

**ВЛИЯНИЕ ПОСМЕРТНОГО СОСТОЯНИЯ РЫБЫ
НА ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ЕЕ МЯСА ПРИ ТЕПЛОВОЙ
ОБРАБОТКЕ****В. П. Быков**

В технологической практике при производстве стерилизованных консервов, продукции горячего копчения, кулинарных изделий применяется тепловая обработка рыбы.

При тепловой обработке в результате денатурации белков мышечной ткани отделяется мышечный сок и уменьшается масса мяса рыбы. При значительном отделении сока не только увеличиваются потери, но и ухудшается вкус рыбы, мясо ее становится сухим и жестким. Поэтому в процессе тепловой обработки рыбы необходимо добиваться полной кулинарной готовности продукта при минимальных потерях за счет отделения сока. Известно, что количество отделяющегося сока зависит от температуры и продолжительности тепловой обработки рыбы [6, 7]. Вместе с тем, можно предположить, что помимо указанных факторов на глубину изменения свойств мяса рыбы оказывает влияние то, какая рыба подвергается тепловой обработке — свежая до наступления посмертного ооченения или в состоянии посмертного ооченения, свежая или замороженная.

Об этом, в частности, свидетельствует тот факт, что при холодильной обработке рыбы в разном посмертном состоянии степень изменения свойств ее мяса отличается [1, 2, 4, 5, 9].

Влияние посмертного состояния рыбы на изменения свойств ее мяса при тепловой обработке исследовано еще недостаточно [8].

Чтобы сравнить глубину изменения свойств мяса рыбы в различных посмертных состояниях, а также свежей и замороженной рыбы при тепловой обработке, на НПС «Академик Книпович» во время восьмого рейса в Атлантический океан были проведены опыты. Для исследований использовали рыбу, выловленную в районе западного побережья Африки: ставриду (*Decapterus punctatus*), мерлузу (*Merluccius merluccius*), саблю (*Trachurius lepturus*), бесуго (*Chilodactylus Bergi*), морского угря (*Lephoccephalus conger*), пагрус (*Pagrus pagrus*).

Для оценки изменения свойств мяса рыбы определяли степень сокращения филе при варке, а в некоторых опытах также изменение массы и количество выделяющегося сока при варке мяса рыбы, закатанного в жестяную банку по методу, описанному Поттингером [10]. Степень сокращения филе при варке определяли следующим образом. Сразу после вылова рыбы с нее срезали филе. Одну половину филе варили, а другую упаковывали в полиэтиленовый пакет, выдерживали при температуре воздуха 23—25°С до тех пор, пока не наступало полное ооченение и филе не переставало сокращаться [3], после чего его также варили в течение 20 мин до полной готовности в пароварке с ложным дном, с частичным погружением в воду. Длину филе измеряли сразу после срезания с рыбы, после сокращения в результате посмертного ооченения, а также после варки и выражали степень сокращения

филе в процентах или отдельно для каждого случая, или в сумме при варке и наступлении посмертного окоченения.

Таблица 1

Степень сокращения филе при варке (в % к первоначальной длине)

Рыба	Ф и л е				
	из рыбы сразу после уоя и варки	из рыбы сразу после уоя и варки после наступления посмертного окоченения	в том числе		из рыбы в состоянии посмертного окоченения и варки
			при посмертном окоченении	при варке	
Ставрида	50	48	23	25	33
Мерлуза	40	30	22	8	14
Сабля	30	22	6	14	18
Бесуго	38	35	16	19	28
Угорь морской	42	32	14	18	21
Пагрус	42	40	18	22	27
Среднее	40,3	34,5	16,9	17,6	23,5

Из табл. 1 видно, что филе, полученное из рыбы сразу после уоя и немедленно сваренное, сокращается на 30—50%, в то время как суммарное сокращение филе, полученного из рыбы сразу после уоя и сваренного после наступления посмертного окоченения, составляет 22—48%. Из этих данных следует, что в результате варки филе до посмертного окоченения степень сокращения его несколько выше (в среднем 40,3%), чем в результате наступления посмертного окоченения и варки (в среднем 34,5%). Во втором случае указано суммарное сокращение филе под влиянием посмертного окоченения и варки.

Сокращение при посмертном окоченении составляет от 6 до 23% (в среднем 16,9%), а при варке — от 8 до 25% (в среднем 17,6%).

