

ИЗМЕНЕНИЕ АЗОТИСТЫХ ВЕЩЕСТВ МЯСА РЫБЫ В ПРОЦЕССЕ ПРИГОТОВЛЕНИЯ МУКИ

Канд. техн. наук К. А. МРОЧКОВ

(Лаборатория новой технологии ВНИРО)

Рыбная мука в зависимости от химического состава сырья получается прессовым, экстракционным или комбинированным прессово-экстракционным способом. Обязательными операциями при любом способе производства муки являются варка и сушка рыбной массы, при которых она подвергается воздействию тепла. При этом белковые вещества рыбьего мяса претерпевают существенные изменения, однако характер и степень этих изменений до настоящего времени недостаточно изучены.

Задачей настоящей работы было исследование изменения белков мяса рыбы и их аминокислотного состава в процессе приготовления рыбной муки.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объекта для опытов был взят мороженный судак, хранившийся на холодильнике в течение 3—6 месяцев.

Судак, обладающий весьма тощим мясом, был выбран нами с расчетом исключить по возможности влияние жира на ход изменений белков. Чтобы избежать также по возможности влияния минеральных солей и клейдающих веществ, опыты проводили с мышечной тканью судака, освобожденной от костей и кожи.

Муку из мышечной ткани судака готовили в лабораторных условиях следующим способом. Мясо судака, освобожденное от костей и кожи, измельчали на мясорубке и разваривали острым паром в закрытом сосуде в течение 50 минут, из которых 20 минут занимало нагревание массы до 98—100° и 30 минут собственно варка при 98—100°. Разваренную массу завертывали в салфетки из ткани и прессовали на ручном масляном прессе под давлением 10 кг/см². Отжимаемую при прессовании жидкость («бульон») собирали в противень, стараясь избежать потери. Отжатую рыбную массу («жом») сушили в специальном сушильном аппарате, причем применяли следующие режимы сушки:

- 1) при 70—90° в течение 7 часов 30 минут;
- 2) при 70—80° при просасывании воздуха через сушилку в течение 1 часа 30 минут;
- 3) под вакуумом при остаточном давлении 65 мм рт. ст. и температуре 30—40° в течение 2 часов;
- 4) при 130—140° в течение 30 минут.

Вес сырья, полуфабрикатов, получаемых на разных стадиях процесса, и готовой муки тщательно учитывали, а также отбирали пробы их для химического исследования.

Для общей характеристики сырья, полуфабрикатов и готовой муки определяли содержание в них влаги, общего азота, жира и минеральных веществ (зола) общепринятыми методами.

Для выявления изменений азотистых веществ рыбы в процессе приготовления муки изучали соотношение белковых и небелковых азотистых веществ, содержание водорастворимых и солерастворимых белков и аминокислотный состав белков в сырье, полуфабрикатах и готовой муке.

Общее содержание белкового азота в различных пробах определяли по методу Барнштейна, а небелковый азот учитывали по разности между общим и белковым азотом.

Для определения количества водо- и солерастворимых белков исследуемый материал параллельно экстрагировали водой и 7%-ным раствором хлористого натрия по методу, принятому Шапиро и Карповым при исследовании мышечных белков свежего судака [11]. Со своей стороны, мы только уточнили, применительно к нашим объектам, необходимую длительность и кратность настаивания материала с растворителем до полного извлечения белков.

Азот водорастворимых белков (альбуминов) определяли по разности между общим и небелковым азотом водной вытяжки, а азот солерастворимых белков (глобулинов) — по разности между общим азотом солевой и водной вытяжек. Азот остаточных белков определяли путем сжигания остатка материала после извлечения солерастворимых азотистых веществ.

Для определения аминокислотного состава белков пробы исследуемый материал предварительно обрабатывали этиловым спиртом и эфиром для удаления из него влаги и жира. Сухие и обезжиренные белковые препараты подвергали гидролизу путем кипячения с 20-кратным количеством 20%-ной соляной кислоты в течение 25 часов при 130—140°. Такой режим гидролиза, как показали опыты, обеспечивал достаточно полное расщепление белковых веществ при минимальном их дезаминировании.

Солянокислый гидролизат белков исследовали по видоизмененному Каветом и Плимером методу Ван-Слайка [11, 12]. При этом определяли содержание общего и аминного азота моноаминокислот и диаминокислот, азот летучих оснований и гуминовых веществ, а также азот отдельных диаминокислот — лизина, аргинина и гистидина. Учет количества указанных форм азота проводили полумикрометодами, пользуясь аппаратами Парнаса — для определения общего азота [1] и Цуверкалова — для газометрического определения α -аминокислот [10].

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ РЫБНОЙ МУКИ

В табл. 1 показан общий химический состав сырья, а также выход и состав полуфабрикатов и готовой муки, полученных в наших опытах при переработке мяса судака.

Вес мяса при разваривании несколько уменьшился (на 0,9—5,8%) вследствие испарения небольшого количества влаги. После прессования разваренного мяса было получено отжатой белковой массы («жома») 57,7—59,3% от веса сырого мяса. Выход готовой муки при 1,2 и 3-м вариантах сушки был весьма близким и составил, при расчете на абсолютно сухую муку, 21,6—21,9% от веса сырого мяса; при 4-м варианте сушки, т. е. при наиболее высокой температуре 130—140°, выход муки оказался ниже—19,5% (в расчете на абсолютно сухую муку).

