

БИОХИМИЯ

И. А. СМОРОДИНЦЕВ и С. П. БЫСТРОВ

**ВЛИЯНИЕ ЗАМОРАЖИВАНИЯ НА НАБУХАЕМОСТЬ МЯСА**

(Представлено академиком А. А. Рихтером 15 I 1937)

Изучение способности тканей к набуханию в водных и солевых растворах представляет большой теоретический интерес при рассмотрении проблемы проницаемости тканей, проблемы всасывания питательных и лекарственных веществ, вопроса о посмертном окоченении тканей и для практики рациональной технологической переработки пищевых продуктов. Одним из наиболее распространенных и важных способов консервирования мяса является его замораживание. Руководствуясь этими соображениями, мы поставили серию опытов по изучению влияния замораживания на способность мяса к набуханию. Нам удалось установить интересную зависимость набухаемости мяса от реакции среды и длительности хранения мяса.

М е т о д и к а и с с л е д о в а н и я

Мышечная масса охлажденного бедра коровы (24—48 час. после забоя) после взятия проб для определения набухаемости незамороженного мяса разделялась на блоки весом около 1.5 кг ( $20 \times 10 \times 7.5$  см), которые замораживались в скороморозильном аппарате при  $-25^\circ \text{C}$ , упаковывались в пергамент и фольгу и хранились при  $-8^\circ$  (относительная влажность 85—90%) и при  $-12^\circ$ ,  $-18^\circ \text{C}$  (относительная влажность 90—95%) в течение 2—6 месяцев.

Определение набухаемости производилось следующим путем: поперечно к продольному ходу мышечных волокон вырезали кусочки около  $\frac{1}{2}$  см<sup>3</sup>, весом 0.7—1.0 г, взвешивали на аналитических весах и заливали в бюксах 20 объемами буфера Мак-Ильвена (McIlvaine) с меняющимся рН от 3.0 до 6.6. После 24-часового настаивания буфер сливался, кусочек осторожно обсушивался фильтровальной бумагой и взвешивался. Разница между первым и вторым весом, выраженная в процентах к исходной величине, указывала степень набухания (или потери веса). При определении набухаемости мороженого мяса из блока вышпиливалась тонкая пластинка, быстро дефростировалась между двумя слоями фильтровальной бумаги и двумя чугунными плитами весом в 5 кг при комнатной температуре. После этого из оттаявшего мяса вырезали кусочки для постановки опытов с набухаемостью в буферных растворах.

Экспериментальная часть

Средние цифры из ряда экспериментальных данных приведены в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость набухаемости мяса от рН

