

664.951.037.5 + 664.951.037.59

ЗАВИСИМОСТЬ ОБРАТИМОСТИ ПРОЦЕССА ЗАМОРАЖИВАНИЯ
ОТ ПОСМЕРТНОГО СОСТОЯНИЯ И СПОСОБА ДЕФРОСТАЦИИ
РЫБЫ

В.П.Быков

Ранее было доказано, что на обратимость процесса замораживания оказывает влияние посмертное состояние рыбы перед замораживанием (Быков, 1962). Степень изменения свойств мяса рыбы при замораживании и дефростации зависит от того, в каком посмертном состоянии находилась рыба перед замораживанием — сразу после убоя, в состоянии окоченения или в состоянии расслабления. Наибольшим изменениям подвергается рыба, замороженная сразу после убоя. Изучение влияния процесса дефростации рыбы на обратимость процесса замораживания также показало, что для рыбы, замороженной на различных стадиях посмертного состояния, значение дефростации неодинаково с точки зрения максимально возможного предотвращения нежелательных изменений в рыбе (Быков, 1963). Наибольшее влияние дефростация оказывает на рыбу, замороженную сразу после убоя. Однако в упомянутых работах исследовалась в основном рыба (каarp) только в двух стадиях посмертного состояния: сразу после убоя и в состоянии расслабления — и лишь в одном случае (на щуке) — в трех: сразу после убоя, в состоянии полного окоченения и в состоянии расслабления.

Чтобы более полно выявить зависимость качества дефростированной рыбы от состояния свежей рыбы перед заморажи-

ванием и способа дефростации замороженной рыбы, были проведены опыты по замораживанию и дефростации рыбы на различных стадиях посмертного состояния при хранении ее в охлажденном виде в течение 9 суток.

Убитого карпа упаковывали в полиэтиленовые пакеты и помещали на хранение в холодильную камеру с температурой 0, +2°C. При закладке на хранение сразу после убоа и далее через каждые сутки из холодильника брали несколько рыб, часть которых немедленно подвергали анализу, а часть быстро замораживали до температуры минус 18-20°C и выдерживали при этой температуре три дня (для выравнивания температурного поля), после чего дефростировали и исследовали. При этом часть рыбы дефростировали в течение 50-60 мин в подогретой воде (26-30°C), а часть - медленно на воздухе при комнатной температуре (16-18°C) в течение 5,5-6 ч.

При анализе мяса свежей и замороженной дефростированной рыбы определяли рН, содержание АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты) по легкогидролизуемому фосфору (ЛГФ), растворимость актомиозина, эластичность и водоудерживающую способность (выделение сока при центрифугировании). У свежей и дефростированной рыбы определяли также угол прогиба тела (Быков, 1964).

Результаты наблюдений представлены на рис. I-6.

Состояние рыбы, подвергавшейся замораживанию и дефростации в разные дни хранения (при 0, +2°C), было следующим:

Время хранения рыбы, сутки	Состояние рыбы
0	Сразу после убоа
I-2	До наступления окоченения
3	Начало окоченения
4-5	Полное окоченение
6-9	Расслабление после окоченения

Анализ кривых, приведенных на рисунках, как и ранее полученные данные (Быков, 1962), показывает, что наибольшим изменениям при замораживании и дефростации подвергает-

ся рыба, замороженная сразу после убоя, причем на степень изменения заметно влияет продолжительность процесса дефростации рыбы.

При замораживании и дефростации рыбы сразу после убоя, большинство показателей — рН мяса, растворимость актомиозина, содержание ЛФ, эластичность мяса и угол прогиба тела — оказались такими же, как у охлажденной рыбы после 2–4 суток хранения, близкой к состоянию окоченения. Что касается такого важного показателя, как водоудерживающая способность мяса, то у дефростированной рыбы он оказался во много раз худшим, чем у охлажденной рыбы, как окоченевшей, так и в состоянии расслабления. Различие в способах, а следовательно, и в продолжительности дефростации замороженной рыбы относительно мало отразилось на растворимости актомиозина, содержании ЛФ и эластичности мяса, а также на величине угла прогиба тела дефростированной рыбы, из чего можно заключить, что изменение этих показателей обусловлено в основном процессом собственно замораживания рыбы. На величину рН мяса и его водоудерживающую способность очень заметно повлияла длительность процесса дефростации: с ускорением дефростации рН мяса повысился, приближаясь к рН мяса исходной свежей рыбы; значительно увеличилась также и водоудерживающая способность мяса рыбы.