Полученная при разных способах сушки мука заметно отличалась по своим органолептическим свойствам и химическому составу. Цвет муки, высушенной под вакуумом при температуре 30—40° (3-й вариант), был светло-желтый, консистенция рассыпчатая, запах и вкус нормальные.

Таблица 1

Наименование	Выход (в % от веса сырья)	Химический состав в %				
		влага	общий азот (N)	белок (NX6,25)	жир	зола
Опыт 1						
Сырье—мясо сулака	100	78,93	3,14	19,62	0,66	1,06
Разваренная масса	94,2	77,67	3,28	20,50	0,71	1,11
Отпрессованная масса („жом“) .	59,3	68,06	4,77	29,81	1,05	1,21
Жидкость из-под пресса („буль- он“)	34,9*	91,86	0,97	6,06	0,14	1,36
Мука (1-й вариант сушки) . . .	20,2	7,06	13,70	85,62	3,07	3,52
Опыт 2						
Сырье—мясо судака	100	80,03	3,03	18,94	0,45	1,08
Разваренная масса	99,1	79,97	3,03	18,94	0,45	1,08
Отпрессованная масса („жом“) .	57,7	68,49	4,79	29,93	0,73	1,35
Жидкость из-под пресса („буль- он“)	41,4*	94,78	0,67	4,19	0,08	0,93
Мука, приготовленная с приме- нением разных вариантов сушки:						
2-й	19,8	8,27	13,77	86,06	2,12	3,89
3-й	20,0	8,68	13,90	86,88	Не опред.	3,90
4-й	18,5	5,35	14,19	88,68	„	4,10

* Выход бульона вычислен по разности между весом разваренной массы и весом „жома“.

Мука, высушенная при 70—80° при довольно интенсивном продувании воздуха через сушилку в течение 1,5 часов (вариант 2-й), имела более темный цвет, но в остальном заметно не отличалась от высушенной под вакуумом.

Образцы муки, высушенной при 70—90° в течение 7,5 часов и при 130—140° в течение 0,5 часа без продувания воздуха через сушилку (варианты 1-й и 4-й), имели коричневый цвет и запах и вкус поджаренной рыбы; кроме того, образец, высушенный при 70—90°, хотя и имел рассыпчатую консистенцию, но при разжевывании хрустел на зубах, а высушенный при 130—140° содержал спекшиеся комочки массы.

Содержание белковых веществ (Nx 6,25) в разных образцах муки в процентах от абсолютно сухого вещества составило:

Сушка под вакуумом
при 30—40° в течение 2 часов 95,12

Сушка при атмосферном давлении
при 70—80° в течение 1,5 часов 93,81
 „ 70—90° „ 7,5 „ 92,13
 „ 130—140° „ 0,5 часа 93,68

Как видно из этих данных, при повышении температуры или удлинении времени сушки качество муки ухудшается и содержание в ней белковых веществ снижается.

Исходя из данных весовых учетов и химических анализов сырья, полуфабрикатов и готовой муки, был составлен продуктовый баланс процесса приготовления муки, причем содержание влаги, органических (азотистых и жировых) и минеральных веществ в полуфабрика-

тах и муке было вычислено в процентах от их количества в исходном сырье, а также в процентах к общему весу сырья. Результаты этих расчетов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование	Влага	Органи- ческие вещества	Минераль- ные ве- щества	Влага	Органические вещества		Минераль- ные веще- ства
					всего	в том числе белок (N×6,25)	
	в % от веса сырья				в % от исходного содержания в сырье		
Опыт 1							
Сырье—мясо судака .	78,9	20,0	1,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Разваренная масса . .	73,2	19,9	1,0	92,7	99,5	97,8	99,5
Отпрессованная масса („жом“)	40,4	18,3	0,7	51,2	91,2	90,2	67,7
Жидкость из-под прес- са („бульон“)	32,0	1,7	0,5	41,5	8,3	7,6	31,7
Мука (1-й вариант суш- ки)	1,4	18,1	0,7	1,8	90,6	88,4	67,4
Опыт 2							
Сырье — мясо судака .	80,0	18,9	1,1	100	100,0	100,0	100,0
Разваренная масса . .	79,2	18,8	1,1	99,1	99,5	98,4	99,9
Отпрессованная масса („жом“)	39,6	17,4	0,8	49,4	92,2	91,3	72,2
Жидкость из-под прес- са („бульон“)	39,2	1,6	0,4	49,7	7,3	7,1	27,7
Мука, приготовленная с применением раз- ных вариантов суш- ки:							
2-й	1,6	17,3	0,8	2,0	92,2	90,0	71,6
3-й	1,8	17,4	0,8	2,2	92,2	91,1	72,2
4-й	1,0	16,7	0,8	1,2	88,6	86,5	70,1

Данные табл. 2 показывают, что в процессе приготовления муки из мяса судака удаляется (в % от содержания в сырье): азотистых веществ 9,0—13,5%, минеральных веществ до 32% и влаги до 98%.

В результате термической обработки мяса при варке теряется около 2% азотистых веществ и при сушке, в зависимости от ее режима, от 0,2 до 4,7%. Потеря азотистых веществ при сушке возрастает с увеличением температуры и длительности процесса. В случае сушки под вакуумом при температуре 30—40° (вариант 3-й) потери азотистых веществ почти не происходит (0,2%). Сушка при атмосферном давлении при 70—90° в течение 1,5—7,5 часов (варианты 1-й и 2-й) сопровождается потерей азотистых веществ в количестве 1,3—1,8%. Повышение температуры сушки до 130—140° при одновременном сокращении длительности ее до 30 минут (вариант 4-й) ведет к увеличению потери азотистых веществ до 4,7%.

