

## ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СМЕСИТЕЛЯ ВЛАЖНЫХ ПАСТООБРАЗНЫХ КОРМОВ ДЛЯ РЫБ

<sup>1</sup>Коханов Ю.Б.

<sup>1</sup>Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

**Аннотация.** В статье приведено обоснование основных параметров смесителя влажных пастообразных кормов для рыб на основе особенностей исходных компонентов кормов и требований к готовой продукции.

**Ключевые слова.** Пастообразные корма, Влажные корма, Рецепттура кормов, Смеситель кормов.

### RATIONALE FOR PARAMETERS OF WET FISH FOOD PASTE MIXER

<sup>1</sup>Kokhanov Y.B.

<sup>1</sup>Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

**Abstract.** The article provides a rationale for the main parameters of the wet pasty fish food mixer based on the characteristics of the original feed components and the requirements for finished products.

**Keywords.** Paste feed, Wet feed, Feed formulation, Feed mixer.

При конструировании технологического оборудования [1], основанием для расчета является заданный объем продукции, поэтому, определяющим критерием мы примем норматив кормления для культивируемых рыб. Так для примера, при выращивании карпа, как наиболее кормозатратной рыбы, фирма Aller [8] предлагает следующую программу кормления (Таблица 1):

Таблица 1 – Рекомендуемая программа кормления, Кг корма на 100 кг рыбы в день

		Температура воды в (°C)								
Рыба (г)	mm	12	14	16	18	20	22	24	26	28
50-100	3 mm	1	1,66	2,66	3,99	4,99	5,99	6,65	5,99	5,32
100-300	4.5 mm	0,8	1,33	2,13	3,19	3,99	4,79	5,32	4,79	4,26
300-750	6 mm	0,64	1,06	1,7	2,55	3,19	3,83	4,26	3,83	3,41
750-1500	6 mm	0,51	0,85	1,36	2,04	2,55	3,06	3,41	3,06	2,72
>1500	8 mm	0,41	0,68	1,09	1,63	2,04	2,45	2,72	2,45	2,18

То есть, при температуре воды 24°C и для навески рыбы 50-100 г суточная норма составляет 6,7 кг на 100 кг выращиваемой рыбы. Для 1 тонны выращиваемого карпа суточная производительность кормоприготовительного оборудования должна составлять 67,0 кг, и соответственно, для 10,0 тонн – 700,0 кг. Примем за базовую производительность, для 1 тонны выращиваемого карпа, округлив до  $Q_6 = 100$  кг.

Карп причисляется к непрерывно питающимся рыбам и может питаться в течение суток все время, особенно при выращивании его индустриальными методами. Но и его пищевое поведение меняется, что связывается с изменениями окружающей среды: изменение климатических условий, смена дня и ночи, температурный и кислородный режимы. Поэтому, с учетом рекомендаций [3] [5] [2], мы принимаем количество кормлений  $n = 2-3$  (для прудов) и  $n = 4-8$  (для индустриальных систем).

Таким образом, с точки зрения оптимизации технологического процесса приготовления кормов и количества кормлений, принимаем  $n = 4$ . Соответственно, разовая производительность  $Q_{61}$  будет:

$$Q_{61} = \frac{Q_6}{n} = \frac{100}{4} = 25 \text{ кг.} \quad (1)$$

Используемые комбикорма – гранулированные, экструдированные или экспандированные, имеют низкую влажность, не более 13,5% и для достижения пастообразного состояния должны дополнительно увлажняться. В результате влажные пастообразные корма (20-40% влажности) приобретают консистенцию теста и их реологические характеристики становятся идентичными с тестом для белого дрожжевого хлеба. Исходя из этого предположения, для смешивания компонентов корма, предлагается использовать конструкцию тестомеса. Весь спектр смесителей представлен двумя основными типами: непрерывного и периодического (дискретного) действия. Поскольку, процесс кормления может длиться до 2-х часов с перерывами на 3-4 часа, мы будем использовать смеситель кормов периодического действия.

Состав компонентов комбикормов (Таблица 2) содержит компоненты, используемые в хлебопекарной промышленности, и соответственно, для расчета параметров смесителя мы будем ориентироваться на свойства теста.

Таблица 2 – Рецепты производственных комбикормов для карпа в условиях индустриального производства, % [7].

<b>Компоненты</b>	<b>12-80</b>	<b>16-80</b>	<b>16-82</b>	<b>РГМ-8В</b>
Мука рыбная	25	10	5	20
- мясокостная	6	-	6	6
-травяная	-	-	5	1
Масло растительное	-	-	-	5
Дрожжи гидролизные	10	20	5	8
Шрот подсолнечниковый	18	30,5	15	25
Шрот соевый	-	-	15	26
Холин-хлорид, 50%	-	-	-	0,2
Пшеница	16,5	19	15	7,8
Овес	-	-	10	-
Ячмень	-	-	10	-
Премикс П-2-1, П-5-1	1	1	1	-
Мел	-	1	1	-
Фосфат неорганический	-	1	1	-
Соль поваренная	-	-	0,5	-
Меласса	3	3	-	-
Метионин	0,5	0,5	0,5	-
Протосубтелин ГЗх	-	0,05	0,05	-
Премикс ПФ-2В	-	-	-	1
Энергетическая ценность МДж/кг	12,8	12,6	10,8	13,2
Протеин	40	35-38	30-31	39
Жир	8	2-4	2-3	7-8
Минеральные вещества	12	11	9	10

Тесто является оводненным коллоидным комплексом — полидисперсоидом, обладающим определенной внутренней структурой и весьма своеобразными непрерывно изменяющимися реологическими свойствами [4]. В зависимости от вида деформации, ее скорости и длительности тесто может вести себя то как идеально упругое тело, то как вязкое, то как сочетающее эти свойства, т. е. относящееся к упруго-вязким материалам. Реологические свойства теста зависят от таких факторов, как температура, влажность, продолжительность и интенсивность механического воздействия на тесто, рецептура, способ приготовления [6].

