

# УПРАВЛЕНИЕ ПЛАВУЧЕСТЬЮ КОРМОВ ДЛЯ АКВАКУЛЬТУРЫ

Г. ВИК, Д. КЕРНС, Е. БУЛАХ, компания Wenger, США

Корма для аквакультуры производятся посредством обработки в экструзионной системе с целью придания продукту необходимых физических характеристик. Желатинизация крахмала, плавающие/тонущие свойства корма, впитывание им жира являются критическими характеристиками, которые влияют на питательные и экологические аспекты корма. Желатинизация крахмала в процессе экструзии — важный момент, поскольку преобразованный таким образом крахмал оказывает влияние на усвояемость корма некоторыми видами рыб и вносит определенный вклад в обеспечение его стабильности в воде. Корм, который не сразу поедается рыбами, должен быть стабилен для сохранения качества воды.

Плавуемость корма специфична для каждого вида рыб и влияет на эффективность его использования. При этом основными факторами для определения плавучести являются насыпная плотность корма (табл. 1) и способность впитывания им жира (табл. 2).

В свою очередь на эти важные для продукта свойства оказывают влияние компоненты рецептуры и изменимость экструзионного процесса. Технология производства тонущих кормов для аквакультуры, как правило, требует высокого уровня протеина и жира (до 40% для каждого из них) и низкого содержания крахмала. Термочувствительные витамины, такие как витамин С, и красители (астаксантин и др.) также включены в питание рыб и их пигментацию. Иногда в рецептуре используются химические связующие для гранул, но обычно с этой целью применяется крахмал как недорогой связующий в тонущих кормах, повышающий их водостойкость. Разумеется, крахмал можно было бы и не вводить в некоторые корма, если бы при этом было экономически возможно произвести приемлемую (по характеристикам) гранулу. Однако возрастающие требования по увеличению в рационах рыб уровня протеина и жира позволяют использовать меньше крахмала. Для обеспечения необходимых характеристик связывания и расширения, а также водостойкости и плотности в корма

**Таблица 1. Зависимость насыпной плотности корма от плавающих или тонущих свойств**

Характеристика корма	Насыпная плотность при температуре воды 20°C	
	Морская вода соленостью 3%	Пресная вода
Быстро тонущие	>640 г/л	>600 г/л
Медленно тонущие	580–600 г/л	540–560 г/л
Нейтрально плавающие	520–540 г/л	480–500 г/л
Плавающие	<480 г/л	<440 г/л

с низким содержанием крахмала вводится больше функциональных протеинов, способных оказывать влияние на структурное связывание и расширение. Высокие цены на рыбную муку и другие нефункциональные протеины животного происхождения вынуждают включать в рецептуру функциональные растительные протеины. Среди них — соевые продукты, пшеничный и кукурузный глютен, которые обычно ограничены уровнем ввода от 18 до 25%. Этот уровень увеличивается по мере снижения количества крахмала.

Функциональность протеинов определяется с помощью индекса растворимости азота (NSI) и индекса дисперсности протеина (PDI). Высокий показатель PDI соотносится с хорошими функциональными свойствами. Для растительных протеинов он обычно находится в пределах 50–70. Протеины животного или морского происхождения (рыбная мука) обычно нефункциональны и не влияют структурно на экструдированные

корма для аквакультуры по причине высокой степени термической обработки, которой они подвергались в процессе их подготовки как соответствующее сырье. В большинстве своем рыбная мука имеет NSI от 15 до 25. Если животный протеин получен методом распылительной сушки или поставляется в «свежем виде», он будет сохранять высокий показатель NSI. Рыбный гидролизат (продукт энзимного гидролиза рыбы или продуктов переработки рыбы) — это пример натурального или «свежеконсервированного» компонента, который представляет собой функциональный продукт. Из-за высокого содержания влаги его применение ограничено уровнем ввода от 8 до 20%.