При прессовании разваренного мяса отходит в бульон 7—7,5% азотистых веществ; таким образом, потеря азотистых веществ с бульоном

составляет от 53 до 80% общей потери азотистых веществ при получении муки (в зависимости от принятого способа сушки муки).

Потеря минеральных веществ происходит только при прессовании разваренной массы за счет растворимых солей, переходящих в бульон и удаляемых с последним.

Обезживание белковой массы в процессе приготовления муки происходит в две стадии:

1) при варке сырья и последующем прессовании разваренной массы для отделения бульона;

2) при сушке отпрессованной массы.

Количество влаги, удаляемой на обеих стадиях, примерно одинаково (52—46%).

ИЗМЕНЕНИЕ БЕЛКОВЫХ И НЕБЕЛКОВЫХ АЗОТИСТЫХ ВЕЩЕСТВ

Содержание белкового и небелкового азота в сырье, полуфабрикатах и готовой муке показано в табл. 3. Приведенные в ней данные позволяют судить о степени расщепления белков мяса рыбы в процессе приготовления муки.

Таблица 3

Наименование	Белковый азот	Небелко- вый азот	Общий азот	Белковый азот	Небелко- вый азот
	в % от общего азота пробы		в % от общего азота исходного сырья		
Опыт 1					
Сырье — мясо судака	96,8	3,2	100	96,8	3,2
Разваренная масса	94,2	5,8	97,8	92,1	5,7
Отпрессованная масса („жом“) . .	95,0	5,0	90,2	85,7	4,5
Мука (1-й вариант сушки)	84,9	15,1	88,4	75,1	13,3
Опыт 2					
Сырье — мясо судака	95,7	4,3	100	95,7	4,3
Разваренная масса	94,2	5,8	98,4	92,7	5,7
Отпрессованная масса (жом“) . .	95,0	5,0	91,3	86,7	4,6
Мука (2-й вариант сушки)	91,1	8,9	90,0	82,0	8,0

В процессе приготовления муки происходит заметное уменьшение количества истинно белковых веществ и увеличение количества небелковых азотистых соединений. Так, если в сырой мышечной ткани 96—97% всего азота составлял белковый азот и лишь 3—4% приходилось на долю небелковых форм азота, то в готовой муке белковый азот составлял 85—91%, а небелковый—9—15% (от общего азота муки).

Изменение соотношения белковых и небелковых азотистых веществ наблюдается на всех стадиях процесса приготовления муки. При варке и сушке эти изменения обуславливаются частичным расщеплением белков в результате термического воздействия, а при прессовании — механическим отделением части азотистых веществ в бульон.

Потери белкового азота при варке превышают нарастание небелкового азота, что находится в связи с тем, что при варке образуется некоторое количество летучих соединений, с которыми теряется около 2% общего азота сырья.

Степень распада белка при сушке зависит от ее режима. Сушка белковой массы при 70—90° в течение 7 часов 30 минут (вариант 1-й) сопровождалась потерей 10,5% белкового азота наряду с увеличением количества небелкового азота на 8,8%.

составляет от 53 до 80% общей потери азотистых веществ при получении муки (в зависимости от принятого способа сушки муки).

Потеря минеральных веществ происходит только при прессовании разваренной массы за счет растворимых солей, переходящих в бульон и удаляемых с последним.

Обезвоживание белковой массы в процессе приготовления муки происходит в две стадии:

1) при варке сырья и последующем прессовании разваренной массы для отделения бульона;

2) при сушке отпрессованной массы.

Количество влаги, удаляемой на обеих стадиях, примерно одинаково (52—46%).

ИЗМЕНЕНИЕ БЕЛКОВЫХ И НЕБЕЛКОВЫХ АЗОТИСТЫХ ВЕЩЕСТВ

Содержание белкового и небелкового азота в сырье, полуфабрикатах и готовой муке показано в табл. 3. Приведенные в ней данные позволяют судить о степени расщепления белков мяса рыбы в процессе приготовления муки.

Таблица 3

Наименование	Белковый азот	Небелко- вый азот	Общий азот	Белковый азот	Небелко- вый азот
	в % от общего азота пробы		в % от общего азота исходного сырья		
Опыт 1					
Сырье — мясо судака	96,8	3,2	100	96,8	3,2
Разваренная масса	94,2	5,8	97,8	92,1	5,7
Отпрессованная масса („жом“) . .	95,0	5,0	90,2	85,7	4,5
Мука (1-й вариант сушки)	84,9	15,1	88,4	75,1	13,3
Опыт 2					
Сырье — мясо судака	95,7	4,3	100	95,7	4,3
Разваренная масса	94,2	5,8	98,4	92,7	5,7
Отпрессованная масса (жом“) . .	95,0	5,0	91,3	86,7	4,6
Мука (2-й вариант сушки)	91,1	8,9	90,0	82,0	8,0

В процессе приготовления муки происходит заметное уменьшение количества истинно белковых веществ и увеличение количества небелковых азотистых соединений. Так, если в сырой мышечной ткани 96—97% всего азота составлял белковый азот и лишь 3—4% приходилось на долю небелковых форм азота, то в готовой муке белковый азот составлял 85—91%, а небелковый—9—15% (от общего азота муки).

Изменение соотношения белковых и небелковых азотистых веществ наблюдается на всех стадиях процесса приготовления муки. При варке и сушке эти изменения обуславливаются частичным расщеплением белков в результате термического воздействия, а при прессовании — механическим отделением части азотистых веществ в бульон.

