

REFRIGERATION, FREEZING AND THAWING

THE XXth EUROPEAN MEETING OF MEAT RESEARCH INSTITUTES

THE ALL-UNION RESEARCH INSTITUTE OF MEAT INDUSTRY USSR

A STUDY INTO ELASTO RESILIENT AND STRENGTH CHARACTERISTICS OF BEEF MEAT WITH REFERENCE TO ITS TENDERNESS

B.A.NICKOLAYEV, A.F.BARANOV, Yu.F.ZAYAS

SUMMARY

It was established that the elasto-resilient and strength characteristics of raw muscular tissue during stretching are determined with muscles autolysis, as well as with the quantitative and the qualitative compositions of intramuscular connective tissue; after heating they are determined with the condition of the structure of denaturated perfect muscle proteins and with the degree of changes in the intramuscular formations of the connective tissue.

To predict cooked meat consistency and to determine its tenderness by the elasto-resilient and strength properties of raw muscular tissue the following factors may be used: critical tensile stress with regard to the value of this criterium for individual basic muscles or for groups thereof; or the total elasto-resilient modulus at stretching under constant stress. To evaluate cooked meat consistency, one may apply such its parametres as ultimate tensile stress, elastic modulus and total elasto-resilient modulus.

RESUME

Il est constaté que les modalités élastiques et de solidité du tissu musculaire cru sont déterminées au cours de la distension par le stade de l'autolyse des muscles aussi bien par le contenu quantitatif et qualitatif du tissu conjonctif intramusculaire, après le traitement thermique - par l'état de la structure des protéines complètes des muscles et par le degré du changement des formations des tissus conjonctifs intramusculaires.

Pour pronostiquer la consistance et déterminer la tendreté de la viande cuite d'après les modalités élastiques et de solidité du tissu musculaire cru peuvent être utilisés: tension critique à la rupture, vu l'application des valeurs de cet indice pour des muscles ou des groupes de muscles principaux; module général d'élasticité à distension dans des conditions de la tension continue.

Pour évaluer la valeur de la consistance de la viande cuite peuvent être employés ses paramètres tels que: tension critique à la rupture, module d'élasticité et module élastique général.

DER XX. EUROPÄISCHE KONGRESS DER FLEISCHFORSCHUNGSINSTITUTE
ALLUNIONS-FORSCHUNGSINSTITUT DER FLEISCHWIRTSCHAFT DER UdSSR
UNTERSUCHUNG VON ELASTIZITÄTS- UND FESTIGKEITSEIGENSCHAFTEN DES
RINDFLEISCHES ZUR DESSEN ZARTHEITBEWERTUNG
B.A.NIKOLAJEW, A.F.BARANOW, Ju.F.ZAJAS

ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde festgestellt, daß die Elastizitäts- und Festigkeitseigenschaften des rohen Muskelgewebes bei der Ausdehnung durch den Autolysegrad der Muskel sowie durch die qualitative und quantitative Zusammensetzung des intramuskulären Bindegewebes charakterisiert werden; nach der Wärmebehandlung werden sie durch den Zustand der Struktur von denaturierten vollwertigen Muskelproteinen sowie durch den Veränderungsgrad von intramuskulären Bindegewebsbildungen bestimmt.

Zum Prognostizieren der Konsistenz und zur Bestimmung der Zartheit des gekochten Fleisches nach den Elastizitäts- und Festigkeitseigenschaften des rohen Muskelgewebes können die ZerreiBspannung mit Berücksichtigung der Werte dieses Merkmals für einzelne Hauptmuskeln oder deren Gruppen sowie der allgemeine Elastizitätsmodul bei der Ausdehnung unter konstanter Spannung angewandt werden. Zur Bewertung der Konsistenz des gekochten Fleisches können solche dessen Kennwerte wie ZerreiBspannung, Dehnbarkeitsmodul und allgemeiner Elastizitätsmodul ausgenutzt werden.