Показатель NSI не всегда является индикатором пригодности для экструзионной обработки нефункциональных протеинов, таких как рыбная мука. Полезный индикатор, часто используемый в промышленности, — это лабораторный метод, разрабо-

Таблица 2. Рекомендательные характеристики тонущих кормов

Показатель	Корма с уровнем жира			
	низким	средним	высоким	ультра-высоким
Общее содержание жира в продукте, %	<12	12–24	24–36	>36
Плотность сухого продукта перед вводом жира*, г/л	>615	615–531	531–447	<447
Необходимый ввод жира**, %	<5,7	5,7–22,4	22,4–45,3	>45,3
Максимальный потенциал абсорбции жира при вакуумной пропитке, %	<17,7	17,7–38,8	38,8–59,9	>59,9
Максимальный потенциал абсорбции жира при наружном обволакивании, %	<5,9	5,9–13,6	13,6–21,4	<22,0
Необходимый процесс ввода жира	Вакуумная пропитка или наружное обволакивание	Вакуумная пропитка или наружное обволакивание	Вакуумная пропитка	Вакуумная пропитка

\* Предполагаемая плотность для кормов, тонущих в морской воде (соленостью 3,5%) при температуре 20°C, — более 650 г/л.

\*\* Предположительно в компонентах содержится 7% жира.

танный Институтом SSF в Норвегии (г. Берген) для измерения индекса текучести рыбной муки. Согласно этой методике высокие значения индекса будет иметь рыбная мука с низкими свойствами текучести. Низкое его значение указывает на хорошие свойства текучести.

Преодолеть низкие свойства текучести рыбной муки помогут следующие шаги:

- измельчение рыбной муки и других компонентов рецептуру до частиц более мелких размеров;
- увеличение количества добавленной воды и/или рыбьего жира при кондиционировании;
- увеличение количества механической энергии при экструдировании.

Руководство для правильного измельчения сухой кормовой смеси перед экструдированием: максимальный размер частиц должен составлять 1/3 диаметра отверстий на матрице; размеры частиц не должны превышать 1,2 мм.

В таблице 3 приведен типовой ситовой анализ сухой кормовой смеси после измельчения, перед экструдированием.

В прошлом обычно применялись молотковые дробилки с ситами, в которых диаметр отверстий составлял от 1,2 до 1,5 мм. Но со временем необходимость более тонкого измельчения увеличилась и польза от этого постепенно прибавлялась. Конечно, сита с отвер-

Таблица 3. Ситовой анализ корма типовой сухой рецептуры

Номер сита	Диаметр отверстий сита, мк	Остатки на сите, %
20	850	1,0
30	600	3,0
40	425	27,0
50	300	29,0
60	250	21,0
80	180	5,0
Поддон	0	14,0

Средний геометрический диаметр частиц 327 мк.

стями диаметром 1,0 мм — адекватное решение, но они могут забиться продуктом, «ослепнуть», что будет результатом низкой пропускной способности дробилки. Это требование привело к применению «пульверайзера», обеспечивающего при необходимости маленький размер частиц. Применение тонкого размолта облегчает процесс экструзионной обработки, повышает водостойкость гранул и улучшает их плавучесть. Кроме того, придает экструдированным гранулам более однородную ячеистую структуру, которая крайне желательна для впитывания масла и удержания его внутри.

### Медленно тонущие корма

Лосось, форель, треска, желтохвостый тунец — это виды рыб, для которых необходимы медленно тонущие корма. Обычно это высокожирные экструдированные корма, медленно опускающиеся в холодной морской воде. Гранулы производятся из кормов с низким содержанием крахмала и имеют высокий диапазон по размеру — от 1 мм до 30 мм в диаметре. В зависимости от диаметра общий уровень жира может колебаться в пределах от 10 до 40% (табл. 2). Гранулы должны быть водостойкими, выдерживать жесткие условия перевалки навалом и воздействие рабочих органов автоматических устройств для кормления, применяемых на фермах. Следует помнить, что рыба не потребляет крошкообразную фракцию в процессе кормления, поэтому она рассматривается фермерами как неприемлемая и свидетельствующая о плохом качестве продукта. Медленно тонущие характеристики предпочтительны главным образом потому, что предотвращают поедание корма птицами и позволяют избегать его поверхностного дрейфа из зоны садков. Гранулы небольшого диаметра, которые скормливаются малькам в танках (маленьким рыбам) под крышей или в зданиях, иногда производятся плавающими или частично плавающими, что позволяет наблюдать за рыбой в процессе кормления. Для некоторых систем RAS по выращива-

нию (установки замкнутого водоснабжения) требуются медленно тонущие корма.

### Тонущие корма

Быстро тонущие корма востребованы многими объектами аквакультуры, особенно креветками. Большинство факторов, описанных для медленно тонущих кормов, применимо и для тонущих. Но размер гранул у них обычно меньше в диаметре, а насыпная плотность намного больше. Эти корма должны погружаться быстро, чтобы исключить их поедания птицами, но основное требование к способу корм-

ления рыб. Иногда корм помещают на «кормовой стол», откуда он медленно погружается в воду и опускается до тех пор, пока не достигнет дна водоема или другого препятствия. В то же время корм должен быстро тонуть, не задерживаться, колеблясь на поверхности воды, иначе будет смещен со «стола» и потеряется в тине на дне. Быстро тонущие корма содержат, как правило, менее 12% жира.

