

На правах рукописи

А. В. КАРДАШЕВ

ВЛИЯНИЕ НАГРЕВАНИЯ
на свойства тюльки и хамсы при приготовлении
кормовой муки прессовым методом

Минв. 1396 АС

Автореферат диссертации, представлен-
ной на соискание ученой степени канди-
дата технических наук.

Руководитель профессор
А. В. НАГУРСКИЙ

Москва — 1954

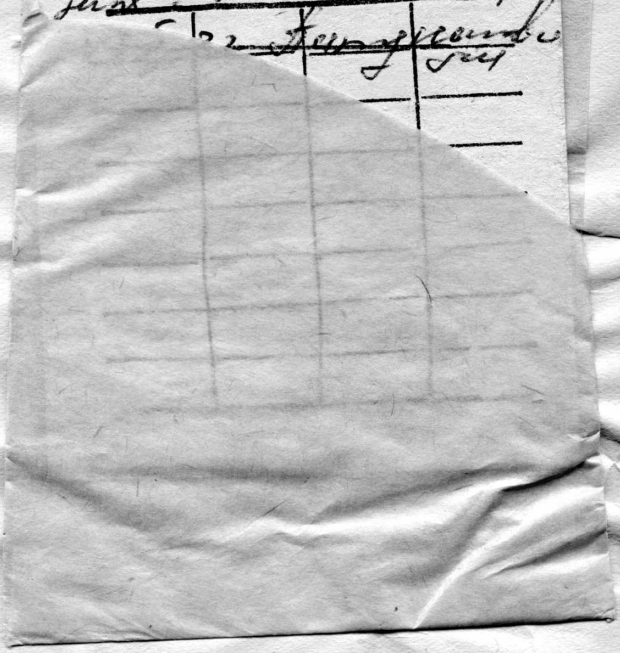
Экспериментальна
втуза и в лабора

Мосрыб-
ЕРНИРО.

Мст. реферат .

№ 1396. 810.

Курганов
Василий Сергеевич
1954



ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим мероприятием по дальнейшему развитию животноводства, как постановил Пленум ЦК КПСС от 7 сентября 1953 года, является укрепление кормовой базы.

Рыбная промышленность добывает, как прилов, значительное количество непищевой рыбы, кроме того при консервировании и других видах обработки рыбы образуется до 30% отходов, из которых на рыбомучных заводах получается ценный кормовой продукт — рыбная мука.

Согласно Постановлению Совета Министров Союза ССР и Центрального Комитета КПСС от 30 октября 1953 года, намечается расширение уловов рыбы в 1956 году почти в два раза по сравнению с 1950 г. Следовательно, в связи с расширением сырьевой базы, при достаточном развитии рыбомучного производства, рыбная промышленность может способствовать укреплению кормовой базы животноводства.

Кормовая рыбная мука, изготовленная из свежего сырья, является носителем белковых веществ, усвояемость которых в организме животного на 90%. Она имеет полноценный набор аминокислот, легко усвояемые соединения фосфора в виде органических и неорганических веществ, кальциевые и другие соли, важные микроэлементы, некоторое количество жира богатого витаминами.

Введение рыбной муки в рацион значительно увеличивает продуктивность животных и птиц, повышает прирост, жизнеспособность и развитие их и снижает расход основных кормов. В последнее время установлено, что этот эффект обуславливается содержанием в кормовой рыбной муке водорастворимого витамина B_{12} .

Профессор В. Н. Букин сообщает, что дача ничтожных количеств, 15—20 микрограммов витамина B_{12} на 1 кг корма повышает усвоение растительного корма животными на 20—30%, и считает, что ценность рыбной муки как кормового средства заключается не столько в белке, который в ней содержится, а в том витамине B_{12} , который попадает в нее вместе с внутренностями рыб.

Наиболее распространенными заводами по производству рыбной кормовой муки являются прессовые заводы. Схема, по которой работают прессовые заводы, рассчитана на обработку жирного сырья и

заключается в следующем. Рыба нагревается (варится), в результате чего белковые вещества коагулируются, мышечные ткани уплотняются, выделяется влага и жир. Отделение освободившихся компонентов сырья достигается отжатием на непрерывно действующих шнековых прессах. Отжатая масса (жом) высушивается. После чего высушенный полуфабрикат (сушенка) размалывается, отбираются магнитным сепаратором железные частицы и просеивается. Получается готовый продукт-мука.

Целью отжатия под прессом разваренной рыбы является удаление возможно большего количества влаги и жира, что облегчает сушку и уменьшает содержание жира в муке. Выделяющаяся при отжатии на прессе жидкость (прессовый бульон) представляет собой экстракт всех растворимых веществ разваренной рыбы, содержащей жир и взвеси мышечных и других тканей рыбы.