При замораживании и дефростации рыбы в состоянии окоченения после 4–5 суток хранения, а также в состоянии расслабления после 6–9 суток хранения в охлажденном виде свойства мяса рыбы изменялись гораздо меньше, чем при замораживании и дефростации рыбы сразу после убоя. В этих случаях растворимость актомиозина, содержание ЛФ и эластичность мяса у дефростированной рыбы оказались немного меньшими, а угол прогиба тела немного большим, чем у исходной охлажденной рыбы соответствующих сроков хранения; рН мяса у дефростированной рыбы оказался на уровне, присущем свежей рыбе в состоянии расслабления (8–9 суток хранения), а водоудерживающая способность, хотя и меньшей, чем у свежей рыбы в состоянии расслабления, но все же лучшей, чем у дефростированного продукта, полученного в случае замораживания рыбы сразу после убоя. Ускорение дефростации у рыбы, замороженной в состоянии окоченения и в состоянии расслабления, улучшило ее водоудержи-

вакуумную способность, но в меньшей степени, чем у рыбы, замороженной сразу же после убоя.

Сопоставляя данные каждого из рисунков можно видеть следующее.

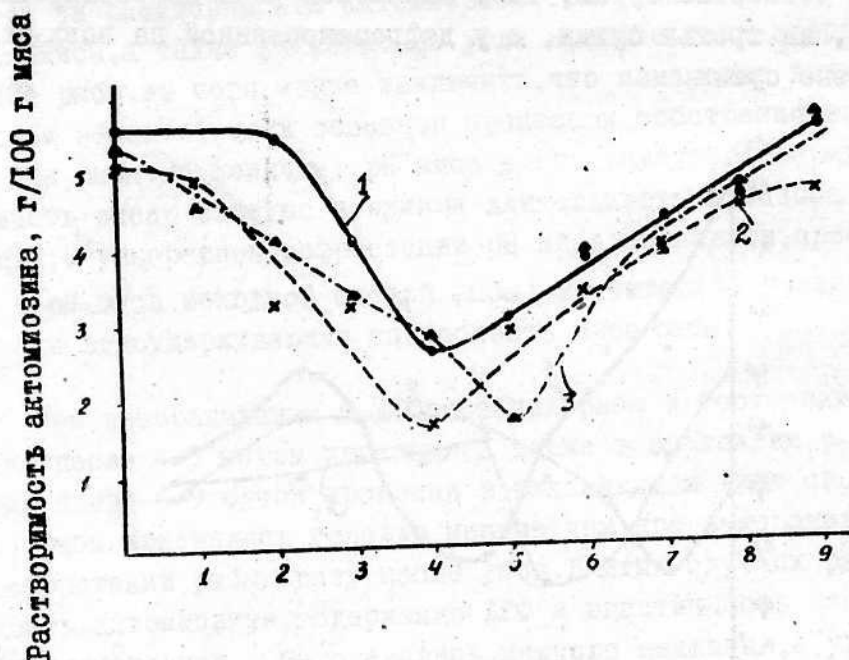
Кривые изменения рН мяса у дефростированной рыбы (рис. I) имеют такой же характер, как кривая рН мяса у свежей рыбы при хранении ее в охлажденном виде. Различие между этими кривыми состоит лишь в том, что типичный минимум, а затем подъем рН, достигаемый при околении и последующем расслаблении свежей рыбы, в кривых дефростированной рыбы сдвинут влево, причем тем сильнее, чем медленнее происходила дефростация рыбы. Если в мясе свежей рыбы минимум рН был достигнут на четвертые сутки, то у мороженой рыбы дефростированной в воде, на третьи сутки, а у дефростированной на воздухе — на первые сутки.