Потери белкового азота при варке превышают нарастание небелкового азота, что находится в связи с тем, что при варке образуется некоторое количество летучих соединений, с которыми теряется около 2% общего азота сырья.

Степень распада белка при сушке зависит от ее режима. Сушка белковой массы при 70—90° в течение 7 часов 30 минут (вариант 1-й) сопровождалась потерей 10,5% белкового азота наряду с увеличением количества небелкового азота на 8,8%.

В случае сушки при 70—80° в течение 1 часа 30 минут (вариант 2-й) потеря белкового азота составила лишь 4,7%, а прирост небелкового азота—3,4% (в % от общего азота сырья). Происходящая в процессе сушки потеря около 1,5% общего азота объясняется, как и при варке, образованием и выделением летучих азотистых соединений.

С отходящим при прессовании бульоном теряется 7—7,5% общего азота сырья; примерно 85% азотистых веществ бульона составляют белки и 15%—небелковые соединения.

ИЗМЕНЕНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ И СОЛЕРАСТВОРИМЫХ БЕЛКОВ

Для выяснения степени тепловой денатурации белка при изготовлении муки наблюдали изменение растворимости белковых веществ в воде и 7%-ном растворе хлористого натрия по всем стадиям технологического процесса. Результаты этих наблюдений приведены в табл. 4.

Таблица 4

Наименование проб	Общий азот в %	Водорастворимая фракция		Солеорастворимая фракция		Азот белков нерастворимых в воде и NaCl	Водорастворимая фракция		Солеорастворимая фракция		
		общий азот	азот альбуминов	общий азот	азот глобулинов		общий азот	азот альбуминов	общий азот	азот глобулинов	
		в % от общего азота исходного сырья					в % от содержания соответствующих фракций азота в сырье				
Опыт 1											
Сырье - мясо судака	100,0	31,5	28,3	47,8	16,2	51,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
Масса после варки (с бульоном)	97,8	4,97	9,3	15,8	0,8	81,3	47,5	32,7	33,0	4,7	
Отпрессованная масса	90,2	7,4	2,8	8,2	0,8	81,3	23,4	10,0	17,1	4,7	
Мука (1-й вариант сушки) . .	88,4	13,6	0,3	13,9	0,3	74,2	43,2	1,1	29,0	1,6	
Опыт 2											
Сырье—мясо судака	100,0	32,4	28,1	61,0	28,7	39,6	100,0	100,0	100,0	100,0	
Масса после варки (с бульоном)	98,4	14,7	8,8	15,6	0,9	82,7	45,4	31,3	25,6	3,3	
Отпрессованная масса	91,3	7,6	2,8	8,5	0,9	82,7	23,4	10,1	13,9	3,3	
Мука (2-й вариант сушки) . .	90,0	8,6	0,5	8,8	0,2	80,9	26,5	1,6	14,3	0,7	

Как видно из данных, приведенных в табл. 4, водорастворимые и солеорастворимые белки типа альбуминов и глобулинов, составляющие около 55% всех белковых веществ мышечной ткани мороженого судака, почти полностью денатурируются в процессе приготовления муки. Денатурация указанных белков происходит в основном на первом этапе тепловой обработки рыбы, то есть во время варки. При этом глобулины изменяются в большей степени, чем альбумины, судя по тому, что в массе после варки количество альбуминов составляет около 30%, а глобулинов лишь 5% от их содержания в исходном сырье. Количество белков, нерастворимых в воде и растворе хлористого натрия, после варки увеличивается в 1,6—2 раза.

При прессовании разваренной рыбной массы из нее отделяются в бульон водорастворимые азотистые вещества, состоящие главным образом из белков типа альбуминов (до 6,4% общего азота сырья) и небольшого количества небелковых соединений (около 1% общего азота сырья). В среднем в бульон переходит $\frac{2}{3}$ всех водорастворимых белков, присущих разваренной массе. Количество глобулинов в массе после прессования не меняется.

Во время сушки отпрессованной массы («жома») завершается денатурация белков типа альбуминов и глобулинов, наряду с которой наблюдается также небольшое уменьшение количества остаточных белков. В готовой муке количество альбуминов и глобулинов составляет всего 1—1,5% от их содержания в сырье.

Сопоставление результатов наблюдений за изменением различных фракций белков с результатами наблюдений за изменением общего, белкового и небелкового азота позволяет считать, что денатурация белков мяса рыбы в процессе приготовления муки, связанная с нагреванием рыбы до 100°, сопровождается частичным расщеплением белков, приводящим к образованию различных небелковых азотистых соединений, вплоть до летучих оснований.

Можно предположить, что нарастание количества небелковых азотистых соединений на первом этапе тепловой обработки (то есть при варке) — примерно в 1,5—2 раза — происходит в основном в результате частичного разрушения альбуминов и глобулинов, а на втором этапе (то есть при сушке) — примерно в 2—3 раза — также за счет расщепления белков, нерастворимых в воде и солевом растворе.

Образующиеся вследствие расщепления белков летучие азотистые соединения теряются как при варке, так и при сушке.

Результаты проведенного нами изучения изменений белков мяса рыбы при тепловой обработке в процессе приготовления муки принципиально согласуются с данными ряда исследователей о денатурации и расщеплении белков мяса рыбы при нагревании [2, 4, 5, 6, 7].

ИЗМЕНЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА БЕЛКОВЫХ ВЕЩЕСТВ

Исследованию подвергались препараты белковых веществ, приготовленные из проб, отобранных по ходу процесса приготовления муки при двух опытах варки и прессования рыбного фарша по одинаковым режимам и четырех опытах сушки отпрессованной массы по разным режимам. Результаты определения различных форм азота в гидролизатах указанных препаратов белковых веществ представлены в табл. 5.

Данные табл. 5 показывают, что после варки мяса, а также сушки разваренной массы под вакуумом при 30—40° (3-й вариант сушки) относительное содержание различных форм азота в препаратах белковых веществ почти не меняется. С другой стороны, сушка разваренной массы при атмосферном давлении по всем остальным испытанным режимам (1-й, 2-й и 4-й варианты сушки) ведет к уменьшению относительного количества общего и аминного азота моно- и диаминокислот и соответственному увеличению азота летучих оснований и гуминовых веществ.

В отношении отдельных диаминокислот следует отметить, что в препаратах белковых веществ из готовой муки содержание азота лизина (с частью цистина) и аргинина несколько ниже, а содержание азота гистидина гораздо выше (в 2—3 раза), чем в препаратах белковых веществ из сырого мяса судака.

Для выявления количественных изменений в составе белковых веществ сырья в процессе приготовления муки были составлены балансы различных форм азота, представленные в табл. 6. Выявленные при этом изменения аминокислотного состава белковых веществ по отдель-

Таблица 5

Азот	Содержание разных форм азота в % от общего азота							
	опыт 1			опыт 2				
	сырье—мясо судака	разваренная масса	мука (1-й ва- риант и сушки)	сырье—мясо судака	разваренная масса	м у к а		
						2-й вари- ант сушки	3-й вари- ант сушки	4-й вари- ант сушки
Летучих оснований	10,5	11,0	18,0	10,9	11,4	13,7	12,6	17,9
Гуминовых веществ	3,0	3,0	6,0	3,5	2,1	3,7	1,5	4,8
Моноаминокислот общий . .	63,3	62,1	54,4	62,9	60,8	58,6	60,6	58,8
„ аминный	62,5	62,0	54,2	61,1	60,8	58,3	60,7	58,5
Диаминокислот общий . . .	26,7	26,8	24,6	27,9	28,1	26,8	28,3	25,9
„ аминный	17,0	16,3	14,7	17,9	17,8	16,3	17,8	15,9
Лизина и части цистина . .	13,7	12,8	11,0	14,5	14,1	12,5	14,1	12,2
Аргинина	11,9	11,6	10,6	12,2	12,0	11,7	11,9	10,7
Гистидина	1,0	2,3	3,0	1,2	2,0	2,7	2,3	2,0

Таблица 6

Наименование	В % от общего азота белковых веществ исходного сырья									
	общий азот	азот летучих оснований	азот гуминовых веществ	азот моноаминокислот		азот диаминокислот		азот лизина и части цистина	азот аргинина	азот гистидина
				общий	аминный	общий	аминный			
Опыт 1										
Сырье — мясо судака	100	10,5	3,0	63,3	62,5	26,7	17,0	13,7	12,0	1,1
Разваренная масса	97,8	11,2	3,0	60,2	60,0	25,9	16,2	12,8	11,0	2,0
Потеря или прирост в процессе варки	-2,2	+0,7	-0,1	-3,1	-2,5	-0,8	-0,8	-0,9	-1,0	+0,9
Отпрессованная масса	90,2	9,9	2,7	55,5	55,3	23,9	14,7	11,5	10,4	2,0
Потеря при прессовании (отходит в бульон) .	-7,6	-1,3	-0,3	-4,7	-4,7	-2,0	-1,5	-1,3	-0,6	-
Мука (1-й вариант сушки) . .	88,4	16,0	5,3	46,9	46,7	21,2	12,6	9,5	9,1	2,6
Потери или прирост в процессе сушки	-1,8	+6,10	+2,6	-8,6	-8,6	-2,7	-2,1	-2,0	-1,3	+0,6
Общие потери или прирост в процессе изготовления муки с применением 1-го варианта сушки	-11,6	+5,5	+2,2	-16,4	-15,8	-5,5	-4,4	-4,2	-2,9	+1,5

Наименование	В % от общего азота белковых веществ исходного сырья									
	общий азот	азот летучих оснований	азот гуминовых веществ	азот моноаминокислот		азот диаминокислот		азот лизина и части цистина	азот аргинина	азот гистидина
				общий	аминный	общий	аминный			
Опыт 2										
Сырье — мясо судача	100	10,9	3,5	62,9	61,1	27,9	17,9	14,5	12,2	1,2
Разваренная масса	98,4	11,1	2,0	59,4	59,5	27,3	17,5	13,9	11,6	1,8
Потеря или прирост в процессе варки	-1,6	+0,2	-1,5	-3,5	-1,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	+0,6
Отпрессованная масса	91,3	10,3	1,9	55,0	55,0	25,4	16,1	12,7	10,9	1,8
Потери при прессовании (отходит в бульон) .	-7,1	-0,8	-0,1	-4,4	-4,5	-1,9	-1,4	-1,2	-0,7	—
Мука (2-й вариант сушки) . .	90,0	12,3	3,4	51,5	51,2	23,6	14,3	11,0	10,2	2,4
Мука (3-й вариант сушки) . .	91,1	11,2	1,3	54,0	54,1	25,2	15,9	12,6	10,6	2,1
Мука (4-й вариант сушки) . .	86,6	14,8	4,0	48,7	49,3	21,5	13,2	10,1	8,9	2,5
Потеря или прирост в процессе разных вариантов сушки:										
2-й	-1,3	+2,0	+1,5	-3,5	-3,8	-1,8	-1,8	-1,7	-0,7	+0,6
3-й	-0,2	+0,9	-0,6	-1,0	-0,9	-0,2	-0,2	-0,1	-0,3	+0,3
4-й	-4,7	+4,5	+2,1	-6,3	-5,7	-3,9	-2,9	-2,6	-2,0	+0,7
Общие потери или прирост в процессе изготовления муки с применением вариантов сушки:										
2-го	-10,0	+1,4	-0,1	-11,4	-9,9	-4,3	-3,6	-3,5	-2,0	+1,2
3-го	-8,9	+0,3	-2,2	-8,9	-7,0	-2,7	-2,0	-1,9	-1,6	+0,9
4-го	-13,4	+3,9	+0,5	-14,2	-11,8	-6,4	-4,7	-4,4	-3,3	+1,3