Следовательно рыбная мука, получающаяся по прессовой схеме, обесценивается как кормовое вещество из-за удаления во время производства экстрактивных веществ, содержащих большое количество витамина группы В и других ценных веществ.

Тюлька и другие мелкие рыбы являются основным по количеству сырьем для производства кормовой муки в Азово-Черноморском бассейне и перспективы их использования большие.

Разваренные мелкие рыбы с нежным строением ткани и тонкими костями в шнековых прессах очень плохо отжимаются. Через зеер пресса в бульон проходит большое количество обрывков тканей рыбы. Поэтому выход готового продукта (муки и жира) при переработке тюльки, хамсы и др. мелких рыб очень низок. Л. П. и Р. А. Миндер определили выход муки из свежей тюльки и хамсы всего 14,2%, нашли величину использования азотистых веществ 60—65%, выход жира 40—42% к содержанию в сырье.

Основным технологическим процессом при производстве кормовой рыбной муки по прессовой схеме является процесс варки, так как только под действием тепла ткани рыбы высвобождают влагу, жир и др. вещества. Степень высвобождения этих компонентов, выход и качество муки, как будет видно далее зависит в основном от теплового режима варки.

Контролировать тепловой режим варки на производстве невозможно. Варильники не имеют термометров.

Следовательно, на производстве нет определенных тепловых режимов варки сырья.

В целях улучшения основных технологических процессов обработки тюльки (и др. мелких рыб) на прессовых установках и необходимости для разработки других методов получения кормовой муки, знания свойств свежего и разваренного сырья нами было

проведено исследование некоторых физико-химических свойств и химического состава тюльки (свежей и соленой) и хамсы.

Нами была сконструирована и построена лабораторная установка, дающая возможность в течение всего процесса отжата автоматически записывать на одной ленте изменение количества и объема выделяющегося бульона и величину давления отжата. Эта установка была использована для изучения степени высвобождения из рыбы, в результате теплового воздействия влаги с растворенными в ней веществами, и жира, а также для изучения изменения вязкопластических свойств тканей рыбы и для исследования процесса отжата, аналогичного отжатию разваренной рыбы на производственных прессах.

Определялась зависимость между тепловым режимом варки, выходом жомы и различных веществ при отжати разваренной рыбы. В результате исследования был предложен оптимальный режим варки свежей тюльки.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом нашего исследования являлись следующие рыбы: снеток, хамса и тюлька (свежая и соленая). Опыты ставились как в лаборатории, так и на производстве.

В лабораторных условиях рыба целиком без измельчения нагревалась в специально созданном варильнике. Он представлял собой водяной термостат с терморегулятором, в воду которого был помещен сосуд с нагреваемой рыбой. Перемешивание рыбы во время нагревания осуществлялось двухлопастной мешалкой, ось которой для уменьшения потерь воды из развариваемого материала была пропущена через стеклянный шариковый холодильник. Следовательно, нагревание материала проводилось через стенки сосуда водой, нагретой до разной температуры. Выбор такого метода нагревания рыбы обусловлен возможностью и рациональностью варки рыбы на производстве в непрерывно действующем варильнике глухим паром. Нагревание рыбы производилось в течение 30 минут от начальной температуры до максимальной (96—98°).

Средняя проба сырой и нагретой рыбы бралась на анализ.

Отжатие нагретой рыбы производилось гидравлическим лабораторным прессом в отжимном приспособлении, представляющим собой цилиндр с поршнем, диаметр которого равен диаметру поршня прессы. Поэтому манометр гидравлического прессы показывал и давление отжатия. В нижней части отжимного приспособления расположен зеев, имеющий отверстия диаметром 1,5 мм. Отношение площади отверстий к площади зеев — 0,062, характерное для зеев шнековых прессов.

Отжатие нагретой рыбы производилось всегда при одной и той же температуре. Для этого рыба охлаждалась до 70°, а отжимное приспособление нагревалось при помощи паровой рубашки до температуры около 80°.

Режим отжатия был принят нами аналогичный осуществленному в шнековых прессах с 11 витковым винтом системы НИИПРОДМАШ, т. е. всегда отжимался постоянный объем бульона. В течение

30 сек. происходило стекание бульона из одинакового количества нагретой рыбы, помещенной в отжимное приспособление и в течение 150 секунд производилось отжатие. Скорость изменения объема отжимаемого бульона принята постоянной и равной $0,27 \text{ см}^3/\text{сек}$.