Рис. I. Изменение рН мяса дефростированной рыбы в зависимости от продолжительности хранения рыбы до замораживания и способа дефростации (здесь и на следующих рисунках): 1 — свежая рыба; 2 и 3 — дефростированная на воздухе и в воде.

Отсюда следует, что замораживание и дефростация сопровождается изменением рН мяса рыбы, подобным происходящему при посмертном изменении свежей рыбы. При этом существенную роль играет собственно дефростация рыбы, поскольку ускорение этого процесса замедляет изменение рН мяса рыбы.

Кривые изменения растворимости актомиозина (рис.2) в мясе дефростированной рыбы почти точно воспроизводят кривую изменения растворимости актомиозина в мясе свежей рыбы, но располагаются несколько ниже.



Время хранения рыбы до замораживания, сутки

Рис.2. Изменение растворимости актомиозина мяса дефростированной рыбы в зависимости от продолжительности хранения до замораживания и способа дефростации.

Когда у свежей рыбы (сразу после убоа и в состоянии рас-слабления) растворимость актомиозина была наибольшей, она была наибольшей и у дефростированной рыбы, а когда она до-стигала минимума у свежей рыбы (в состоянии окоченения), то была минимальной и у дефростированной рыбы. Поскольку способ дефростации рыбы очень мало отразился на величине раство-римости актомиозина, можно считать, что растворимость актомио-зина у дефростированной рыбы по сравнению со свежей понижа-ется в основном во время замораживания рыбы.

Содержание ЛФ (рис.3) в дефростированной рыбе незави-симо от исходного содержания его в свежей и способа дефро-стации во всех случаях оказалось очень незначительным, близ-ким к содержанию ЛФ у рыбы в состоянии окоченения или рас-слабления. Из этого следует, что замораживание сильно ускоря-ет распад ЛФ, чем и обуславливается понижение рН мяса рыбы при замораживании и дефростации.

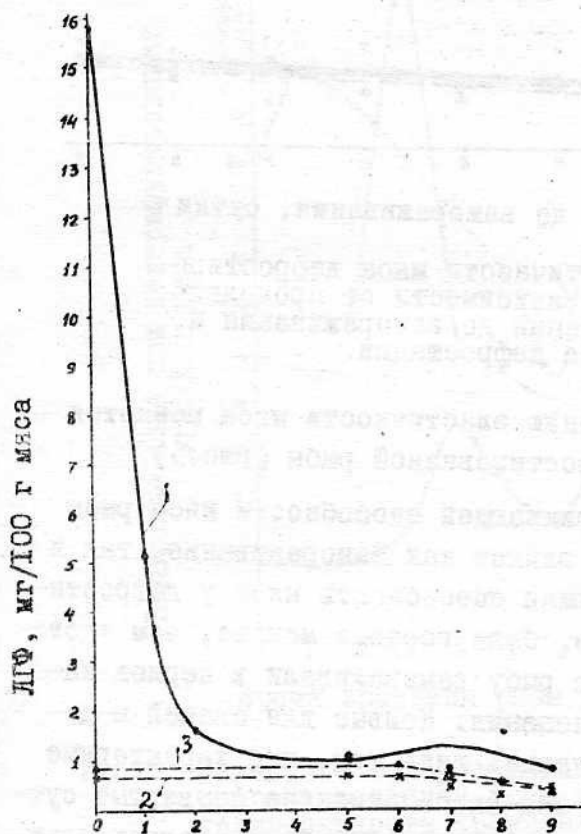


Рис.3.Изменение со-держания ЛФ в мясе дефре-стированной рыбы в зави-симости от продолжитель-ности хранения рыбы до замо-разивания и способа дефро-стации.

