развития и экономика рыбоводных хозяйств во многом определяются полнотой разработки вопросов кормления и кормопроизводства.

Основными искусственными кормами для рыбы, выращиваемой в прудах, являются жмыхи, шроты, комбикорма, отходы пищевой промышленности, некоторые сельскохозяйственные культуры и т.п. Качество кормов зависит от содержания в них питательных веществ (белки, жиры, углеводы), а также витаминов.

Основным направлением развития производства кормов в последнее время является создание сбалансированных пищевых про-

дуктов питания повышенной пищевой и биологической ценности. Этому требованию удовлетворяет в полной мере один из наиболее эффективных способов переработки кормового сырья растительного и животного происхождения — высокотемпературная экструзия. Она позволяет осуществлять комплексную переработку исходного сырья в одном виде оборудования с приданием ему новых свойств в результате комплексного воздействия деформации при высоких давлениях и температуре.

Экструзия - универсальный, экологически безопасный и ресурсосберегающий процесс, позволяющий получать легко усвояемые, термостерилизованные кормовые смеси, в то же время, это сложный процесс, преимущества которого недореализованы на практике, а его возможности полностью не изучены.

### **Основная часть**

Благодаря деформациям, которым подвергается материал, в экструдере происходит, кроме основных процессов, дополнительное смешивание и измельчение. Кроме того, в процессе экструзии продукт может терять влажность до 50% от первоначальной, что позволяет рассматривать возможность включения в состав комбикорма компоненты с повышенным содержанием влаги. Обменное движение воды в сочетании с высокой температурой способствует желатинизации крахмала - деформации наружных слоев крахмальных зерен, образованных амилопектином. Амилоза, составляющая внутреннюю часть крахмального зерна, становится доступной для действия фермента амилазы. Установлено, что после экструзии скорость гидролиза крахмала альфа-амилазой возрастает в 5-6 раз, кукурузного - в 8 раз, при этом скорость высвобождения глюкозы возрастает в 15 раз. Крахмал различных злаковых в разной мере желатинизируется в процессе экструзии. Так, если крахмал кукурузы желатинизируется на 82 %, то при тех же условиях процесса для пшеницы, ячменя и овса этот показатель составляет соответственно 75, 61 и 53 %. Помимо желатинизации наблюдается и деполимеризация крахмала. Содержание декстринов в экструдированной пшенице достигает 23 %, кукурузе - 17 %, ячмене и овсе - 16 %, что в 2-4 раза больше по сравнению с исходным сырьем. Экструзия также повышает растворимость и доступность ферментам углеводов сырой клетчатки.

Благодаря экструзии, возможна замена рыбной муки и ее аналогов кератинсодержащим сырьем из отходов переработки птицы, в котором содержатся питательные вещества, необходимые для роста рыбы: 80-90 % сырого протеина, 3,0-7,0 % жира, 2-4 % сырой золы.

Перьевая мука богата макро- и микроэлементами, среди которых значительную долю составляют железо, сера, цинк, калий, натрий, кальций. В перьевой муке содержатся витамины: пантотеновая кислота, холин, ниацин, рибофлавин, фолацин, В 12, В6, В2, холестерол. Перо птицы содержит все незаменимые аминокислоты. По содержанию лизина, метионина, гистидина оно уступает рыбной муке, а по другим (в особенности по цистеину) превосходит ее в несколько раз.

При выходе из экструдера в результате большого перепада давления гомогенная масса вспучивается (происходит ее взрыв). Из отверстия головки экструдера или матрицы выходит вспученный, пористый продукт в виде жгута или гранул разного диаметра, которые легче воды. При этом происходят глубокие деструктивные изменения в питательных веществах. Например, крахмал расщепляется до декстринов и сахаров, протеины подвергаются денатурации. Питательные вещества при этом становятся более доступными для переваривания их рыбой, особенно для хищных видов. Отмечено, что после экструзии улучшаются вкусовые качества кормов, проходит инактивация ингибиторов ферментов, нейтрализация некоторых токсинов и уничтожение их продуцентов, что важно в кормлении рыб.

Энергетическая перегруженность экструдированных кормов отразилась повышающей тенденцией на показателе гепатосоматического индекса. Вместе с тем, практически одинаковый уровень гликогена в печени рыб, потреблявших экструдированные корма РФ-1Э и РФ-2Э и гранулированный корм РФ-2Г, свидетельствует, что данная перегрузка не является критической для метаболической системы рыбы.

### **Выводы**

1. При изготовлении экструдированных кормов для рыб экономически целесообразно использовать более дешевые кормосмеси с высокой - до 65% - долей компонентов растительного происхождения. При этом можно добиться существенного сокращения сроков

выращивании рыбы до товарной массы и снижения расхода корма на единицу прироста.

2. Высокий производственный потенциал экструдированного корма определяется более полным перевариванием питательных веществ и энергии и эффективной ассимиляцией пищевого материала.

3. В процессе экструзии изменяется растворимость белков, причем как в сторону увеличения растворимости, так и в сторону уменьшения, в зависимости от вида продукта. В экструдированном рисе или пшенице доля растворимых белков значительно возрастает, а в кукурузе, просо или сорго, напротив, снижается.

4. Экструзия вызывает денатурацию белков и снижение их молекулярной массы. Развертывание полипептидных цепей облегчает контакт пищеварительных ферментов с активными центрами белковых молекул и ускорение гидролиза белков. Наряду с этим, имеет место и противоположный процесс - как результат действия высокой температуры и давления возникают дополнительные связи между полипептидными цепями, агрегация белков, образование белково-углеводных комплексов.

5. Характерной чертой экструдированных кормов является высокая степень утилизации углеводов и энергии рыбами. Как результат, энергетическая обеспеченность экструдированного корма выше, чем аналогичного гранулированного.

**УДК 631.333:631.862**

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СПОСОБ УДАЛЕНИЯ НАВОЗА НА ФЕРМАХ И КОМПЛЕКСАХ**

**Н.Д. Лепешкин, к.т.н., доцент, П.П. Бегун, к.т.н.**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Навоз является наилучшим органическим удобрением при возделывании сельскохозяйственных культур, так как имеет в своём составе значительное количество органических и минеральных веществ, легко усваиваемых растениями.

Качество получаемого навоза влияет не только на использова-