

УДК 639.3.043

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ЭКСТРУДИРОВАНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ ЦЕННОСТЬ И СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМБИКОРМОВ ДЛЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Кошак Жанна Викторовна, к.т.н., доцент

РУП «Институт рыбного хозяйства» НАН Беларуси

Koshak Zhanna, PhD, koshak.zn@Gmail.com, Fish Industry Institute

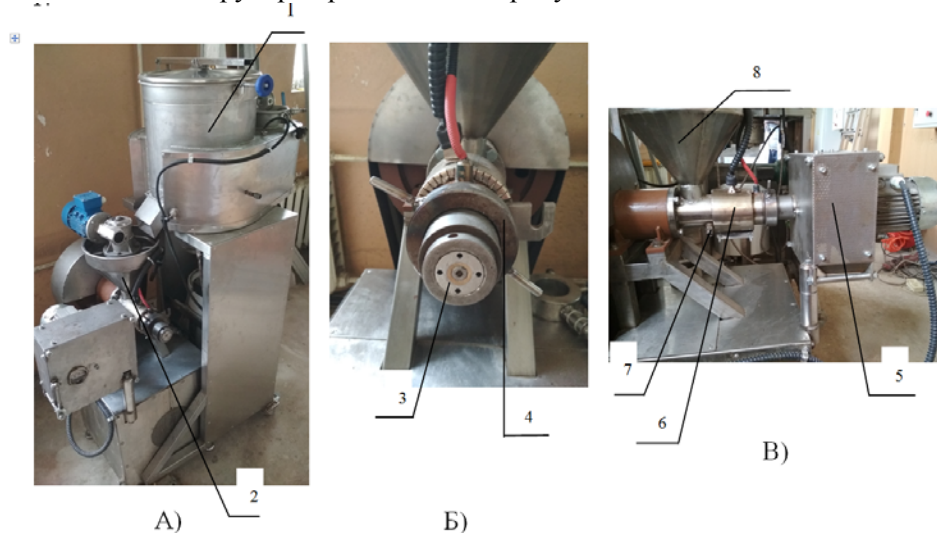
В статье рассматривается влияние экструдирования на биологическую ценность и структурно-механические свойства комбикормов для осетровых рыб. Получено, что при повышении температуры выше 110 °С содержание большинства незаменимых аминокислот снижается, при этом насыпная плотность снижается, а коэффициент расширения гранул увеличивается, тем самым изменяя поведение гранул в воде.

Ключевые слова: комбикорм, экструдирование, незаменимые аминокислоты, влаготепловая обработка, коэффициент расширения гранул, область допустимых значений потери аминокислот.

В настоящее время технология экструдирования комбикормов для рыб в нашей стране и в странах СНГ только развивается. Технология производства экструдированных комбикормов в Республике Беларусь не всегда учитывает состав комбикорма и влияние на него технологических параметров процесса, а также влияние состава комбикорма на структурно-механические свойства гранул, что приводит не только к неудовлетворительному качеству комбикормов (насыпная плотность, крошимость, разбухаемость), но и к потере основной части питательных и биологически активных веществ, которые определяют эффективность комбикорма. В связи с вышесказанным проведены исследования влияния технологических параметров процесса экструдирования комбикормов на их химический состав и структурно-механические свойства. В процессе производства комбикормов для рыб одним из основных свойств, характеризующих поведение гранул в воде, является коэффициент вспучивания или расширения гранул, который показывает отношение объема после экструдирования к объему до экструдирования [1]. Если коэффициент расширения равен единице, то вспучивания не происходит. Комбикорма для ценных видов рыб отличаются тем, что необходимо добиться такого коэффициента расширения гранул, а, следовательно, и плотности, чтобы гранулы вели себя в воде требуемым образом. Для осетровых видов рыб гранула должна быть тонущей, для лососевых видов рыб – медленно тонущей, а для сомовых видов – плавающей. Свойства гранулы определяют в первую очередь правильно подобранные режимы экструдирования.

Для определения оптимальных параметров процесса экструдирования при производстве продукционного комбикорма для ценных видов рыб, при котором получаем гранулы с различным поведением в воде был реализован полный факторный эксперимент ПФЭ 2^2 со звездным плечом [2]. В качестве независимых факторов выступают частота вращения шнека экструдера, определяющая давление экструдирования и температура комбикорма перед экструдером. Влажность рассыпного комбикорма после влаготепловой обработки (ВТО) перед экструдером постоянна и равна 28%. В качестве выходного фактора выступает коэффициент расширения, который определяет, как будет вести себя гранула в воде.