XX ЕВРОПЕЙСКИЙ КОНГРЕСС РАБОТНИКОВ НИИ МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
ИССЛЕДОВАНИЕ УПРУГО-ЭЛАСТИЧНЫХ И ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ГОВЯДИНЫ
ОЦЕНКИ ЕЕ НЕЖНОСТИ
Б.А.НИКОЛАЕВ, А.Ф.БАРАНОВ, Ю.Ф.ЗАЯС

АННОТАЦИЯ

Установлено, что упруго-эластичные и прочностные свойства сырой мышечной ткани при растяжении определяются стадией автолиза мускулов, а также количественным и качественным составом внутримышечной соединительной ткани; после тепловой обработки - состоянием структуры денатурированных полноценных мышечных белков и степенью изменения внутримышечных соединительнотканых образований.

Для прогнозирования консистенции и определения нежности вареного мяса по упруго-эластичным и прочностным свойствам сырой мышечной ткани могут применяться: критическое напряжение при разрыве, с учетом значения величин этого показателя для отдельных основных мышц или их групп; общий упруго-эластичный модуль при растяжении в условиях постоянного напряжения.

Для оценки консистенции вареного мяса могут применяться также его параметры, как критическое напряжение при разрыве, модуль эластичности и общий упруго-эластичный модуль.

REFRIGERATION, FREEZING AND THAWING

Консистенция говядины-наиболее важный показатель ее качества. Для объективного определения нежности мяса наиболее широко используется метод резания. Однако, этот метод подвергается существенной критике из-за большого количества факторов, влияющих на результаты определения /3, 4/.

Интегральный метод резания применяют обычно в условиях больших скоростей деформаций, не позволяющих развиваться в полной мере упруго-эластичным и пластичным деформациям тканей мышц. Учитывая естественную волокнистую структуру мышечной ткани мяса, наиболее целесообразно определять консистенцию мяса методом растяжения при малых скоростях деформации /1, 2/.

Положительной чертой этого метода является возможность получения различных физических характеристик, предопределяющих сенсорную оценку консистенции мяса /7/.

При исследовании нежности говядины методом растяжения нами применялись тензометрические приборы с автоматической записью процессов деформации, позволяющие получать параметры растяжения в условиях малых постоянных скоростей деформации - 0,06 мм/сек. (зависимость P/ϵ) и в условиях постоянного напряжения при деформации образцов на 40-50% и времени приложения нагрузки - 2 мин. (зависимость ϵ/τ).

Исследовали длиннейшую мышцу спины (на участке 8-12 грудных позвонков), полусухожильную (средний участок мышцы) и трапециевидную (грудной отдел мышцы) от туш крупного рогатого скота холмогорской породы. Образцы отбирали от 6 коров (5-6 лет) и 6 телок (14-15 мес.) и перед испытаниями выдерживали 48 час. при 2-4°C.

Из каждой мышцы вдоль волокон вырезали по шаблону 10 образцов рабочей длиной 10 мм и площадью поперечного сечения 5x2 мм. Такого же размера вырезали образцы из мышечной ткани, подвергнутой варке в воде до температуры внутри мышцы 80°C.

Все испытания проводились при температуре исследуемых образцов 20°C.

По данным кривых (рис. 1) зависимости P/ϵ рассчитывали модуль упругости растяжения E начального участка упругой области и действительного напряжения разрыва ϵ/τ по формулам:

$$E = \frac{P_0 \cdot l}{S \cdot \Delta l_y}; \quad \epsilon/\tau = \frac{V \cdot V}{l + \Delta l_p}$$

- где P_0 - растягивающее усилие в упругой области;
 P_p - усилие разрыва;
 l - первоначальная длина образца;
 Δl_y - абсолютная деформация в упругой области;
 Δl_p - абсолютная деформация до разрыва;
 S - площадь поперечного сечения образца;
 V - объем рабочей части образца.