В течение всего процесса отжатия автоматически записывались самописцами на одной ленте вес выделяющегося жидкого бульона и развивающееся давление в отжимном приспособлении в результате отжатия нагретой рыбы. На этой же ленте, закрепленной на вращающемся барабане, была заранее вычерчена кривая перемещения поршня отжимного приспособления. Подачей масла в рубашку регулировалась высота поднятия поршня пресса, следовательно и высота перемещения поршня отжимного приспособления, так чтобы перо, заправленное чернилами, следило по заданной кривой изменения объема отжимаемого бульона. Одновременно на этой же ленте вместе с записью давления, веса жидкого бульона и фактического изменения объема отжимаемого бульона, записывалась конечная толщина жома.

В результате прессования нагретой рыбы получался жом, который взвешивался и анализировался. Полученные кривые записей расшифровывались и данные сводились в таблицы.

Установка для отжатия рыбы, по принципу действия, аналогична вискозиметру проф. Волгаровича М. П. для высоких давлений. Поэтому полученные данные — давление отжатия и количества или объем истекающего бульона в единицу времени — характеризуют изменение вязко-пластических свойств тканей нагретой рыбы в процессе отжатия.

Химические анализы были проведены общепринятыми методами. Но взятие навесок для анализов производилось на торсионных весах в количестве $0,40—0,48 \text{ г}$. Но так как определения влаги, жира в навесках рыбы такого малого веса не являются общепринятыми, то нами было проведено определение абсолютной и относительной ошибки. Точность определения в навесках $0,40—0,48 \text{ г}$ не отличается от точности определений влаги и жира в навесках принятых в методиках.

Отгон аммиака при определении азотистых веществ рыбы проводился диффузионным методом. Титрование при определении количества аммиака производилось пневматической микробюреткой с применением магнитной мешалки для перемешивания титруемого раствора.

Для исследования изменения гидрофильности рыбы был применен индикаторный метод или метод третьего компонента профессора А. В. Думанского в видоизменении А. С. Вечер.

ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РЫБЫ В ПРОЦЕССЕ НАГРЕВАНИЯ

В настоящей работе рассматриваются только те изменения свойств тканей рыбы под действием тепла, которые влияют на результаты дальнейшей технологической обработки — отжата под прессом — и на выход готового продукта.

При нагревании основные изменения претерпевают белковые и азотистые вещества рыбы. Прочие вещества, составляющие ткань рыбы, при нагревании практически количественно и качественно не изменяются.

Химические исследования и определения растворимых веществ рефрактометрическим методом нагретой целой рыбы показали, что наименьшее содержание растворимых веществ имеет место в свежей рыбе нагретой до температуры около 80°. Дальнейшее нагревание рыбы целиком увеличивает содержание растворимых веществ. Как показали специально поставленные анализы нагретой хамсы, тюльки и снетка, возрастание количества растворимых веществ является следствием, в основном, образования растворимого белка, глютина, из коллагена тканей рыбы. Опыты с объектами содержащими незначительное количество коллагена (мышечная ткань рыбы), а также с водным экстрактом тканей рыбы и белком куриного яйца показали, что нарастание растворимых веществ при нагревании объекта исследования выше температуры 80° не происходит, а продолжается коагуляция белковых веществ, практически заканчивающаяся при нагревании объектов до температуры 90°. Таким образом установлено, что в результате воздействия тепла на целую рыбу происходят два проходящих одновременно процесса: коагуляция растворимых белков и образование из коллагена глютина.

Минимальное количество водорастворимых белков, также как и максимальное количество нерастворимых белков, характеризующее процесс коагуляции, обнаруживается в тканях рыбы нагретых до температуры около 80°. Дальнейшее повышение температуры нагревания целой рыбы вызывает гидролиз белков и нарастание количества водорастворимого белка (глютина), в результате этого происходит уменьшение количества нерастворимых белковых веществ (до 58,6—59,3% к общему азоту хамсы и тюльки).

Максимальное содержание азота нерастворимых белковых веществ в тканях целой рыбы наблюдается в период коагуляции основной массы растворимых белковых веществ и составляет довольно постоянную величину для свежей хамсы и тюльки — 66,1—66,4% и для соленой тюльки — 69,6% (в % от общего азота).

Гидролиз белков целой рыбы и потери общего азота происходят и при низких температурах нагревания. Так при нагревании фарша

из свежей тюльки целиком на водной бане (в герметически закрытом сосуде) при $100,2^{\circ}$ в течение 5 минут до температуры $63,5^{\circ}$ гидролизуетя около 6,5% белка. С повышением времени нагревания до 10—15 мин. гидролизуетя около 10% белка тюльки.

Потери азотистых веществ в процессе нагревания целой рыбы составляют 1,2—4,4% в зависимости от температуры нагревания и вида рыбы. Изменение температуры нагревания незначительно сказывается на гидролиз белка и потери азота соленой тюльки.