Сравнивали также степень сокращения при варке филе, полученного из рыбы сразу после вылова и в состоянии посмертного окоченения. При варке филе, полученного из рыбы сразу после вылова, повреждение структуры мяса было более значительным (разрыв по септам, скручивание филе и т. д.), чем при варке филе, полученного из рыбы, находящейся в состоянии посмертного окоченения.

В табл. 1 приведены результаты наблюдения при варке за степенью сокращения филе, полученного из рыбы, находящейся в состоянии посмертного окоченения, и филе, полученного из рыбы сразу после уоя до наступления посмертного окоченения.

Более резкое сокращение филе из рыбы сразу после уоя (в среднем 40,3%) может вызвать большие механические повреждения структуры мяса, чем сокращение филе из рыбы в состоянии посмертного окоченения (в среднем 23,5%). Эти данные указывают на то, что белковые системы мяса рыбы до наступления посмертного окоченения более чувствительны к тепловому воздействию и под его влиянием изменяются значительно, чем белковые системы мяса рыбы, находящиеся в состоянии посмертного окоченения.

Чтобы выявить влияние замораживания рыбы на степень сокращения ее мяса и выделение из него сока при варке, были проведены дополнительные опыты на лутянусе аяя (*Lutianus aya*), в которых учитывали выделение сока при тепловой обработке свежей и мороженой рыбы. Были отобраны две рыбы массой около 1 кг. На одной определяли степень сокращения филе при варке до наступления посмертного окоченения, а на другой — в состоянии посмертного окоченения, соответственно в свежем и мороженом виде. С первой рыбы срезали

филе, одну половину которого сразу варили, а другую замораживали, затем дефростировали и также отваривали. Со второй рыбы срезали филе после наступления посмертного ооченения, одну половину которого сразу варили, а другую — замораживали, дефростировали и отваривали. Замораживали филе на воздухе при температуре минус 13 — минус 15°С до температуры в толще тела минус 10°С, дефростировали — на воздухе при температуре 23—25°С.

Результаты наблюдения за степенью сокращения филе приведены ниже.

Характеристика состояния рыбы из которой получено филе	Степень сокращения филе, % от первоначальной длины
Свежая рыба сразу после убоя	39
Свежая рыба в состоянии посмертного ооченения	37
Среднее	38
Замороженная рыба сразу после убоя	21
Замороженная рыба в состоянии посмертного ооченения	20
Среднее	20,5

Согласно этим данным, свежая рыба сокращается при варке значительно сильнее (в среднем на 38%), чем мороженая (на 20,5%). Это объясняется тем, что белковые системы мяса замороженной рыбы менее чувствительны к тепловому воздействию в результате изменения их при замораживании и дефростации, чем свежей, мышцы которой сокращаются в результате посмертного ооченения и денатурации белков под влиянием теплового воздействия.

Для определения количества мышечного сока, выделяющегося при тепловой обработке из мяса рыбы, были отобраны пробы филе лутянуса аяя, которые закатывали в банку № 8 и варили в кипящей воде в течение 1 ч, после чего банки вскрывали, из них сливали и учитывали образовавшийся сок, количество которого выражалось в % к общему количеству содержимого банки. Для опытов отбирали пробы мяса рыбы сразу после убоя и в состоянии посмертного ооченения, свежей и замороженной, как указывалось выше.

Результаты опытов приведены ниже и показывают, что мороженая рыба независимо от посмертного состояния ее до замораживания выделяет при тепловой обработке меньше сока (13,2%), чем свежая (18,5%).

Характеристика состояния рыбы, из которой получено филе	Выделение сока, %
Свежая рыба сразу после убоя	17,4
Свежая рыба в состоянии посмертного ооченения	19,6
Среднее	18,5
Замороженная рыба сразу после убоя	11,6
Замороженная рыба в состоянии посмертного ооченения	14,8
Среднее	13,2

Таким образом, полученные данные показывают, что степень изменения свойств мяса свежей рыбы при варке в разном посмертном состоянии по сравнению с мороженой несколько отличается, и сырье

должно быть в таком состоянии, которое позволило бы получить продукт с наименьшими потерями и возможно лучшего качества.

В 10-м рейсе на НПС «Академик Книпович» были проверены полученные выводы в опытах на других видах рыб, в частности на мероу (*Epinephelis alecsandrinus*). Филе мероу отваривали не в воде, как в предшествующих опытах, а на пару и учитывали не только степень сокращения филе, но и потери его при варке. Филе варили в течение 20 мин. Температура окружающего воздуха и рыбы перед варкой была 20—21° С. Исследовали свежую рыбу до наступления посмертного окоченения и в состоянии посмертного окоченения, а также рыбу, замороженную сразу после убоя.