Определим вместимость месильной камеры  $V_g$ :

$$V_g = \frac{Q_{61} (\tau - \tau_B)}{3600 \rho K_1} = \frac{25 (600 - 180)}{3600 \cdot 1200 \cdot 0,4} = \frac{10500}{1728000} = 0,006 \text{ м}^3, \quad (2)$$

где  $\tau$  – длительность приготовления пасты, с;

$\tau_B$  – длительность вспомогательных операций, с;

$\rho$  – плотность пасты, кг/м<sup>3</sup>;

$K_1$  – коэффициент заполнения месильной камеры,  $K_1 = 0,4 \dots 0,5$

Для расчета и анализа рабочего процесса составим баланс энергозатрат и оценим долю каждой из статей затрат в общем расходе энергии.

$$A = A_1 + A_2 + A_3 \quad (3)$$

где  $A_1$  – работа, расходуемая на перемешивание массы;

$A_2$  – работа, расходуемая на перемещение лопастей;

$A_3$  – работа, расходуемая на изменение структуры пасты;

$$A_1 = ab\pi\rho_T \cos(90 - \alpha) (r_1^2 - r_2^2) \left[ (1 - k)\pi^2(r_1^2 + r_2^2) + \frac{kS^2}{2} \right] \quad (4)$$

где  $k$  – коэффициент подачи пасты, показывающий, какая доля массы, захваченной месильной лопаткой, перемещается в осевом направлении; для такого типа машин  $k = 0,1-0,5$ ;

$b$  – высота лопатки;

$\alpha$  – угол атаки лопатки;

$S$  – шаг образующей наклона лопатки.

$$A_1 = 2 * 45 * 0,19 * 3,14 * 1200 * 1 * 0,69 (0,19^2 - 0,14^2) \left[ (1 - 0,2) 3,14^2(0,19^2 + 0,14^2) + \frac{0,2 * 0,14^2}{2} \right] = 95,4 \frac{\text{Дж}}{\text{об}}$$

Работу, расходуемую на привод месильных лопастей, определим по уравнению

$$A_2 = \frac{2}{3} ab\delta\rho_L\pi^2n^2(r_2^2 - r_1^2) \quad (5)$$

$$A_2 = 2 * \frac{2}{3} * 45 * 0,19 * 0,01 * 7800 * 3,14^2 * 0,5^2(0,19^2 - 0,14^2) = 36,07 \frac{\text{Дж}}{\text{об}}$$

Найти работу, расходуемую на изменение структуры пасты, достаточно трудно, поскольку этот фактор зависит от многих переменных самой массы смешиваемой пасты корма, то определим из уравнения:

$$A_3 = 0,05 A_1 = 0,5 * 95,4 = 4,77 \frac{\text{Дж}}{\text{об}}$$

На основании полученных данных составим баланс энергозатрат:

$$A = 95,4 + 36,07 + 4,77 = 136,24 \frac{\text{Дж}}{\text{об}}$$

Зная необходимую работу, определим мощность электродвигателя привода смесителя влажных кормов, Вт:

$$N_э = \frac{A n}{\eta_m} = \frac{136,24 * 0,5}{0,8} = 8,5 \text{ кВт.}$$

где  $\eta$  – КПД привода, 0,8.

Для проведения экспериментальных работ по смешиванию компонентов влажных кормов до пастообразного состояния мы определили основную характеристику оборудования – производительность и потребляемую мощность. Это позволит нам подобрать из широкой номенклатуры тестомесов машину, позволяющую разрабатывать технологию производства кормов с высокой экономической эффективностью.

#### **Список использованных источников**

1. Верболоз Е.И., Мовчанюк Е.В., Арсеньев В.В. Тестомесильные машины периодического действия: Метод. указания к лабораторной работе для студентов спец. 260601 всех форм обучения. / Верболоз Е.И., Мовчанюк Е.В., Арсеньев В.В., СПб.: СПбГУНиТГ, 2010. 27 с.
2. Скляр В. Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре / Скляр В. Я., Изд-во ВНИРО/VNIRO Publishing, 2008. 150 с.
3. Щербина М. А., Гамыгин Е. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / Щербина М. А., Гамыгин Е. А., М.: Изд-во ВНИРО/VNIRO Publishing, 2006. 360 с.
4. Азаров Б.М., Назаров Н.И. Реология пищевых масс. М.: МТИПП, 1970, 120 с. / Азаров Б.М., Назаров Н.И., М.: МТИПП, 1970. 120 с.
5. Мясников Г. Г. Корма и технология кормления рыб: курс лекций / Мясников Г. Г., Горки:, 2020. 221 с.
6. Ребиндер П. А. Физико-химическая механика дисперсных структур: Сборник статей / П. А. Ребиндер, Академия наук СССР-е изд., Москва: Наука, 1966. 400 с.
7. Инструкция по кормлению рыб гранулированными кормами, выпускаемыми предприятиями Минрыбхоза СССР М: ВНИИПРХ, 1983. 32 с.
8. Карп [Электронный ресурс]. URL: <https://www.aller-aqua.com/umbraco/surface/ProductPdfSurface/DownloadPdf?nodeId=3042&productId=1950&culture=EN> (дата обращения: 03.10.2022).

Работа выполнена в рамках инициативной НИР «Оценка качества природных минералов России как кормовой добавки для повышения биологического действия рыбных комбикормов» Рег. № АААА-А19-119020790059-9.