ГИДРОФИЛЬНЫЕ СВОЙСТВА РЫБЫ

Принятый нами метод исследования гидрофильных свойств рыбы, основанный на растворении индикатора (сахара) в свободной воде и на осмотическом отнятии воды, в таком объекте как ткани рыбы не дает величину адсорбционно связанной воды. Но так как нами все определения производились в одинаковых условиях с одинаковыми концентрациями индикатора, то данный метод давал возможность наблюдать изменение гидрофильности рыбы в процессе ее нагревания.

Данные определений гидрофильности выражались в граммах воды, связанной одним граммом сырого протеина, так как веществами способными связывать воду в большом количестве в рыбе являются белковые и азотистые вещества.

Нами было установлено на мышечных тканях судака, что в период посмертного окоченения гидрофильность тканей несколько повышается с 1,35 г/г в тканях только что убитого судака до 1,42 г/г в тканях судака в период посмертного окоченения. После разрешения посмертного окоченения гидрофильность уменьшается до величины 1,19 г/г.

С удлинением продолжительности хранения происходит нарастание гидрофильности тканей судака. Тоже было установлено для тюльки и хамсы хранившихся при 0° . Такое увеличение гидрофильности объясняется связыванием воды продуктами автолиза белков рыбы, образующихся в процессе хранения.

Большое влияние на гидрофильность тканей имеет физиологическое состояние рыбы. Ткани тюльки в период нереста связывают воды 1,66 г/г, отношение связанной воды к свободной — 0,58. Ткани отнерестившейся тюльки связывают воды 2,14 г/г, отношение связанной воды к свободной — 0,86.

Несмотря на большее количество всей воды у тюльки отнерестившейся (78%) по сравнению с количеством воды у тюльки нерестящейся (74%), отношение связанной воды к свободной у первой больше, что говорит о значительной гидрофильности ее белковых тканевых структур.

Гидрофильность тканей свежей рыбы зависит от жирности рыбы и определяется следующими цифрами:

Тюлька улова 15—22/V, содержание жира около 16% — 1,66—1,77 г/г.

Тюлька улова 3—7/VI, содержание жира около 8% — 1,92—2,14 г/г.

Хамса улова 2—11/XI, содержание жира около 20% — 1,51—1,68 г/г.

Тюлька размороженная, содержание жира—11,35% — 1,37 г/г.

С уменьшением содержания жира в рыбе увеличивается гидрофильность ее тканей.

Нами исследовалась гидрофильность, нагретых до разной температуры, тюльки и хамсы целиком, фарша из мяса тарани и белка куриного яйца. Нагревание этих объектов производилось в водяном термостате как при температуре 100,2° разное время, так и при постоянном времени нагревания, но с разной температурой термостата.

Результаты опытов показали, что кратковременное нагревание тюльки (5 минут) и белка куриного яйца (0,5 минут) до температуры 60—75° вызывает гидратацию объектов. Нагревание в течение двух минут белка куриного яйца вызывает резкую дегидратацию. Гидрофильность в результате нагревания уменьшается больше, чем в два раза. При дальнейшем удлинении продолжительности нагревания гидрофильность не изменяется.

Удлинение времени нагревания тюльки не вызывает значительного уменьшения гидрофильности.

Нагревание в термостате при разной температуре определенное время объектов исследования показывает, что гидрофильность белка куриного яйца увеличивается при нагревании в течение 2 минут до температуры 60°, а в интервалах температур нагревания 70—90° резко снижается до минимума — 2,2 г/г в нативном до 0,68 г/г в денатурированном белке.

Результаты определения гидрофильности нагретой рыбы не показывают такой резкой дегидратации.

Гидрофильность мышечных тканей тарани уменьшается пропорционально повышению температуры нагревания. Гидрофильность же тканей целой рыбы при нагревании до температуры 80—90° следует выше изложенной закономерности, но дальнейшее нагревание вызывает возрастание гидрофильности, особенно значительное в тканях хамсы.

Анализы показывают, что в рыбе, нагретой до температуры выше 80—90°, происходит образование глютена. Следовательно увеличение гидрофильности тканей рыбы нагретых выше этой температуры вызывается связыванием воды глютена — веществом весьма гидрофильным.

Таким образом нагревание рыбы целиком (с кожей, чешуей и костями) приводит к освобождению части воды, связанной белковыми структурами рыбы, которая может быть вновь связана образовавшимся глютином при нагревании рыбы выше температуры 80°.

Минимальное количество связанной воды в прогретых объектах следующее:

Тюлька улова 22/V — 0,92 г/г (нагревание 30 мин. до 78,0°).