Время хранения рыбы до замораживания, сутки

Эластичность мяса (рис.4) резко уменьшалась, когда рыбу замораживали в период наступления окоченения, причем это уменьшение относительно мало зависело от применяемого способа дефростации. При замораживании и дефростации рыбы в состоянии окоченения и расслабления (после 3-9 суток хранения в охлажденном виде) она уменьшалась очень незначительно и в этот период линии эластичности мяса свежей и дефростированной рыбы располагались строго параллельно. Судя по кривым, замораживание вызывает очень быстрое изменение эластичности, подобное тому, которое происходит у свежей рыбы при наступлении окоченения.

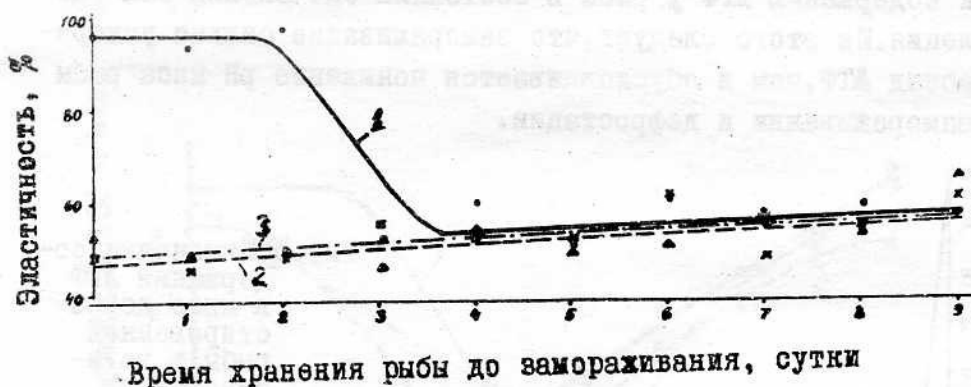


Рис.4. Изменение эластичности мяса дефростированной рыбы в зависимости от продолжительности хранения до замораживания и способа дефростации.

Соответственно изменению эластичности мяса меняется и угол прогиба тела у дефростированной рыбы (рис.5).

На изменение водоудерживающей способности мяса рыбы (рис.6) в сильной степени влияет как замораживание, так и дефростация. Водоудерживающая способность мяса у дефростированной рыбы, как правило, была гораздо меньше, чем у свежей, особенно тогда, когда рыбу замораживали в период наступления посмертного окоченения. Кривые для свежей и дефростированной рыбы различались лишь тем, что характерные для свежей рыбы пики в период окоченения (на четвертые сутки хранения) в кривых дефростированной рыбы оказались сдвинутыми влево, причем тем сильнее, чем медленнее дефростировалась рыба.



Рис. 5. Изменение угла прогиба тела рыбы в зависимости от продолжительности хранения до замораживания и способа дефростации.