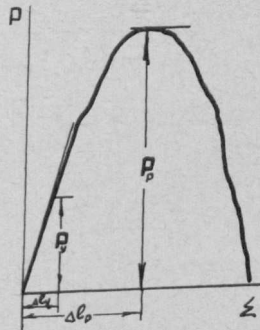


Рис. 1. Форма и обработка кривых зависимости P/ϵ

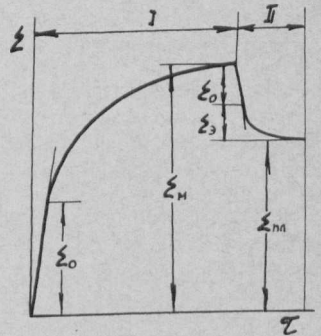


Рис. 2. Форма и обработка кривых зависимости ϵ/τ :
 I-Загрузка; II-Разгрузка

Используя данные (рис. 2) зависимости ϵ/τ по величинам упругих и эластичных деформаций загруженной и разгруженной структуры, вычисляли: условно-мгновенный модуль упругости E_1 , модуль эластичности E_2 , а также общий упруго-эластичный модуль E/I .

Параллельно лезвию, расположенным под углом 45° и движущимся со скоростью 0,25 мм/сек., устанавливали напряжение среза поперек волокон образцов мяса, площадью поперечного сечения 5x5 мм. Напряжения среза определяли как отношение нагрузки в точке максимального подъема кривой к площади поперечного сечения образца.

Органолептическую оценку нежности мышечных тканей вареного мяса проводили по 5-балльной шкале.

Результаты исследования химического состава мышечной ткани мускулов показали их качественную неоднородность. В пределах каждой возрастной группы особенно заметны различия в количестве и составе внутримышечной соединительной ткани. Мышечная ткань молодняка и взрослого скота существенно отличалась по содержанию внутримышечного жира, эластина и степени развариваемости мяса.

В процессе испытаний механических свойств тканей исследуемых мускулов методом растяжения было установлено, что упруго-эластичные и прочностные свойства сырой мышечной ткани определяются, в основном, содержанием и качественным состоянием мышечной и соединительной тканей. Для вареной мышечной ткани эти свойства определяются состоянием белковой структуры денатурированных мышечных волокон и степенью изменения внутримышечных соединительнотканых образований.

По результатам измерений физических параметров сырого и вареного мяса 3 различных мышц и органолептической оценке нежности вареного мяса были вычислены коэффициенты корреляции, которые приводятся в табл. 1 (для зависимости P/ϵ) и в табл. 2 (для зависимости ϵ/τ). На рис. 3, 4 и 5 показано графическое сравнение параметров растяжения, имеющих наибольшую силу корреляционной связи с органолептической оценкой нежности мяса и напряжением сдвига.

Из табл. 1 видно, что для сырого мяса наибольшие значения коэффициентов корреляции отмечаются между нежностью и напряжением разрыва. В то же время, как видно из рис. 3а и значения коэффициентов корреляции для вареного мяса, корреляционная связь между органолептической оценкой нежности вареного мяса и напряжением разрыва сы-