Тюлька улова 25/VI — 1,85—1,90 г/г (нагревание 7—11 мин. до 80,0—85,4°).

Тюлька размороженная — 1,06 г/г (нагревание 30 мин. до 91,8°).

Хамса размороженная — 1,83 г/г (нагревание 30 мин. до 91,0°).

Мясо тарани — 0,94 г/г сухих веществ (нагревание 15 мин. до 96,6°).

Белок куриного яйца — 0,68 г/г сухих веществ (нагревание 2 мин. до 90,5°).

В результате отжата нагретой рыбы под прессом удаляются растворимые и гидрофильные ткани, связывающие большие количества воды. Вследствие этого гидрофильность азотистых веществ жома в два раза меньше, чем нагретой рыбы, и уменьшается с повышением температуры нагревания рыбы.

ВЯЗКО-ПЛАСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАГРЕТОЙ РЫБЫ

В результате отжата нагретой рыбы на установке с автоматической записью ряда величин, были получены данные, дающие возможность построить графики зависимости количества или объема бульона, протекающего через отверстия зеера в единицу времени (скорость истечения), от давления. Эти графики дают возможность наблюдать изменение вязко-пластических свойств отдельных компонентов рыбы в процессе отжата и в зависимости от температуры ее нагревания.

Исследование этих графиков показало, что истечение жидкого бульона подчиняется закону Пуазейля — истечение начинается с нуля давления и скорость истечения пропорциональна давлению. Истечение же тканей подчиняется закону истечения пластических тел, т. е. истечение происходит только при определенном критическом давлении.

Нагретая хамса до температуры 72,5°, при режиме отжата, принятом в работе, представляет собой однородное типично пластическое тело.

Рыба нагретая до температуры 80° и выше состоит из трех основных компонентов: из жидкого бульона с относительно низким коэффициентом вязкости, из коагулята растворимых белков и обрывков тканей, обладающих пластическими свойствами и из плотной части

(мышечных тканей, сократившихся в результате нагревания, костей и чешуи рыбы), имеющей упругие свойства.

Дальнейшее повышение температуры нагревания приводит к уменьшению пластической вязкости тканей тюльки, что совпадает с уменьшением содержания в ней нерастворимых белковых веществ.

С повышением температуры нагревания свежей рыбы вязкость отжимаемого жидкого бульона понижается в результате уменьшения концентрации растворимых веществ (увеличивается выделение воды мышечными тканями). Но при отжатию тюльки нагретой до температуры 98° выделяется бульон несколько более вязкий, чем бульон, полученный из разваренной тюльки при температуре нагревания более низкой, вследствие образования глютена, увеличивающего концентрацию растворимых веществ в бульоне.

Прекращение выделения жидкой части бульона происходит обычно через 75—90 сек. отжатию, после чего начинает истекать через отверстие зеера белковый коагулят и обрывки тканей рыбы, вследствие чего и давление в отжимном приспособлении в опытах с тюлькой резко повышается.

Давление при отжатию жидкого бульона из рыбы нагретой до более высокой температуры понижается. В процессе отжатию жидкой фракции давление почти пропорционально скорости истечения бульона и повышается в опытах с тюлькой до величины 0,5—1,2 кг/см² (при температуре нагревания около 80°).

Вязко-пластические свойства разваренной тюльки резко отличаются от вязко-пластических свойств разваренной хамсы. Ткани разваренной тюльки более упруги и прочны, чем ткани разваренной хамсы. В результате нагревания ткани хамсы значительно размягчаются из-за большого содержания в них жира и соединительно-тканых коллагеновых волокон и легко истекают через отверстия зеера даже при незначительных давлениях отжатию.

При отжатию в зависимости от температуры нагревания и вида рыбы развивается различное конечное давление 4—30 кг/см².

Разработанная нами методика исследования прессования дает возможность для любого момента процесса отжатию определять давление отжатию, количество плотных тканей рыбы, продавленных через отверстия зеера, удельный вес жома, так и бульона, количество компонента разваренной рыбы по изменению коэффициента вязкости.

ВЫХОД ВЕЩЕСТВ ИЗ НАГРЕТОЙ РЫБЫ ПРИ ОТЖАТИИ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЖОМА

Выход веществ при отжатию зависит от их содержания в нагретой рыбе и ее физического состояния.

Данные анализа нагретой рыбы и жома и результаты соответствующих расчетов показали следующее:

1. Максимальное выделение влаги при естественном стекании и отжати наблюдается из рыбы нагретой до наибольшей температуры опыта (около 100°) и составляет:

для свежей тюльки	71,8 %
для свежей хамсы	62,9 %
для соленой отмоченной тюльки	74,2 %
для соленой тюльки	70,6 %

(к содержанию в нагретой рыбе).