Как видно из табл. 2, степень сокращения филе и потери при варке у рыб, находящихся перед тепловой обработкой в разном посмертном состоянии, а также у свежей рыбы по сравнению с мороженой существенно не различаются. Так, сокращение при варке филе из свежей рыбы сразу после убоя составило 31,5%, из рыбы в состоянии посмертного окоченения — 28%, а из замороженной сразу после убоя — 28,6%. Потери при варке соответственно составили 16,7; 15,2 и 16,3%. Это указывает на особенности строения и работы мышечной системы данной рыбы, по-видимому, несколько отличные от других исследованных рыб.

Таблица 2

Результаты исследований рыбы в различных состояниях

Номер образца	Масса рыбы, г	Длина рыбы, см	Степень сокращения филе при варке, %	Уменьшение массы филе, %
Свежая рыба сразу после убоя				
1	610	32	29	20
2	510	31	29	14
3	460	27	36	20
4	580	32	32	13
Среднее			31,5	16,7
Свежая рыба в состоянии посмертного окоченения				
5	640	31,5	29	15,0
6	640	31,5	35	18,6
7	610	32,0	19	12,0
8	510	31,0	29	15,0
Среднее			28	15,2
Рыба, замороженная сразу после убоя				
9	1170	37	24	21,0
10	470	27	36	17,0
11	580	32	26	11,0
Среднее			28,6	16,3

Вместе с тем опыты на мероу подтверждают, что филе, полученное из свежей рыбы сразу после убоя ее, сокращается несколько больше, чем филе из свежей рыбы в состоянии посмертного окоченения или из замороженной рыбы.

Определяли также количество вытекающего сока при нагревании мероу в герметически закатанной банке подобно тому, как это делали

при исследовании лутянуса. Филе из мероу упаковывали в банку № 6 и стерилизовали 1 ч в кипящей воде, затем банку вскрывали, из нее сливали сок, количество которого учитывали. В соке определяли содержание плотных веществ, а также общего азота (табл. 3).

Таблица 3

Результаты исследований сока из филе мероу

Состояние рыбы перед варкой	Масса банки брутто, г	Объем выделив- шегося сока, мл	Масса содержи- мого банки нетто, г	Количес- тво сока, %	Содержа- ние плот- ных ве- ществ в соке, %	Содержа- ние азота в соке, %
Свежая						
сразу после убоя . . .	350	40	245	16,3	8,0	0,89
в состоянии посмертно- го окоченения . . .	350	43	240	17,9	8,4	0,86
Замороженная						
сразу после убоя . . .	355	48	240	20,0	8,4	0,82
в состоянии посмертно- го окоченения . . .	345	44	240	12,7	8,4	0,83

Из данных табл. 3 следует, что количество сока, выделяющегося из свежей и мороженой рыбы, в среднем практически одинаково (для мороженой 16,3%, для свежей 17,1%). Вместе с тем содержание плотных веществ в соке из свежей рыбы сразу после убоя было несколько ниже (8%) по сравнению с содержанием их в соке, полученном из свежей рыбы в состоянии полного окоченения и мороженой рыбы в двух посмертных состояниях (8,4%).

Азота содержалось больше в соке свежей рыбы, чем в соке мороженой: у свежей рыбы сразу после убоя 0,89% азота, у свежей рыбы в состоянии посмертного окоченения 0,86%, а у мороженой в соответствующих двух посмертных состояниях 0,82 и 0,83%.

Таким образом, опыты на мероу не подтвердили в полной мере закономерностей, установленных для других видов рыб, но показали, что степень изменения свойств мяса у свежей рыбы, направляемой на варку сразу после убоя, такая же или даже несколько выше, чем у свежей рыбы, направляемой на варку в состоянии посмертного окоченения, или после замораживания и дефростации в разном посмертном состоянии.

ВЫВОДЫ

1. Степень сокращения филе, полученного из рыбы сразу после вылова и немедленно сваренного, несколько выше, чем суммарная степень сокращения филе, полученного из рыбы в состоянии наступления посмертного окоченения и варки.

Степень сокращения филе, приготовленного из рыбы сразу после убоя, выше, чем степень сокращения филе, полученного из рыбы, находящейся в состоянии посмертного окоченения. Степень сокращения филе у свежей рыбы выше, чем у рыбы замороженной.