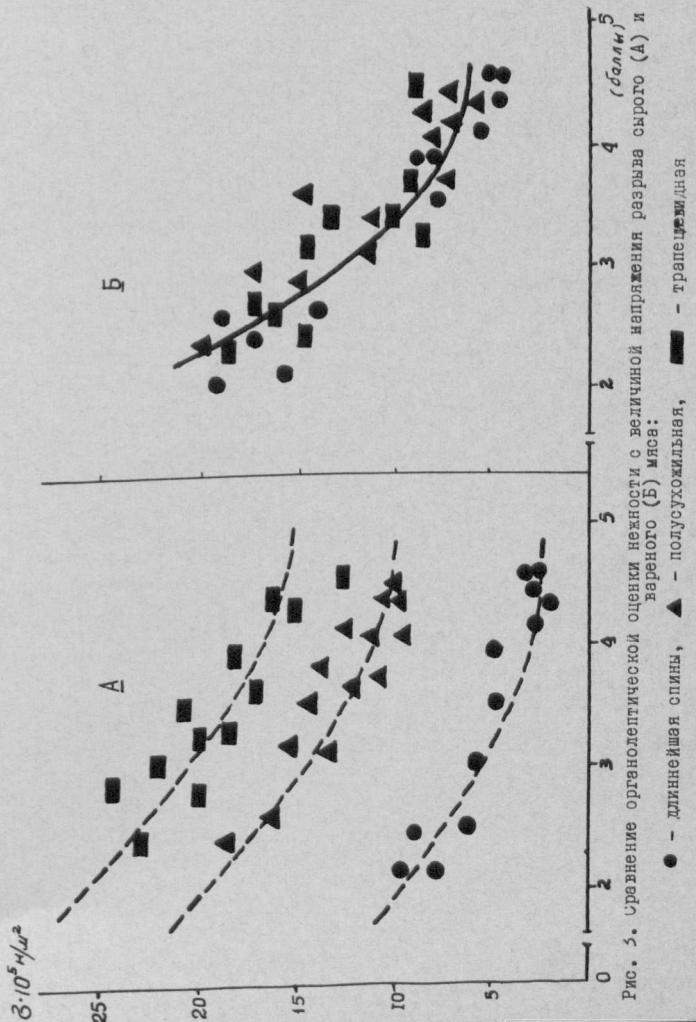


Рис. 3. Сравнение органолептической оценки нежности с величиной напряжения разрыва сырого (А) и вареного (Б) мяса:
 ● - длиннейшая спина, ▲ - полусухожильная, ■ - трапециевидная