С повышением температуры нагревания рыбы влажность жома понижается.

Теоретическим пределом удаления воды отжатием из разваренной свежей рыбы, является количество связанной воды белковыми тканевыми структурами — около 45 %. Понизить содержание влаги в жоме ниже теоретического предела можно только путем удаления, при повышенном давлении отжатия, гидрофильных тканей и белковых веществ нагретой рыбы, со связанной ими водой, что часто наблюдается на практике.

Минимальное содержание влаги составляет:

в жоме из свежей тюльки	53,6 %
в жоме из свежей хамсы	55,9 %
в жоме из соленой отмоченной тюльки	44,1 %
в жоме из соленой тюльки	33,5 %

(при температуре нагревания рыбы близкой 100°).

2. Повышение температуры нагревания свежей рыбы сказывается на увеличении выделения жира в большей степени, чем повышение давления отжатия.

Максимальное выделение жира из свежей тюльки, 74,4 % от содержания в разваренной рыбе, имеет место при температуре нагревания рыбы близкой к 100° и давлении отжатия 17,5 кг/см², а при нагревании тюльки до температуры около 80°, несмотря на более высокое давление отжатия — 23,5 кг/см², выход жира уменьшается до 71,5 %. Но в результате потерь нерастворимых белковых веществ в период варки (из-за гидролиза и образования глютена) и увеличения потерь азотистых веществ при отжатии, относительное содержание жира в жоме, полученном из тюльки, нагретой выше температуры 80°, увеличивается. Поэтому оптимальным режимом варки свежей тюльки надо считать нагревание ее до температуры 80°, при которой в жоме содержится 7,19 % жира или 17,5 % в пересчете на сухое вещество.

Выделение жира из нагретой хамсы при отжати происходит в меньшей степени, чем из тюльки, что объясняется меньшей прочностью и структурностью ее тканей.

Жир из нагретой соленой тюльки при отжати выделяется в меньшем количестве, чем из свежей рыбы — до 63,0% от содержания в нагретой рыбе и его выделение зависит в большей степени от давления, чем от температуры нагревания.

Из соленой отмоченной тюльки жир выделяется в большем количестве, чем из свежей и соленой тюльки — до 77% от содержания в рыбе, нагретой до температуры около 100°. Увеличение интенсивности выделения жира при отжати из отмоченной соленой тюльки по сравнению с выделением его из соленой тюльки может быть объяснено гидратацией белковых тканевых структур (в результате чего они становятся липофобными), лучшим свариванием набухших коллагеновых соединительно-тканых волокон при нагревании и большей структурностью тканей рыбы из-за удаления из них при отмочке растворимых веществ. Поэтому надо считать необходимым отмачивать или замачивать соленую рыбу перед варкой.

3. При отжати разваренной соленой тюльки удаляется 49,0—73,0% хлористого натрия, в результате чего жом содержит до 11—14% соли.

Выделение соли при отжати разваренной тюльки почти пропорционально выделению влаги. С повышением температуры нагревания рыбы и понижением давления отжати несколько уменьшается концентрация соли в выделяющемся бульоне.

4. С повышением температуры нагревания рыбы выше 70—80° при отжати удаляются возрастающие количества небелкового азота и водорастворимых белковых веществ.

В связи с этим, максимальное содержание небелкового азота имеет место в жоме полученном:

а) из свежей тюльки нагретой до температуры около 80° и составляет 1,48% к сухому веществу и 13,5% к общему азоту жома или 10,0% от общего азота разваренной рыбы и 40,0% от содержания в разваренной рыбе (аналогичные результаты получены для свежей хамсы);

б) из соленой тюльки нагретой до температуры 70° и составляет 20,8% к общему азоту жома или 70% от содержания в разваренной рыбе.

Несмотря на увеличение удаления растворимых белковых веществ по отношению к содержанию их в свежей тюльке нагретой выше температуры 80°, все же содержание их в жоме возрастает, что повидимому объясняется увеличением их содержания в разваренной рыбе и ухудшением отжати (давление отжати понижается).

В жоме из соленой тюльки растворимых белковых веществ практически не обнаруживается, вследствие весьма малого содержания в разваренной соленой тюлке и удаления их с бульоном при отжати.

С повышением температуры нагревания выше 80° происходит уменьшение содержания нерастворимых белковых веществ свежей тюльки, вследствие гидролиза и образования глютена, поэтому выход нерастворимых белковых веществ с жомом уменьшается, но увеличивается их выход с жомом по отношению к содержанию в разваренной рыбе, что объясняется уменьшением давления при отжати.