2. Выделение сока при тепловой обработке замороженной рыбы такое же, как при тепловой обработке свежей рыбы, или меньше его.

3. Содержание плотных веществ в соке, выделенном из свежей рыбы сразу после вылова, в результате варки ниже, чем в соке, выделенном при варке свежей рыбы в состоянии посмертного окоченения, или из замороженной в двух указанных посмертных состояниях. Однако содержание азота наибольшее в соке, полученном при варке свежей рыбы сразу после убоя, несколько меньше в соке, полученном при варке рыбы в состоянии посмертного окоченения и еще меньше в соке из замороженной рыбы.

4. Полученные закономерности проявляются в разной степени у рыб разных видов.

5. Установлено, что мясо свежей рыбы сразу после уоя более чувствительно к тепловому воздействию, чем мясо рыбы в состоянии посмертного окоченения или замороженное, и поэтому структура его в большей степени нарушается при варке (выше степень сокращения, больше отделения сока и т. д.), чем структура мяса, находящегося в состоянии посмертного окоченения или замороженного.

6. Тепловая обработка рыбы в состоянии посмертного окоченения или в замороженном виде предпочтительнее тепловой обработки ее сразу после уоя до наступления посмертного окоченения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быков В. П. О влиянии посмертного состояния рыбы на ее качество после замораживания и дефростации. — «Труды ВНИРО», 1962, т. XLV, с. 5—13.
2. Быков В. П. Исследование влияния некоторых факторов на качество мороженой рыбы после дефростации. — «Труды молодых ученых ВНИРО», 1964, с. 199—207.
3. Быков В. П. О посмертном сокращении мускулатуры рыб. — «Информационный сборник ВНИРО», 1966, вып. 1, с. 136—162.
4. Быков В. П. Зависимость обратимости процесса замораживания от посмертного состояния и способа дефростации рыбы. — «Труды ВНИРО», 1970, т. LXXXII, с. 36—45.
5. Головкин Н. А., Першина Л. И. Посмертные механохимические изменения и их роль при консервировании рыбы холодом. — «Труды НИКИМРП», 1961, т. 1, вып. 2, с. 5—10.
6. Armstrong I. L., Park E. W., MacLaren B. A. The effect of time and temperature of cooking on the palatability and cooking losses of frozen Atlantic codfish fillets. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 1960, Vol. 17, No 1, p. 1—7.
7. Holston I. A. Weight changes during the cooking of fish sticks. *Comm. Fish. Rev.* 1955, Vol. 17, No 4, p. 30—33.
8. Lassen S. Technological problems in the heat treatment of fish requiring more knowledge from fundamental research. *The Technology of fish Utilization.* London, Fishing News (Books) Ltd., 1965, p. 235—240.
9. Love R. M., Haraldsson S. B. The expressible fluid of fish fillets. Ice crystal formation and cell damage in cod muscle frozen before rigor mortis. *J. Sci. Fd. Agric.* 1971, Vol. 2, No 6, p. 14—16.
10. Pottinger S. R. Effect of freezing on quality of sea trout fillets, *Comm. Fish. Rev.* 1949. Vol. 11, No. 1.

THE EFFECT OF RIGOR MORTIS ON CHANGES IN THE PROPERTIES OF FISH MEAT ON HEATING

V. P. Bykov

SUMMARY

The effect of the rigor mortis and freezing of raw fish on the extent of changes in its properties upon heating has been investigated. A number of oceanic fishes have been used in the studies. The meat of fresh fish after they have been killed has been found to be more sensitive to heat than that of fish in the post-mortem or frozen state. Consequently, the heating of fish after rigor mortis has set in, or in the frozen state, is more preferable than heat processing immediately after they have been killed, prior to rigor mortis.

INFLUENCE DE L'ÉTAT POSTHUME DU POISSON SUR L'ALTERATION DES PROPRIÉTÉS DE LA CHAIR PENDANT LE TRAITEMENT THERMIQUE

V. P. Bykov

RÉSUMÉ

On étudie l'influence de l'état posthume et de la congélation du poisson sur le degré de changement de ses propriétés pendant le traitement thermique. Les essais étaient réalisés sur certains poissons de mer. On a révélé que la chair de poisson frais qui vient d'être abattu est plus sensible à l'action thermique que celle de poisson en état de rigidité morbide ou congelée. Pour cette raison le traitement thermique de poisson en état de rigidité morbide ou congelé est préférable au traitement thermique de poisson immédiatement après l'abattage et avant la rigidité morbide.