ным этапам процесса наглядно показаны на рис. 1, 2, и 3. На рис. 4 показан также аминокислотный состав муки, полученной при разных режимах сушки.

Как видно из табл. 6, аминокислотный состав белковых веществ рыбного мяса в процессе приготовления муки заметно изменяется вследствие: 1) частичного расщепления аминокислот при воздействии

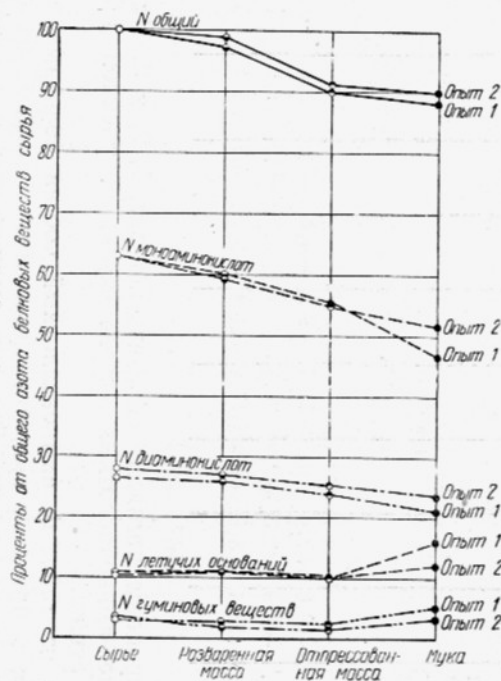


Рис. 1. Изменение количества основных форм азота белковых веществ на разных стадиях приготовления муки.

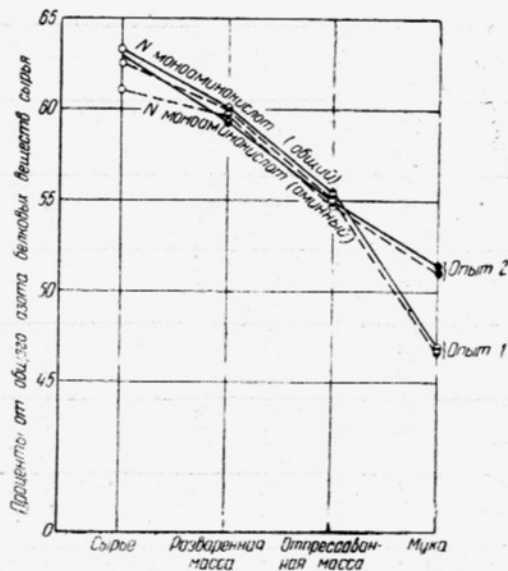


Рис. 2. Изменение количества азота моноаминокислот в процессе приготовления муки.

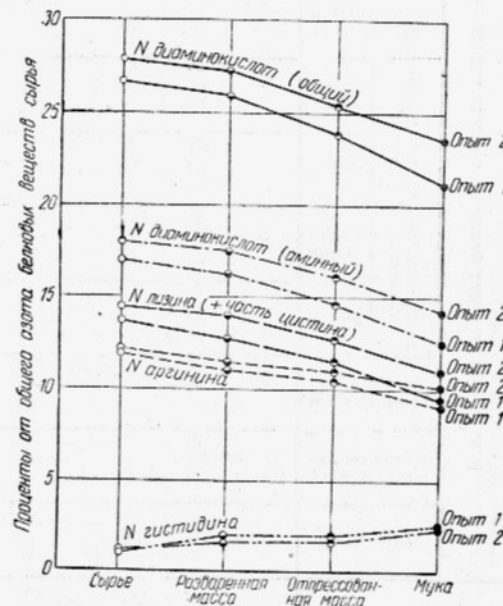


Рис. 3. Изменение количества азота диаминокислот в процессе приготовления муки.

тепла на белковые вещества в процессах варки и сушки и 2) потери аминокислот с азотистыми веществами, удаляемыми с бульоном. При варке и сушке теряется от 6 до 18,5%, а при прессовании — около 7% всего азота аминокислот, содержащегося в сырье. Таким образом, общие потери азота аминокислот в процессе приготовления достигают 13—25,5%.