Экструдирование комбикорма выполняли на лабораторном экструдере, производительностью 10 кг/ч. Внешний вид экструдера представлен на рисунке 1.



А) установка для влаготепловой обработки и экструдирования комбикорма: 1- аппарат для влаготепловой обработки; 2 – экструдер; Б) прессующий узел экструдера: 3 – фильера диаметром 4 мм; 4 – фиксирующее фильеру кольцо; В) экструдер вид сбоку: 5 – корпус ножей для нарезки гранул комбикорма; 6 – подогрев ствола экструдера; 7 – подача пара в ствол экструдера; 8 – питатель экструдера

Рисунок 1. – Лабораторный экструдер

Результаты эксперимента представлены в таблице 1. Для анализа результатов эксперимента была построена параметрическая диаграмма, показывающая оптимальное значение коэффициента расширения гранул комбикорма. Параметрическая диаграмма представлена на рисунке 2. Анализируя параметрическую диаграмму, видим, что наибольшую тонучесть гранула комбикорма приобретает при коэффициенте расширения гранул в диапазоне 1–1,04 при следующих технологических параметрах: частота вращения шнека экструдера 140-200 об/мин, температура комбикорма после влаготепловой обработки 54-60 °С, влажность комбикорма перед экструдером 28%.

Получена аналитическая зависимость, описывающая изменение значения коэффициента расширения в зависимости от частоты вращения шнека экструдера и температуры комбикорма после влаготепловой обработки, которое имеет следующий вид:

$$K_p = 16,84 - 0,0226 \cdot \nu - 0,496 \cdot T + 0,0000607 \cdot \nu^2 + 0,0000432 \cdot \nu \cdot T + 0,00434 \cdot T^2 \quad (1)$$

где K_p – коэффициент расширения гранул; ν – частота вращения вала экструдера, об/мин; T – температура рассыпного комбикорма после влаготепловой обработки (ВТО), °С.

Таблица 1. – Результаты эксперимента по влиянию режимов работы экструдера на коэффициент расширения гранул комбикорма для ценных видов рыб

№ опыта	Действительные значения факторов		Коэффициент расширения гранул, K_p
	Частота вращения шнека экструдера, об/мин	Температура рассыпного комбикорма после ВТО, °С	
1	2	3	4
1	182,5	55,0	1,01
2	146,0	50,0	1,32
3	219,0	50,0	1,45
4	146,0	60,0	1,09
5	219,0	60,0	1,26
6	130,881	55,0	0,98
7	234,119	55,0	1,18
8	182,5	47,9289	1,15
9	182,5	62,0711	1,12
10	182,5	55,0	1,00

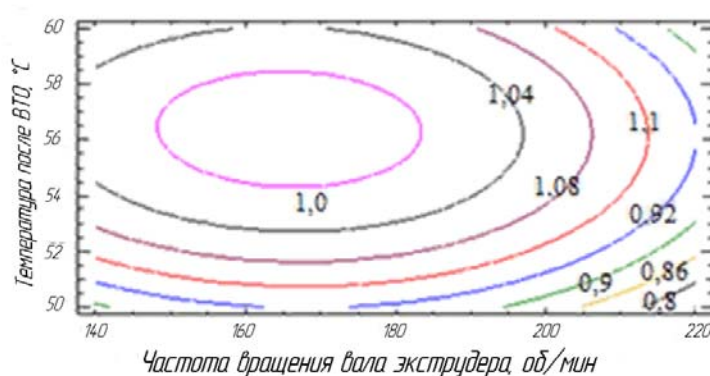


Рисунок 2. – Зависимость коэффициента расширения гранул от частоты вращения шнека экструдера и температуры продукта после влаготепловой обработки

Были определены оптимальные параметры процесса экструдирования для получения гранул по-разному ведущих себя в воде для различных видов рыб, данные представлены в таблице 2.

Анализируя данные таблицы 2, следует обратить внимание, что для изменения поведения гранул комбикорма для ценных видов рыб в воде изменяют температуру продукта, причем не только в процессе влаготепловой обработки, но и при экструдировании. Поэтому на следующем

этапе исследований было определено влияние температуры продукта в процессе экструдирования на сохранность аминокислот в составе комбикорма.

