

ТЕХНОЛОГИЯ КОРМОВОЙ МУКИ ИЗ МЕЛКИХ РЫБ ПОВЫШЕННОЙ ЖИРНОСТИ

Канд. техн. наук Н.П. Боева – ФГУП ВНИРО

Рыбная мука занимает особое место в кормовых рационах сельскохозяйственных животных, птиц и выращиваемых рыб благодаря уникальному аминокислотному составу белка, наличию в жире биологически активных полиненасыщенных жирных кислот ω^3 , а также макро- и микроэлементов. Дополнительными источниками сырьевых ресурсов, используемых для производства кормовой муки, могут стать мелкие рыбы Азово-Черноморского бассейна: хамса, килька, а также мелкие мезопелагические рыбы Мирового океана. Высокая жирность (до 25 %) и слабая структура мышечной ткани этих рыб не позволяет вырабатывать из них кондиционную кормовую муку традиционным прессово-сушильным способом.

В связи с этим во ВНИРО была разработана технология кормовой рыбной муки с использованием предварительной электрообработки (электроплазмоллиза) рыбного сырья. Применение электроплазмоллиза позволяет улучшить многие технологические процессы. Его суть состоит в разрушении клеточных структур цитоплазмы электрическим током, что приводит к высвобождению заключенных в клетках веществ: связанной воды, растворенных солей, липидов – и существенно облегчает последующее извлечение жира.

В экспериментах в качестве сырья мы использовали мороженный светящийся анчоус (*Electrona carlsbergi*) с содержанием липидов 22,5 % из ЮЗИО. Размороженное измельченное сырье подвергали электрообработке с помощью специальной установки, состоящей из блока питания и рабочей камеры, и далее направляли на варку, центрифугирование и сушку. Варку проводили глухим паром при разных температурах и продолжительности нагревания. Выделившийся жир отделяли на центрифуге с фактором разделения 8040 в течение 10 мин. Плотный осадок – жом – направляли на сушку.

В целях оптимизации процесса электрообработки и влияния ее на техноло-

гические режимы получения кормовой муки проведены исследования по определению выхода жира в зависимости от следующих факторов: напряженности электрического поля (E), продолжительности его воздействия ($\tau_{обр}$), температуры разваривания сырья (T) и его продолжительности ($\tau_{разв}$). Опыты проводились методом планирования экспериментов (Новик, 1980; Хартман, 1974). Данные обрабатывались на ЭВМ.

На рис. 1, 2, 3 приведены зависимости выхода жира из обработанного электроплазмоллизом и проваренного светящегося анчоуса от напряженности электрического поля при различных значениях времени обработки, температуры варки и при постоянном значении продолжительности варки, равной 7, 10, 13 мин. Анализ зависимостей позволил выявить следующие закономерности. Выход жира из рыбы возрастает с увеличением напряженности электрического поля до 9,0–21,9 В/см, далее наблюдается тенденция к снижению выхода жира. Максимум кривой 8 (см. рис. 1), равный 94,3 %, соответствует напряженности электрического поля ($E_{обр}$) 9,0–11,5 В/см, продолжительности ($\tau_{обр}$) 13 с, температуре варки 75,0°C и ее длительности 7 мин; в то же время максимум кривой 5 (см. рис. 2) соответствует напряженности $E = 13,8–15,5$ В/см, времени обработки $\tau_{обр}$ 9 с, температуре 75,0°C и длительности варки 10 мин, при этом выход жира несколько ниже – 92,0 %. По-видимому, сочетание повышенных значений напряженности и температуры варки 75°C ведет к тому, что при длительности варки 10 мин происходит снижение выхода жира из сырья. При продолжительности варки 13 мин (см. рис. 3) максимум кривой 2 соответствует напряженности поля 19,5–21,9 В/см, продолжительности обработки 5 с, температуре варки 75°C. Выход жира равен 94,04 %.

На рис. 4, 5, 6 приведены зависимости выхода жира от длительности процесса электрообработки рыбы при напряженности 10,87; 16,67; 22,47 В/см и различных температурах варки сырья и

ее продолжительности. Как видно из рисунков, повышение выхода жира происходит при обработке сырья электроплазмоллизом до 11–15 с. Дальнейшее увеличение продолжительности электрообработки сопровождается значительным уменьшением выхода жира. При обработке сырья при напряженности электрического поля 10,87 В/см (см. рис. 4) и различных значениях температуры, продолжительности обработки и варки сырья не наблюдается оптимального режима выхода жира, в то же время при напряженности поля 16,67 В/см максимальный выход жира наблюдается при продолжительности обработки 16 с (см. рис. 5) и соответствует 92,27 %, а при напряженности поля 22,47 В/см и времени электрообработки 9–11 с выход жира составляет 93,41 %. Таким образом, максимальный выход жира из светящегося анчоуса достигается при напряженности электрического поля 11,0–21,9 В/см, продолжительности обработки 9–16 с и равен 94,04–94,3 % общего содержания в нем липидов.

При воздействии электрического поля на рыбное сырье происходит изменение структуры плазмических оболочек клеток ткани, сопровождающееся падением удельного веса сопротивления и увеличением их проницаемости (Лазаренко, 1977), что, по-видимому, должно отразиться на последующем технологическом процессе. С этой целью были проведены исследования по влиянию электроплазмоллиза на технологический режим варки при получении кормовой рыбной муки.