Разрушению при тепловой обработке мяса рыбы подвергаются как моно-, так и диаминокислоты. Во время варки расщеплению подвергаются преимущественно моноаминокислоты, причем, по-видимому, полностью отщепляются все амидные группы, так как разница между количеством общего и аминного азота моноаминокислот исчезает. Поте-

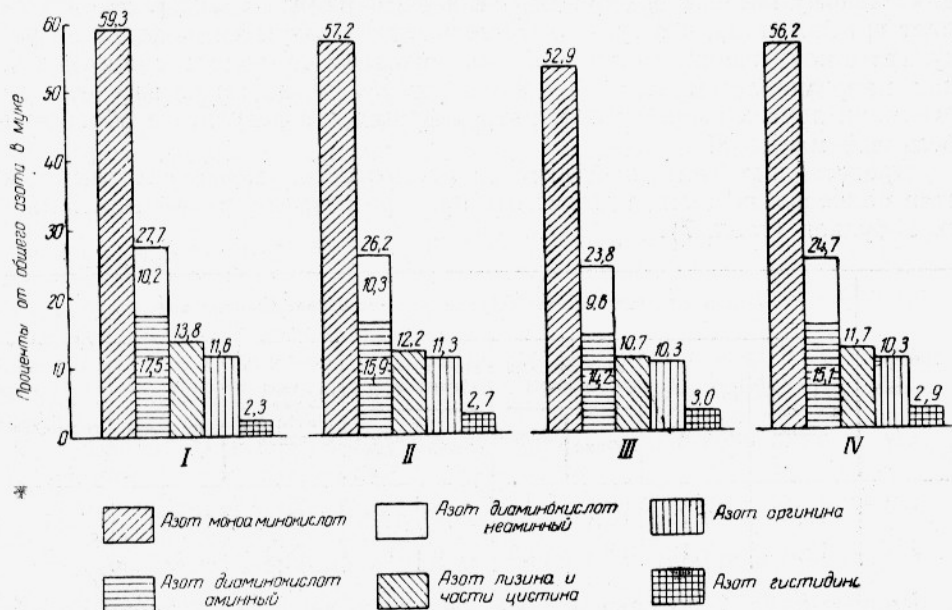


Рис. 4. Соотношение азота моно- и диаминокислот в муке, высушенной разными способами.

ря азота моноаминокислот при варке составляет в среднем 5% и диаминокислот — 2,5% от содержания их в сырье. При сушке наблюдается более сильное, чем при варке, расщепление как моно-, так и диаминокислот, причем степень расщепления зависит от режима сушки.

Потери азота моно- и диаминокислот в случае сушки при повышенной температуре 130—140° (4-й вариант) достигают 15%. Близкие результаты дает сушка при 70—90° в течение 7 часов 30 минут (1-й вариант); при сокращении длительности сушки в этих температурных условиях до 1 часа 30 минут (2-й вариант) потери азота моно- и диаминокислот снижаются до 7%. В случае сушки под вакуумом при температуре 30—40° (3-й вариант) разрушение диаминокислот почти не происходит, а потеря азота моноаминокислот составляет всего 1,8%.

Наблюдения над отдельными диаминокислотами показывают, что при варке и сушке происходит частичное разрушение лизина и аргинина. Так, при варке теряется 4—6% азота лизина и 5,5—8% азота аргинина, а при сушке, в зависимости от ее режима, от 1 до 20% азота лизина и от 2,8 до 18% азота аргинина; наименьшие потери азота указанных диаминокислот наблюдаются при сушке под вакуумом при 30—40° (3-й вариант) и наибольшие — в случае обычной сушки при 130—140° (4-й вариант). Обнаруженное как в процессе варки, так и в процессе сушки увеличение количества азота гистидина вполне согла-

суется с данными других исследователей, работавших над вопросами тепловой денатурации белков [8, 15].

Расщепление аминокислот при варке и сушке сопровождается образованием, с одной стороны, более простых летучих азотистых соединений основного характера (в количестве 0,9—6,1% по отношению к общему азоту сырья) и, с другой стороны, сложных продуктов конденсации в виде гуминовых веществ (в количестве до 2,6% от общего азота сырья).

Количество накапливающегося азота гуминовых веществ зависит от режима тепловой обработки и является наиболее значительным в тех случаях, когда белковая масса подвергалась наиболее сильному или длительному воздействию тепла (1-й и 4-й варианты сушки). Это позволяет предполагать, что гуминовые вещества образуются не только в результате конденсации нестойких при кислотном гидролизе аминокислот, как, например триптофан, и оксиаминокислот [9], но также за счет конденсации других аминокислот, разрушающихся в результате обработки белковой массы [3].

Представляет известный интерес рассмотреть аминокислотный состав белковых веществ, отделяемых при прессовании разваренной массы в бульон (табл. 7).

Таблица 7

Номер опыта	В % от общего азота белковых веществ отпрессованной жидкости								
	азот летучих оснований	азот гуминовых веществ	азот моноаминокислот		азот диаминокислот		азот лизина и части цистина	азот аргинина	азот гистидина
			общий	аминный	общий	аминный			
1	17,3	3,7	61,0	60,4	25,6	19,3	17,2	8,3	0,1
2	12,4	2,1	63,3	63,6	28,0	20,8	18,1	8,9	0,3

Данные табл. 7 показывают, что белковые вещества бульона по содержанию общего и аминного азота моно- и диаминокислот весьма близки белковым веществам сырого и разваренного мяса (табл. 5). Диаминокислоты в бульоне представлены в основном лизином (с частью цистина) и аргинином; гистидин в белковых веществах бульона обнаружен в весьма ничтожном количестве.

Результаты наших исследований бульона могут быть сравнены с данными некоторых других авторов.

Так, Потингер [16] указывает, что при варке белковых веществ не переходят в бульон такие аминокислоты, как тирозин, триптофан и цистин, а потому содержание указанных аминокислот в муке, приготовленной из вареного мяса, относительно несколько больше, чем в муке из сырого мяса. По исследованиям Дейса и Тарра [13, 14], отпрессованная жидкость содержит все аминокислоты, свойственные белкам рыбы, а также витамины группы В (тиамин, рибофлавин, никотиновую кислоту, холин и В₁₂).