Максимальное использование нерастворимого азота наблюдается:

а) при отжати свежей тюльки нагретой до температуры около 80° и составляет 60,0 общего азота или 88,5% нерастворимого азота разваренной рыбы;

б) при отжати соленой тюльки, нагретой до температуры 93° и составляет 65,8% общего азота или 99,0% нерастворимого азота разваренной рыбы.

Изменение температуры нагревания соленой тюльки незначительно сказывается на выход нерастворимых белковых веществ при отжати.

Максимальное использование общего азота наблюдается при отжати свежей тюльки нагретой до температуры около 80° и составляет 75,4% общего азота нагретой рыбы.

Потеря белковых веществ при отжати нагретой хамсы значительно больше, чем при отжати свежей нагретой тюльки.

Минимальные потери азотистых веществ при отжати хамсы, также как и при отжати тюльки, имеют место при нагревании до температуры около 80° и составляют: общего азота — 29,7%, нерастворимого азота — 23,9% (от содержания в разваренной рыбе). Причем потерь нерастворимого азота при отжати нагретой хамсы в два раза больше, чем при отжати нагретой тюльки.

Максимальное использование нерастворимого азота при сжати хамсы, разваренной при оптимальном тепловом режиме, составляет всего 50% общего азота и 76% нерастворимого азота нагретой рыбы.

ВЫХОД ЖОМА

При неизменном режиме отжати выход жома зависит от соотношения жидкой и плотной части разваренной рыбы.

Величина этого соотношения зависит от вида и качественного состояния рыбы и изменяется для одного вида сырья в зависимости

от температуры нагревания рыбы. С повышением нагревания рыбы выше температуры 80° отношение количества плотной части разваренной рыбы к жидкой уменьшается в результате продолжающегося высвобождения влаги и жира из тканей рыбы (что является положительным фактором) и уменьшения содержания плотной части из-за гидролиза белковых веществ и образования из коллагена глютина.

При естественном стекании в приемной части пресса удаляется тем большее количество бульона, чем больше его образовалось и чем меньше его вязкость. Вследствие этого в отжимаемой массе отношение количества плотной части к жидкой увеличивается и некоторое количество ее может продавливаться через отверстия зеера пресса, уменьшая выход жома.

В результате высокой температуры нагревания (вследствие гидратации коллагена и склеивания, образовавшимся глютином, частичек белкового коагулята и разрыхления тканей рыбы) увеличивается вязкость жидкой фракции, уменьшается количество естественно стекшего бульона. Выход жома из такой переваренной рыбы увеличивается, но отжатия влаги и жира почти не происходит — разваренная гидротированная масса мышечных и других тканей рыбы продавливается через отверстия зеера.

Оптимальный выход жома, определяемый максимальным содержанием белковых и экстрактивных веществ, как веществ составляющих основные кормовые свойства муки, и минимальным содержанием жира и влаги, имеет место при отжатии нагретой свежей рыбы до температуры около 80° и составляет для тюльки — 46,4—50,9%, для хамсы — 49,5% и при отжатии соленой тюльки нагретой до температуры около 70° — составляет 47,5—56,0% и при отжатии соленой отмоченой тюльки нагретой до температуры около 100° — 39,0%.

ВЫВОДЫ

Переработка на прессовых установках тюльки и хамсы на кормовую муку дает весьма низкие выходы готового продукта. Как удалось установить при исследовании работы этих установок, низкие выходы муки и жира обусловлены отсутствием теоретически обоснованного режима варки и отжатия рыбы на производстве.

Проведенное нами исследование процесса получения кормовой муки по прессовой схеме дает возможность сделать следующие основные выводы:

1. При изучении химических свойств нагретой целой рыбы была обнаружена закономерность изменения содержания водорастворимых и нерастворимых белков и азотистых небелковых веществ в за-

висимости от температуры нагревания. С повышением температуры нагревания рыбы происходят одновременно два процесса:

а) образование нерастворимого в воде белка в результате коагуляции и б) образование растворимого в воде глютина из коллагена тканей.

Общее содержание водорастворимых белков в свежей рыбе минимально при нагревании до температуры около 80°. При этой температуре содержание нерастворимых белков в тканях рыбы максимально и составляет для свежей рыбы около 66,0%, для соленой тюльки — около 69,0% (к общему азоту).

Дальнейшее повышение температуры нагревания целой рыбы вызывает уменьшение содержания нерастворимых белков за счет гидролиза и образования глютина.

2. Изучение некоторых физико-химических свойств рыбы (гидрофильных и вязко-пластических свойств) также показало большое влияние температурного режима варки на качество полуфабриката, идущего на изготовление рыбной муки.