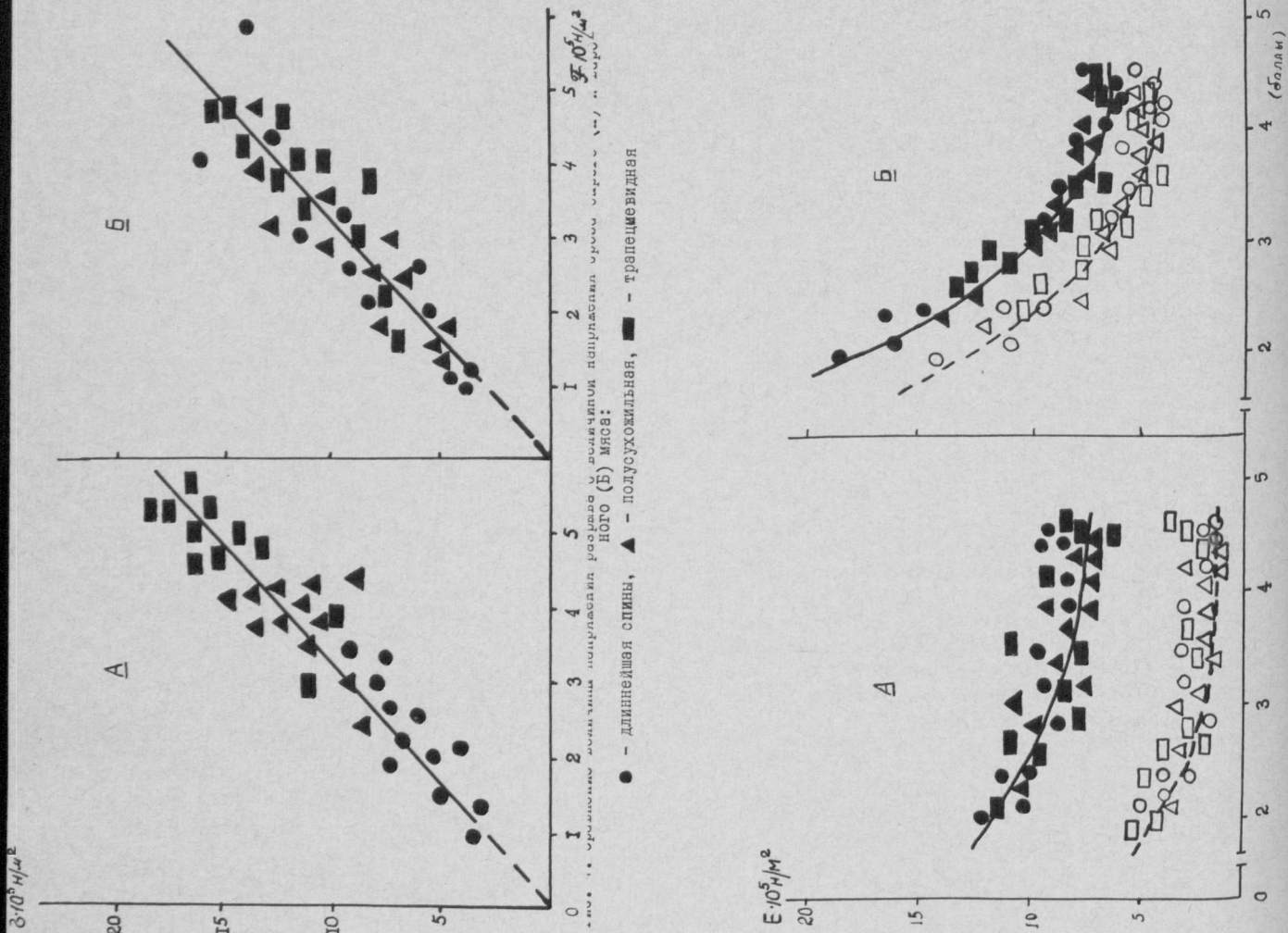


Рис. 5. Сравнение органолептической оценки нежности с величиной модуля упруго-эластичного модуля сырого (А) и вареного (Б) мяса: ● - длинная спина, ▲ - полусухожильная, ■ - трапецевидная.

рого носит ярко выраженный дифференцированный характер. Это выражается в наличии различных уровней значений напряжений разрыва мышечной ткани отдельных мышц вследствие разной прочности, мышечной ткани отдельных мускулов, зависящей как от их структуры, так и от содержания внутримышечной соединительной ткани.

Сравнивая величины коэффициентов корреляции (табл. I) между упруго-прочностными параметрами растяжения и напряжения среза, видно, что напряжение среза более тесно связано с прочностными, чем с упругими свойствами мышечной ткани, и эта связь имеет прямолинейный характер (рис. 4).

Для вареного мяса отмечается тесная отрицательная корреляционная связь между нежностью мяса и упруго-прочностными параметрами растяжения, между нежностью и напряжением среза, а также тесная положительная связь между напряжением разрыва и напряжением среза (рис. 4).

Во всех случаях отмечаются более высокие значения коэффициентов корреляции для вареного мяса, чем для сырого.

Дифференцированные зоны, при сравнении нежности мышечной ткани отдельных мышц и напряжений разрыва, отсутствуют (рис. 3б). Данное обстоятельство объясняется нивелированием прочности структуры отдельных мышц (вареного мяса) за счет гидротермической деструкции соединительной ткани.

Приведенные в табл. 2 коэффициенты корреляции между органолептической оценкой нежности мышечной ткани отдельных мышц, напряжением среза и упруго-эластичными параметрами растяжения показывают, что для сырого мяса наибольшие значения коэффициента отмечаются между нежностью вареного мяса и значениями модулей эластичности и общего упруго-эластичного модуля сырого мяса (рис. 5). Между напряжением среза и упруго-эластичными параметрами растяжения сырого мяса корреляционная связь слабая, что объясняется существенным различием в скоростях деформации при растяжении и резании. При сравнительно большой скорости деформации резания упруго-эластичные свойства сырой мышечной ткани отдельных мускулов нивелируются.

Для вареной мышечной ткани тесная отрицательная корреляционная связь обнаружена между органолептической оценкой нежности и значениями общего упруго-эластичного модуля. Положительная корреляционная связь между напряжением среза и упруго-эластичными пара-

Таблица I

Коэффициенты корреляции между органолептической оценкой нежности мышечной ткани отдельных мышц, напряжением среза и упруго-прочностными параметрами растяжения при зависимости R/E

Мышцы	Сырое мясо		Вареное мясо		
	Модуль упругости	Напряжение разрыва	Напряжение среза	Модуль упругости	Напряжение среза
Длиннейшая мышца спины	-0,51	-0,73	-0,76	-0,89 ^x	-0,70
Полусухожильная	-0,40	-0,62	-0,74	-0,77 ^x	-0,80 ^x
Трапецевидная	-0,41	-0,59	-0,66	-0,76	-0,74
Общее для всех мышц	-0,35	-0,23	-0,74	-0,79 ^x	-0,76
Напряжение среза					
Длиннейшая мышца спины	0,39	0,71	0,52	0,82	-
Полусухожильная	0,29	0,69	0,61	0,77	-
Трапецевидная	0,17	0,65	0,59	0,81	-
Общее для всех мышц	0,43	0,70	0,63	0,86 ^x	-