Приведенные данные позволяют считать, что азотистые вещества, содержащиеся в прессовой жидкости (бульоне), являются ценными в питательном отношении и их следует обязательно использовать в целях снижения потерь белка при производстве рыбной муки.

ВЫВОДЫ

1. В процессе приготовления рыбной муки по принятой в промышленности технологической схеме происходит значительное изменение и частичная потеря азотистых веществ мяса рыбы.

2. При тепловой обработке в процессах варки и сушки происходит денатурация и коагуляция растворимых белков, следствием чего является потеря ими лиофильных свойств, а также наблюдается частичное расщепление белков, сопровождающееся накоплением более простых небелковых азотистых веществ и образованием летучих азотистых соединений. Также происходит изменение аминокислотного состава белковых веществ. Указанные изменения белков в значительной мере зависят от принятого режима высушивания разваренной рыбы и усиливаются с повышением температуры и увеличением длительности сушки.

3. Потеря азотистых веществ при изготовлении рыбной муки достигает в зависимости от режима сушки 9,0—13,5% (от общего азота сырья) и происходит в результате:

а) образования и выделения летучих азотистых соединений при расщеплении белковых веществ во время варки и сушки рыбной массы (от 2 до 6,5% от общего азота сырья);

б) механического отделения части растворимых азотистых веществ в бульон при прессовании разваренной массы (около 7% от общего азота сырья).

4. В целях уменьшения изменений и потерь азотистых веществ при изготовлении рыбной муки, а также улучшения вкусовых и питательных свойств ее, в технологическую схему производства муки целесообразно внести следующие изменения:

а) исключить отделение бульона из разваренной массы и для удаления из нее избыточной влаги взамен прессования применять выпаривание;

б) производить выпаривание разваренной массы в сочетании с сушкой при пониженной температуре под вакуумом.

5. Варку, выпаривание и сушку рыбной массы возможно производить последовательно в одном аппарате.

Сочетание этих операций в одном аппарате позволит избежать потери полупродуктов в процессе приготовления муки, а также улучшит санитарные условия ведения процесса.

Для осуществления предлагаемой технологической схемы приготовления рыбной муки требуется применение аппаратов, позволяющих проводить весь процесс обработки измельченной рыбной массы в две фазы: на 1-й фазе — разваривание рыбной массы сухим методом (без применения острого пара) под давлением и на 2-й фазе — упаривание и высушивание разваренной массы под вакуумом. В качестве таких аппаратов могут быть использованы котлы Лаабса.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Асатиани В. С., Руководство по биохимической методике, Грузмедгиз, 1939.
2. Кизеветтер И. В., Мершина К. М., Оленьсва Е. И., Члайдзе Е. М., Технология приготовления сушеного мяса рыб, Известия ТИПРО, т. XXIII, Владивосток, 1947.
3. Кизель А. Р. и Кирьянова Е., К вопросу о гуминообразовании при гидролизе белка, «Биохимия», т. VI, вып. 3, 1941.
4. Лобанов Д. И. и Быкова С. В., О процессе денатурации белков при тепловой обработке мяса и рыбы, «Вопросы питания», т. 7, вып. 2, 1938.
5. Марх А. Т., О химических изменениях мясорыбного сырья при тепловой обработке, Труды Одесского технологического института консервной промышленности, т. II, 1948.
6. Мудрак Л. Т., Влияние температуры стерилизации консервов на денатурацию и гидролиз белковых веществ мяса рыбы, Труды Мосрыбвуза, вып. 5, Москва, 1953.
7. Подсевалова Л. А., Влияние температуры автоклавирования и последующей сушки на химический состав рыбы. Сборник трудов Астраханского технологического института рыбной промышленности и хозяйства, вып. 2, Астрахань, 1953.

8. Садиков В. С. и Старухина К. М., Тепловая денатурация мяса, Белковый сборник, т. I, вып. 1, Пищепромиздат, 1936.
 9. Стахеева-Каверзнева, Е. Д., Химическая природа белков крови, «Журнал общей химии», т. XIII, вып. 6, 1943.
 10. Цуверкалов Д., Упрощенное газометрическое определение α -аминокислот, «Биохимия», т. VI, вып. 3, 1941.
 11. Шапиро О. И. и Карпов П. П., Белки мышечной ткани судака, Труды ВНИРО, т. IX, Пищепромиздат, 1939.
 12. Шарпенак А. Д., Балашова О. Н., Львова В. В. и Соловьева Е. М., Метод определения аминокислотного состава белков, «Физиологический журнал СССР им. Сеченова», т. XVII, 1934, № 2.
 13. Deas G. P., Ney P. W., Tarr H. Z., Amino acids in fishery products, Progress reports of the Pacific coast stations of the Fisheries Research Board of Canada, No. 77, 1948.
 14. Deas G., Tarr H., Amino acid composition of fishery products, Journal of the Fisheries Research Board of Canada, vol. VII, No. 9, 1949.
 15. Ingvaldsen, The effect of high temperature employed for drying on the nitrogen partitional fish meals Canadian Chemistry and Metallurgy, vol. 13, № 4, 1929.
 16. Pottinger S., Harrison R. and Anderson A., Department of Commerce Bureau of Fisheries Investigational Report, vol. II, № 30, 1935, Washington.
-