### Плавающие корма

Для того чтобы достичь необходимой плавучести, плавающие корма производятся с очень низкой насып-

ной плотностью. Сом, тилапия, карп и некоторые форелевые нуждаются именно в плавающих кормах. В связи с тем, что такие корма не поедаются так же быстро, как медленно тонущие, они должны демонстрировать хорошую стабильность в воде. Плавающие корма содержат менее 12% общего жира, хотя бывают и исключения. Уровень крахмала в них составляет более 20%, и этот компонент в большей степени обеспечивает расширяемость продукта для получения низкой насыпной плотности. ■

*Продолжение  
в следующем номере*



## РЕГИОНЫ РОССИИ: ИТОГИ-2015

**Работники АПК Липецкой области** в прошлом году значительно превысили большинство предыдущих показателей. Главным достижением в администрации считают рекордный за всю историю региона урожай сахарной свеклы — свыше 4 млн т. Потребности внутриобластного рынка в сахаре превышены более чем в 10 раз. Крупномасштабная модернизация свеклоперерабатывающих предприятий позволила увеличить их суточную мощность вдвое и выйти на третье место в России по объемам переработки и выпуска сахарного песка. Еще один рекордный показатель ожидается в сборе масличных культур — 520 тыс. т. При этом получено 380 тыс. т маслосемян подсолнечника. Хорошие результаты достигнуты на возделывании рапса и сои. Несмотря на то, что из-за дождливой погоды хозяйства региона позже оптимальных сроков приступили к уборке зерновых, им удалось наверстать отставание и не допустить потери урожая за счет высокой организации труда. С учетом кукурузы валовой сбор зерновых составил 2,6 млн т, что соответствует показателям 2014 г. Не подвели картофелеводы, овощеводы, а также животноводы, увеличив производство, например, мяса скота и птицы до 275 тыс. т. Надои на корову по итогам года составляют 6250 кг. Объем продукции сельского хозяйства, по расчетам, возрастет на 6–7% — до 104 млрд руб.

По мнению Олега Королёва, губернатора области, основной составляющей роста производства продукции земледелия стал, в первую очередь, курс на импортозамещение. С учетом мощной технической базы, действующих в регионе ресурсосберегающих технологий, внедрения новейших научных разработок и прогрессивного опыта этот курс поддержал динамику развития отрасли. Стабильность обеспечивают и долгосрочные инвестиции. Только в

прошедшем году в сельхозпроизводство вложено около 18 млрд руб., что в 1,5 раза выше, чем в 2014 г. В их числе и 5 млрд из федерального бюджета. Причем на рубль областных средств привлечено 10 руб. инвестиций.

Приносит свои плоды и то, что в регионе большое внимание уделяется семеноводству. Новые сорта и гибриды зерновых и технических культур районированы четыреми ведущими зарубежными компаниями и Липецкая сортоиспытательная станция. Сказалось существенное обновление сельскохозяйственной техники: только за 9 месяцев 2015 г. хозяйства приобрели ее свыше 500 единиц стоимостью более 1 млрд руб.

В предстоящей пятилетке в АПК региона намечается мощный рывок, по отдельным видам — минимум вдвое. Так, производство зерна предстоит довести до 3,2 млн т, сахарной свеклы — до 5,5 млн т. В декабре нынешнего года в Тербунском районе вступил в строй завод по переработке 800 тыс. т маслосемян. Для получения животноводческой продукции, картофеля, плодов, ягод, овощей в закрытом грунте уже реализуется целый ряд крупных проектов с интенсивным ведением производства, с применением робототехники, а это минимум 100 кг продукции, например, с 1 кв. м теплиц. Производство мяса предстоит практически удвоить — до 500 тыс. т.

Липецкий опыт развития сельского хозяйства давно признан успешным на всероссийском уровне. Неслучайно область регулярно получает награды, включая гран-при, на агропромышленной выставке «Золотая осень».

— Уверен, работники АПК региона и в условиях экономических санкций не уронят звания российских лидеров, — заявил О. Королёв в интервью агентству «Интерфакс».

*Информация подготовлена  
на основе материалов официального сайта региона*