$R < 0,05$
 $x^p < 0,01$

REFRIGERATION, FREEZING AND THAWING

Т а с л и ц а 2
Коэффициенты корреляции между органолептической оценкой нежности мышечной ткани мышц, напряжением среза и упруго-эластичными параметрами растяжения при зависимости ϵ/ϵ_1

Мышцы	Коэффициенты корреляции						
	Сырое мясо			Вареное мясо			
	E_1 при за- грузке	E_2 при раз- грузке	E при за- грузке	E_1 при за- грузке	E_2 при раз- грузке	E при за- грузке	
Длиннейшая мышца спины	-0,58	-0,22	-0,89 ^x	-0,74	-0,70	-0,31	
Полусухожильная	-0,56	-0,39	-0,73	-0,71	-0,59	-0,28	
Трепещевидная	-0,55	-0,27	-0,41	-0,67	-0,63	-0,55	
Общее для всех мышц	-0,58	-0,45	-0,61	-0,79 ^x	-0,38	-0,63	
		Нежность (по органолептической оценке)					
Длиннейшая мышца спины	0,38	0,37	0,67	0,57	0,39	0,62	
Полусухожильная	0,42	0,33	0,51	0,11	0,41	0,63	
Трепещевидная	0,39	0,33	0,41	-0,09	0,15	0,61	
Общее для всех	0,32	-0,33	-0,14	-0,22	-0,14	0,40	
		Напряжение среза					
Длиннейшая мышца спины						0,74	
Полусухожильная						0,58	
Трепещевидная						0,67	
Общее для всех						0,37	

$P < 0,05$
 $x^p < 0,01$

метрами растяжения у вареного мяса значительно выше, чем у сырого, и может быть охарактеризована как средняя.

Приведенные в табл. 1 и 2 значения коэффициентов корреляции между органолептической оценкой консистенции мяса говядины, напряжением среза и упруго-эластичными и прочностными параметрами растяжения оказались несколько меньшими, чем результаты исследований зарубежных авторов, полученных на приборах типа "Инстрон", но в основных чертах согласуются с ними /6, 8/. В то же время нельзя согласиться с утверждением /8/, что хорошая оценка вареного мяса может быть получена по величине разрывного усилия сырой мышечной ткани. Это справедливо лишь для отдельных видов мышц или их групп.

В В О Д Ы

1. Результаты проведенного исследования показывают, что для оценки консистенции и определения нежности вареного мяса по упруго-эластичным и прочностным свойствам сырой мышечной ткани могут применяться: а) критическое напряжение при разрыве, с учетом значения величин этого показателя для отдельных основных мышц или их групп; б) общий упруго-эластичный модуль при растяжении в условиях постоянного напряжения.

2. Для оценки консистенции вареного мяса могут применяться такие его параметры растяжения, как критическое напряжение при разрыве, модуль эластичности и общий упруго-эластичный модуль.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Николаев Б.А. Измерение структурно-механических свойств пищевых продуктов. "Экономика", М., 1964.
2. Николаев Б.А., Баранов А.Ф. Исследование структурно-механических свойств мяса методом растяжения (предварительное сообщение). "Мясная индустрия СССР", 12, 1971, 29-31.
3. Рогов И.А., Горбатов А.В. Новые физические методы обработки мясopодуKтов. М., "Пищевая промышленность", 1966.
4. Szozesniak A.S., Torgenson K.W. Methods of meat texture measurement viewed from background of factors affecting tenderness. "Adv. in Food Res.", 1965, 14, 33.

5. Bouton P.E. et al. A comparison of some objective methods used to assess meat tenderness. "Food Sci.", 1972, 37, 218.
6. Stanley D.W. et al. Evaluation of certain physical properties of meat using a Universal Testing Machine. "Food Sci.", 1971, 36, 256.
7. Stanley et al. Predicting meat tenderness from muscle tensile properties. "Texture Studies", 1972, 3, 51.