Реакция сред. рН	Незаморож. мясо	Свеже- заморожен- ное	Измене- ния по сравн. с свеж.	Хранившееся в заморож. состоянии					
				2 ме- сяца	Раз- ность	4 ме- сяца	Раз- ность	6 ме- сяцев	Раз- ность
	1	2		3		4		5	
3.0	+37.39%	+42.51	+5.12	+56.57	+ 9.18	+62.91	+25.5	+67.33	+29.8
3.2	+26.14	+28.63	+2.5	+31.34	+ 5.2	+35.22	+ 9.1	+36.34	+10.2
3.4	+12.8	+13.8	+1.0	+10.8	+ 2.0	+13.7	+ 0.9	+15.9	+ 3.1
3.6	- 1.5	- 2.1	-0.6	- 1.0	- 0.5	- 0.4	- 1.1	- 2.5	- 1.0
3.8	-14.6	-14.1	-0.5	-12.4	- 2.2	-15.4	- 0.8	-14.9	- 0.3
4.0	-19.5	-20.7	-1.2	-21.1	- 1.6	-21.7	- 2.2	-24.6	- 5.1
4.2	-20.5	-22.6	-2.1	-23.7	- 3.2	-25.9	- 5.4	-30.2	- 9.7
4.4	-16.1	-21.3	-5.2	-22.8	- 6.7	-28.9	-12.8	-32.9	-16.8
4.6	- 8.3	-16.5	-8.3	-18.4	-10.1	-27.0	-18.7	-33.7	-25.4
4.8	- 0.6	- 8.8	-8.2	-12.1	-11.5	-21.0	-20.4	-29.8	-29.2
5.0	+ 9.0	- 2.1	-6.9	- 5.1	-14.1	-16.3	-23.3	-21.4	-12.4
5.2	+16.6	+ 7.73	-8.9	+ 4.7	-11.9	- 6.4	-23.0	- 8.9	25.5
5.4	+22.52	+15.05	-7.47	+12.84	- 9.78	+10.28	-12.24	+ 8.11	-14.41
5.6	+27.31	+20.95	-6.36	+20.06	- 7.25	+18.98	- 8.33	+17.73	- 9.68
5.8	+31.79	+25.40	-6.39	+25.11	- 6.68	+25.44	- 6.35	+23.51	- 8.28
6.0	+35.29	+29.74	-5.53	+28.93	- 6.26	+29.71	- 5.58	+27.34	- 7.95
6.2	+38.38	+32.47	-5.91	+32.04	- 6.34	+31.27	- 7.11	+26.13	-12.25
6.4	+40.63	+35.00	-5.63	+35.23	- 5.40	+31.18	- 9.45	+24.27	-16.36
6.6	+42.71	+37.21	-5.50	+36.93	- 5.78	+29.23	-13.50	+20.44	-22.27

При рассмотрении первой колонки, мы видим в свежем охлажденном мясе отчетливо намечающийся минимум набухания, соответственно изоэлектрической точке главных белков мускульной плазмы, при рН=4.2<sup>(1)</sup>. Один из максимумов набухания расположен в щелочной стороне от изоточки при рН=6.0—6.4, а другой в сильно кислой среде при рН=3.0. Замораживание не отражается на положении минимумов набухания (рН=4.2), но интенсивность набухания при более кислых значениях рН немного увеличивается, а в щелочную сторону от изоточки уменьшается (колонка 2). После двухмесячного хранения минимум набухания остается в той же точке (рН=4.2), через 4 месяца он смещается в щелочную сторону до рН=4.4, а через 6 месяцев до рН=4.6 (колонки 4 и 5). Через два месяца увеличивается только интенсивность набухания при рН=3.0—3.2, а при рН=6.0—6.6 не меняется. При дальнейшем хранении степень набухания при рН=3.0—3.4 прогрессивно нарастает, а в зоне 6.0—6.6 постепенно уменьшается. Судя по положению изоточки, определяемому методом набухания, самый процесс замораживания не денатурирует белков мышечной плазмы и нативные белки сохраняются неизменными до 2 месяцев хранения мяса в замороженном состоянии. Смещение изоточки в щелочную сторону через 4—6 месяцев указывает на прогрессирующую денатурацию белков по мере увеличения срока хранения замороженного мяса. Данные табл. 1

хорошо иллюстрируются кривой (см. график). Кривая показывает, что в сильно кислой зоне процент набухания нарастает от охлажденного мяса к свежемороженому и еще более увеличивается с продолжительностью срока хранения. В точке минимума набухания мы отмечаем обратную картину хода кривых: постепенное падение минимума от немороженого мяса к свежемороженому и смещение точки перегиба в щелочную сторону при 4—6 месяцах хранения мяса. Эта кривая позволяет нам судить о