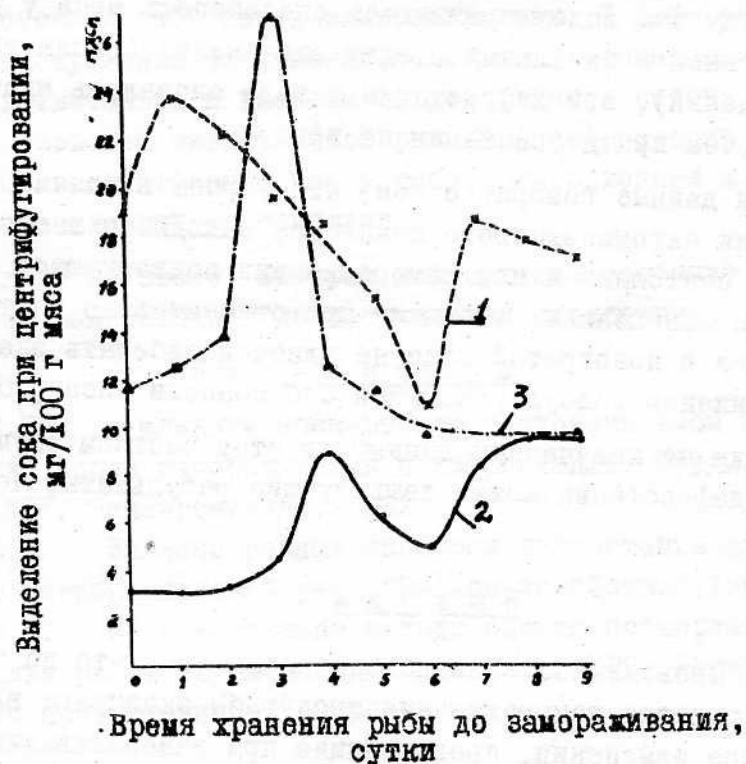


Рис. 6. Изменение водоудерживающей способности мяса дефростированной рыбы в зависимости от продолжительности хранения рыбы до замораживания и способа дефростации.

Из этого следует, что замораживание и дефростация может вызвать изменения коллоидно-химических свойств мяса, подобные тем, которые происходят при посмертных превращениях рыбы. Надо отметить, что эти изменения хотя и идут в том же направлении, что и в свежей рыбе, но гораздо глубже у замороженной и в значительной степени зависят от способа дефростации.

Следует обратить внимание на то, что водоудерживающая способность мяса у рыбы, замороженной до наступления посмертного окоченения, в состоянии полного окоченения и в состоянии расслабления (через 1-2 и 4 суток хранения и далее) при более быстрой дефростации рыбы в подогретой воде оказалась значительно выше, чем при дефростации рыбы на воздухе.

Между тем водоудерживающая способность мяса у рыбы, замороженной в начальной стадии окоченения (после трех суток хранения), при дефростации в воде оказалась значительно ниже, чем при дефростации на воздухе.

Эти данные говорят о том, что у рыбы в начале окоченения белки актомиозинового комплекса находятся в особо лабильном состоянии и при замораживании подвергаются таким глубоким изменениям, что даже при относительно быстрой дефростации в подогретой воде не удается избежать значительного снижения водоудерживающей способности мяса рыбы.

Судя по полученным данным, в этом частном случае медленная дефростация может дать лучшие результаты, чем быстрая.

В ы в о д ы

I. Проведенное исследование показало, что на обратимость процесса замораживания мяса рыбы оказывают влияние следующие изменения, происходящие при замораживании-дефростации:

а) связанные с посмертными механо-химическими процессами в мясе рыбы (распадом АТФ и сопутствующим ему изменением других свойств мяса рыбы - понижением рН, изменением состояния белков актомиозинового комплекса, уменьшением

эластичности и водоудерживающей способности). Эти изменения характерны в основном для случая замораживания рыбы сразу после изъятия из воды и вплоть до наступления посмертного окоченения и представляются практически неизбежными;

б) наступающие в результате специфического действия замораживания и дефростации на белковые системы мяса рыбы, приводящие к значительному понижению водоудерживающей способности мяса дефростированной рыбы. Эти изменения проявляются при замораживании и дефростации в любом посмертном состоянии, но все же наиболее интенсивно при замораживании и дефростации рыбы в период до наступления посмертного окоченения. Данные изменения в значительной степени зависят от применяемого способа дефростации.

2. Степень изменения свойств мяса рыбы при дефростации зависит не только от способа дефростации, но и от посмертного состояния рыбы перед замораживанием. У рыбы, замороженной до наступления окоченения, белковые системы более лабильны и чувствительны к внешним воздействиям и потому гидрофильные свойства мяса у такой рыбы при дефростации изменяются в большей степени, чем у рыбы, замороженной в состоянии окоченения или расслабления.

Исходя из этого, быстрая дефростация особенно важна для рыбы, замороженной до наступления окоченения.

Л и т е р а т у р а

Быков В.П. О влиянии посмертного состояния рыбы на ее качество после замораживания и дефростации. Труды ВНИРО. Том XIV. Пищепромиздат, 1962.

Быков В.П. Влияние разных способов дефростации на качество размораживаемой рыбы. "Рыбное хозяйство", 1963, № 5.

Быков В.П. Об объективном методе оценки посмертного состояния рыбы. Труды молодых ученых, ВНИРО. Изд-во "Пищевая промышленность", 1964.