Так, при повышении температуры нагревания до 80—90° гидрофильность тканей рыбы уменьшается. Дальнейшее нагревание вызывает увеличение гидрофильности рыбы, что является результатом связывания воды некоторыми веществами, образовавшимся при нагревании, в основном, глютином. Ткани хамсы при нагревании гидратируются сильнее, чем ткани тюльки.

С повышением температуры нагревания изменяются консистенция и вязко-пластические свойства тканей рыбы.

Упругие ткани свежей рыбы при нагревании до температуры 60—70° становятся мягкими, мажущимися. При нагревании до температуры около 80° ткани рыбы становятся плотными и легко отделяются от кости. Дальнейшее нагревание до температуры 100° и выше вызывает деструкцию тканей и они могут стать мазеобразными.

Ткани свежей тюльки, нагретой до температуры около 60°, и ткани хамсы, нагретой до температуры около 70°, представляют собой гомогенную вязкую массу и обладают (особенно ткани хамсы) типично пластическими свойствами.

При нагревании до более высоких температур рыба представляет собой трехкомпонентное тело: 1) жидкий бульон, 2) коагулят растворимых белков вместе с обрывками тканей, 3) уплотнившиеся мышечные ткани и костяк рыбы. Вязкость бульона с повышением температуры нагревания обычно понижается, так же как и пластическая вязкость второго и третьего компонентов нагретой хамсы. Уплотнившиеся ткани тюльки с повышением температуры нагревания увеличивают пластическую вязкость и при температуре около 80° имеют максимальную величину. Дальнейшее повышение темпе-

ратуры приводит к уменьшению пластической вязкости тканей тюльки. Благодаря этим свойствам ткани тюльки создают прочную структурную фильтрующую лепешку на зеере пресса, а ткани хамсы, из-за низкой пластической вязкости, даже при незначительных давлениях, истекают через отверстия зеера.

Поэтому можно считать, что тюлька пригодна для получения муки по прессовой схеме, а хамса непригодна.

3. Проведенные опыты показали, что между температурой нагревания рыбы, ее физико-химическими свойствами и изменением давления при отжати имеет определенная зависимость.

При отжати рыбы, нагретой до температуры 60—70°, давление в отжимном приспособлении постепенно возрастает вследствие того, что разваренная гомогенная масса выдавливается через отверстие зеера. Нагревание до температуры около 80° приводит к выделению из тканей рыбы значительного количества жидкого бульона. При отжати нагретой до этой температуры рыбы через отверстия зеера пресса сначала выделяется жидкий бульон, вследствие чего давление в отжимном приспособлении повышается незначительно. Дальнейшее отжатие приводит к выдавливанию через отверстия зеера также и уплотнившихся тканей рыбы, в результате чего давление отжати резко повышается.

При отжати рыбы нагретой до более высоких температур (близких к 100°) имеет место аналогичная картина изменения давления в отжимном приспособлении, хотя конечная величина давления несколько ниже из-за уменьшения пластической вязкости тканей рыбы.

Было показано, что давление отжати зависит от вида рыбы. Так максимальное давление отжати нагретой до 80° свежей тюльки 19—24 кг/см², свежей хамсы — 15—18 кг/см², соленой тощей тюльки — 21—29 кг/см², соленой жирной тюльки — 4—11 кг/см², отмоченой соленой тюльки — 8—16 кг/см².

4. С повышением температуры нагревания уменьшается выход жомы вследствие уменьшения содержания нерастворимых белков в разваренной рыбе, а также вследствие удаления при отжати влаги жира и растворимых веществ с бульоном.

Показано, что при температуре около 80° выход с жомом белкового и небелкового азота максимален и составляет: для свежей тюльки около 66,0% белкового и около 10% небелкового азота (к общему азоту нагретой рыбы). При этой температуре относительное содержание жира в жоме из свежей тюльки минимальное (около 7,2%), а содержание влаги около 59,0%.

При пересчете на рыбную муку с содержанием воды 12%, выход готового продукта составляет 21,4%, что выше производственного выхода на 5—7%.

Химический состав муки для этого режима следующий:

Влага	12%
Сырой протеин . . .	60,0%
Жир	15,4%
Зола	12,6%

Согласно стандарту на кормовую рыбную муку, мука с таким химическим составом соответствует по содержанию протеина — высшему сорту, а по жирности — первому сорту.

Тепловой режим нагревания соленой тюльки незначительно сказывается на выход муки и ее состав, так как жом, полученный из рыбы нагретой до резкой температуры, содержит почти одинаковое количество нерастворимых белковых веществ и жира, а растворимые азотистые вещества почти полностью удаляются при отмочке.

Таким образом данные, приведенные в нашей работе могут быть использованы для внедрения более рационального температурного режима варки сырья в производственных условиях.