На рис. 7, 8, 9 приведены зависимости выхода жира из светящегося анчоуса от температуры варки при различных значениях напряженности электрического поля и продолжительности варки и при постоянных значениях времени электрообработки (5, 9, 13 с). Анализ зависимостей выхода жира от температуры разваривания позволил установить следующие закономерности. Выход жира возрастает до 91,16–92,41 % при температурах 60–71,2°C, при дальнейшем увеличении температур выход жира снижается. Максимум кривой 1 (см. рис. 7) – 91,16% – достигается при напряженности поля 10,87 В/см, продолжительности электрообработки 5 с, температуре 60–61,5°C, времени тепловой обработки 7 мин. Максимум кривой 5 (см. рис. 8) – 91,65 % – наблюдается при температуре 64,5–71,2°C, продолжительности варки 10 мин, напряженности поля 16,67 В/см и времени обработ-

ки 9 с. При тех же напряженности поля, времени разваривания и интервале температур варки увеличение времени электрообработки ведет к незначительному увеличению выхода жира – 92,41 % (см. рис. 9, кривая 5).

На рис. 10, 11, 12 приведены зависимости выхода жира от продолжительности разваривания сырья при различных значениях напряженности, продолжительности электрообработки и постоянном значении температур варки (67,5; 75,0 и 82,5°С). При температуре 67,5°С выход жира увеличивается при разваривании в течение 10–12 мин (см. рис. 10), при температуре 75°С – при времени разваривания 7–11 мин (см. рис. 12). Дальнейшее увеличение времени разваривания при всех вышеперечисленных режимах приводит к резкому уменьшению выхода жира. Максимальный выход жира (см. рис. 10, кривая 1), равный 95,42 %, наблюдается при напряженности поля 10,87 В/см, продолжительности электрообработки 5 с, температуре 67,5°С и продолжительности варки 7–8 мин. Максимум кривой 4 (см. рис. 11) при температуре варки 75°С, напряженности 16,67 В/см, времени электрообработки 9 с наблюдается при продолжительности варки 8–10 мин и равен 95,16 %. Такой же выход жира (95,17 %) зафиксирован при режиме электрообработки: $E_{обр.} = 16,67$ В/см, $\tau_{обр.} = 5$ с и температуре разваривания 82,5°С (см.

рис. 12, кривая 4) при продолжительности варки 8–10 с.

Таким образом, можно сделать вывод, предварительная электрообработка измельченного сырья позволяет его последующую тепловую обработку вести при пониженных температурах (67,5–75,0°С) и продолжительности разваривания – 7–10 мин по сравнению с традиционным прессово-сушильным способом получения кормовой муки, при котором $T_{вар} = 85–100^{\circ}C$, $\tau_{вар.} = 20$ мин (Исаев и др., 1991).

Использование процесса электроплазмолиза при производстве кормовой муки позволяет увеличить выход жира из разваренной массы до 92,0–95,4 % общего содержания липидов в сырье по сравнению с выходом жира (75,0 %) по традиционной схеме, а также содержание белковых веществ в разваренной массе; при этом температура варки снижается на 25 %, а ее продолжительность – на 50 % (табл. 1).

Сравнительные исследования по общему химическому составу кормовой рыбной муки, получаемой по традиционной схеме и технологии с использованием электроплазмолиза перед развариванием измельченного сырья в оптимальном режиме представлены в табл. 2. Как видно из табл. 2, мука, полученная по традиционной схеме, не соответствует требованиям ГОСТа 2116–82 “Мука кормовая из рыбы, мор-

ских млекопитающих, ракообразных и беспозвоночных” и характеризуется низким содержанием белка.

Содержание жира в муке достигает 25 % (по ГОСТу – 10 %), а белка – лишь 50,18 %. Мука, полученная с применением электроплазмолиза, соответствует требованиям ГОСТа по содержанию жира – 9,96 % и характеризуется повышенным содержанием белка.

Таким образом, в результате проведенных исследований научно обоснован оптимальный режим электроплазмолиза при производстве кормовой муки из мелких рыб повышенной жирности: напряженность электрического поля – 11,0–21,9 В/см, продолжительность обработки – 9–16 с, – обеспечивающий максимальный выход жира – 94,0–95,4 % от общего содержания липидов в сырье и увеличение содержания белка в жоме. Установлено влияние электроплазмолиза на технологические режимы получения кормовой муки. Применение предварительной электрообработки позволяет вести последующую тепловую обработку при пониженных температурах и меньшей продолжительности: температура варки снижается на 25 %, а ее продолжительность – на 50 %.

Полученная кормовая рыбная мука характеризуется повышенным содержанием белка – до 74,04 % и соответствует требованиям ГОСТа по содержанию жира.

Таблица 1

Способ получения кормовой муки	Температура варки, °С	Продолжительность варки, мин	Выход жира, % общего содержания липидов в сырье
Традиционный прессово-сушильный	85–100	20	75,0
С использованием электроплазмолиза	67,5–75,0	7–10	92,0–95,4

Таблица 2

Характеристика сырья и муки	Содержание в муке, %			
	Влага	Жир	Белок	Зола
Сырье Electrona carlsbergi	57,3	22,5/52,7	14,8/34,7	2,7/6,3
Мука, полученная по традиционной технологии	10,0	24,85/27,61	50,18/55,75	14,57/16,2
Мука, полученная по технологии с использованием электроплазмолиза	7,2	9,96/10,73	74,01/79,75	8,73/9,41

Примечание. В знаменателе – данные в перерасчете на сухое вещество