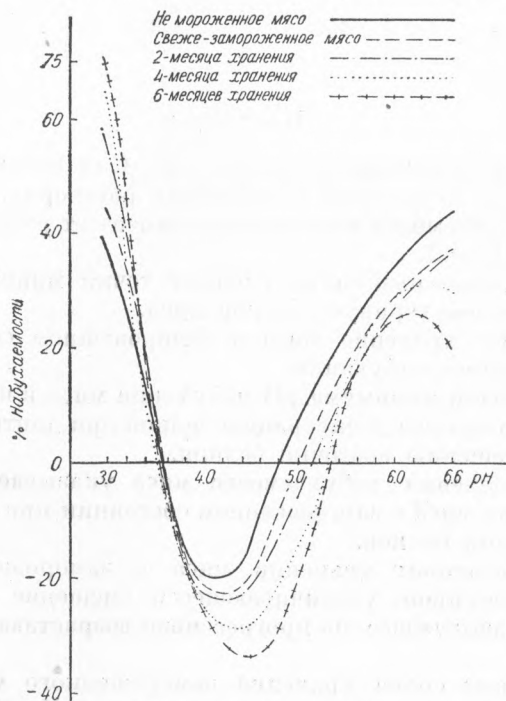


График набухаемости

причине интенсивности выделения сока: pH нормального мяса лежит в зоне 6.0—6.2, где находится максимум набухания, соответствующий минимуму выделения сока.

Так как с продолжительностью хранения pH смещается в кислую сторону, то набухаемость падает и сока должно выделяться больше. Для того чтобы проверить это положение, мы поставили такой опыт: один кусок мяса весом около 150 г мы инъецировали раствором буфера с pH = 7.0 в количестве 5% от общего веса мяса, другой кусок той же мышцы пропитали буфером с pH = 5.6, оба куска были заморожены в резиновых контейнерах в рассоле при  $-15^{\circ}\text{C}$  в течение  $1\frac{1}{2}$  час. Затем оба куска были дефростированы при  $+5^{\circ}\text{C}$  в течение 48 час. и вторично взвешены. Убыль веса показала процент потери сока (табл. 2).

Этот опыт показывает, что интенсивность набухания мяса, зависящая от pH, бесспорно влияет на количество вытекающего сока.

Весовой метод определения набухания не отличается большой степенью точности и он не позволил нам уловить разницу в набухаемости мяса во время хранения его при температуре от  $-8^{\circ}$  до  $-18^{\circ}$ . Точно так же не удалось нам установить разницы в набухаемости мяса в зависимости от острой или медленной дефростации.

Таблица 2

рН буфера	Вес мяса до заморозки в г	Вес дефростиров. мяса в г	% потери
7.0	133	129.7	2.48
5.6	148	143.2	3.24

## В ы в о д ы

1. Процесс замораживания мяса при  $-25^{\circ}\text{C}$  не оказывает влияния на способность мяса к набуханию в буферных растворах.
2. Степень набухаемости мяса сильно зависит от рН среды и достигает минимума при рН=4.2.
3. Процесс замораживания не смещает точки минимума набухания, следовательно, не денатурирует белков мяса.
4. Двухмесячное хранение мяса в замороженном состоянии не смещает точки минимума набухания.
5. Смещение точки минимума рН набухания мяса в щелочную сторону указывает на начавшуюся денатурацию белков при длительном хранении, соответственно смещению изоточки белков.
6. Метод определения набухаемости мяса указывает, что в течение 2 месяцев хранения мяса в замороженном состоянии при  $-8^{\circ}$ — $-18^{\circ}$  не происходит денатурации белков.
7. При 4—6-месячном хранении мяса в замороженном состоянии происходит прогрессивно увеличивающееся смещение точки минимума рН набухания, указывающее на прогрессивно возрастающую денатурацию белков.
8. С увеличением срока хранения замороженного мяса повышается способность его набухать в сильно кислой среде (рН=3.0—3.4) и уменьшается степень набухаемости в щелочную сторону от изоэлектрической точки при рН=6.0—6.6.
9. Чем больше набухаемость мяса, тем меньше выделение сока; количество выделяемого сока зависит, следовательно, от рН среды: при рН=7.0 выделяется меньше сока, чем при рН=5.6.

Кафедра биохимии  
Московского химико-технологического  
института мясной промышленности.

Поступило  
15 I 1937.

## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> E. Wöhlisch u. H. Srieber, ZS. f. Biol., 83, 265 (1925).