Таблица 2. – Оптимальные значения параметров работы экструдера для получения гранул комбикорма с заданными свойствами

Свойства гранул комбикорма	Частота вращения шнека экструдера, об/мин	Температура продукта после ВТО, °С	Коэффициент расширения гранул	Насыпная плотность, кг/м ³
Тонущий	140-200	54-60	1,0-1,04	704-750
Медленно тонущий	180-240	75-85	1,9-2,1	540-590
Плавающий	250-300	80-95	3,5-3,8	330-450

На следующем этапе исследований был изготовлен комбикорм производственный для осетровых рыб, в соответствии с рецептурой приложения А ТУ ВУ 100035627.026-2020. Экструдирование комбикорма проводили при различных температурах, после чего определяли аминокислотный состав и содержание некоторых важных для рыбы витаминов. Температура продукта в процессе экструдирования была 90, 100 и 120 °С. Частота вращения шнека экструдера 200 об./мин., влажность продукта перед экструдером 28%. Зависимость изменения содержания аминокислот в составе производственного комбикорма для осетровых рыб представлена на рисунке 3.

На основании построенных графиков и на основании потребности рыб в аминокислотах можно заключить, что область допустимых значений потерь аминокислот находится в диапазоне 90-110 °С, которые не превышают потребность осетровых рыб в незаменимых аминокислотах.

Установлено, что содержание аминокислот в зависимости от температуры при экструдировании в диапазоне от 25 до 110 °С подчиняется линейной зависимости, которая имеет следующий вид:

$$C_{AMK} = GT + D \quad (2)$$

где C_{AMK} – содержание аминокислоты, мг/100 г; G- эмпирически коэффициент, мг/(100 г·°С); T- температура продукта при экструдировании, °С; D – эмпирический коэффициент, мг/100г

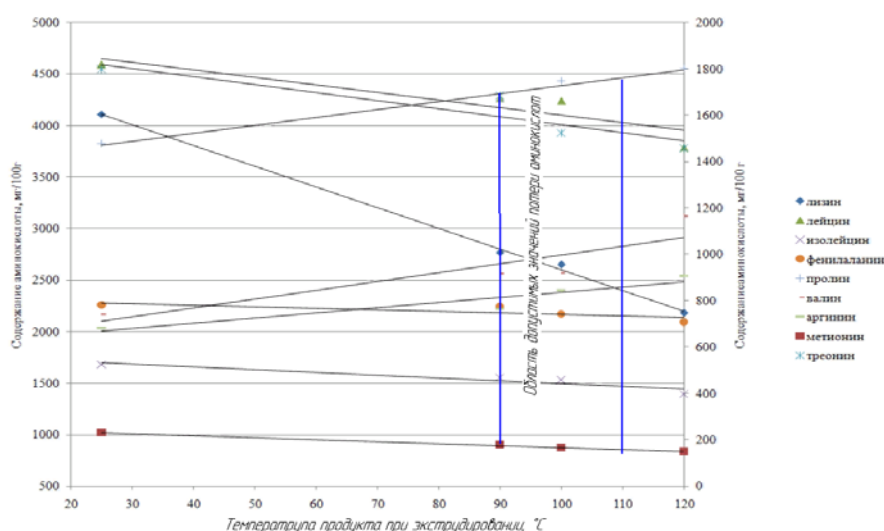


Рисунок 3. – Зависимость содержания аминокислот в составе комбикорма для осетровых рыб от температуры при экструдировании

Значения эмпирических коэффициентов G, D определены для следующих аминокислот: лейцин, лизин, пролин, треонин, аргинин, валин, фенилаланин, метионин, треонин. Используя данную зависимость можно прогнозировать потери аминокислот в данном интервале температур.

На основании проведенных исследований получено, что технологические параметры экструдирования зависят от требуемых свойств гранул, в первую очередь их поведения в воде для разных видов рыб. Определены насыпные плотности для плавающих, медленно тонущих и тонущих комбикормов для рыб. Установлено влияние температуры экструдирования на содержание незаменимых аминокислот в комбикормах для рыб. Получено, что область допустимых значений потерь аминокислот находится в диапазоне температур 90-110 °С. Определены аналитические зависимости, описывающие изменение значения коэффициента расширения в зависимости от частоты вращения шнека экструдера и температуры комбикорма после влаготепловой обработки и влияния температуры экструдирования на содержание аминокислот в комбикорме.

Список использованных источников

1. Остриков, А.Н. Экструзия в пищевых технологиях / А.Н. Остриков, О.В. Абрамов, А.С. Рудометкин – СПб.: ГИОРД, 2004. – 288 с.
2. Кошак, Ж.В. Моделирование и оптимизация технологических процессов зерноперерабатывающей и хлебопекарной отрасли / Ж.В. Кошак, А.Э. Кошак – Минск : ИВЦ Минфина – 2015. – 152 с.