

Х

ЕВРОПЕЙСКИЙ КОНГРЕСС РАБОТНИКОВ
И И МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

th EUROPEAN CONGRESS
OF MEAT RESEARCH INSTITUTES

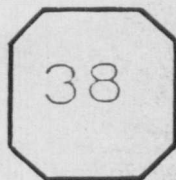
ter EUROPÄISCHER KONGREß
DER FLEISCHFORSCHUNGSINSTITUTE

ème CONGRES EUROPEEN
DES INSTITUTS DE RECHERCHES
SUR LES VIANDES

А.А. Соколов, А.С. Большаков,
А.К. Фомин, Мохаммед Самир Эльдашлуты

К ВОПРОСУ ОБ АВТОЛИТИЧЕСКИХ
ИЗМЕНЕНИЯХ МЯСА

.N



МОСКВА 1963г.

42

THE MOSCOW TECHNOLOGICAL INSTITUTE
OF MEAT AND DAIRY INDUSTRIES

U S S R

ON THE AUTOLYTIC CHANGES OF MEAT

Sokolov A.A., Prof.; Bolshakov A.S., Doc.;
Fomin A.K. and Mohammed Samir Eldashluty, Engs.

S U M M A R Y

There have been studied changes of histological structure, pH value and mechanical strength of the longissimus dorsi muscle of sheep and goats and pigs during autolysis.

As a characteristic of strength we chose an extreme strain, which was determined by the apparatus designed by Bolshakov A.S., Fomin A.K. and Demyanovsky V.V.

On the basis of analyses of the total data obtained, there has been formed a hypothesis explaining the peculiarities of muscle tissue changes during autolysis.

Muscle fibres complicated deformations during autolysis result from the irregular contraction of the adjacent bundles and fibres. The most deformed fibres are least contracted. It has been shown that the contracting and loosening of bundles and fibres occur irregularly (in time). At the highest stage of rigor, the maximum number of muscle fibres are contracted at most.

The suggestion has been substantiated that the so-called fibres "breaks" occurring during meat ageing are consequences of the process of histological sections preparation.

MOSKAUER TECHNOLOGISCHES INSTITUT
FÜR FLEISCH- UND MILCHWIRTSCHAFT

U d S S R

ZUR FRAGE DER AUTOLYTISCHEN VERÄNDERUNGEN IM FLEISCH
Prof. A.A.Sokolow, Doz. A.S.Bolschakow, Ing.A.K.Fomin,
Ing. Mohammed Samir Eldaschluty

Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Veränderungen der histologischen Struktur, der physikalischen Werte und der mechanischen Festigkeit von M.Longissimus dorsalis beim Kleinvieh und Schwein während der Autolyse wurden studiert.

Als Festigkeitscharakteristik wurde die Grenzspannung der Verschiebung gewählt, die mittels der von A.S.Bolschakow, A.K.Fomin und W.W.Demjanowsky konstruierten Vorrichtung bestimmt worden war.

Auf Grund der Auswertung von ermittelten Befunden wurde eine Hypothese entwickelt, die die Natur der Muskelgewebeveränderungen bei der Autolyse zu deuten erlaubt.

Die komplizierten Deformationen der Muskelfasern während der Fleischautolyse rühren von der Unregelmäßigkeit der Kontraktion der nebeneinanderliegenden Bündel und Fasern her. Die am meisten deformierten Fasern sind am wenigsten kontrahiert. Es wurde bewiesen, daß der Eintritt der Bündel und Fasern in den Kontraktionszustand und der Austritt daraus ungleichmäßig hinsichtlich der Zeit erfolgen. Während der stärksten Totenstarre finden wir die maximale Menge von Muskelfasern im Zustand der maximalen Kontraktion vor.

Es wurde begründet, daß die so genannten "Faserserreisungen", die während der Fleischreifung auftreten, Artefakte der Herstellung von histologischen Schnitten darstellen.

43

Московский технологический институт мясной и
молочной промышленности. СССР

К ВОПРОСУ ОБ АВТОЛИТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ МЯСА

Проф. А.А.Соколов, доц. А.С.Большаков,
инженеры А.К.Фомин и Мохаммед Самир Эльдашлуты

АННОТАЦИЯ

Изучены изменения гистологической структуры, pH и механической прочности длинной спинной мышцы мелкого рогатого скота и свиней при автолизе.

В качестве характеристики прочности было выбрано предельное напряжение сдвига, определявшееся на приборе, сконструированном А.С.Большаковым, А.К.Фоминым и В.В.Демьяновским.

На основании анализа совокупности полученных данных развита гипотеза, объясняющая особенности изменений мышечной ткани при автолизе.

Сложные деформации мышечных волокон при автолизе мяса являются результатом неравномерности сокращения расположенных рядом пучков и волокон. Наиболее деформированные волокна наименее сокращены. Показано, что переход пучков и волокон в сокращенное состояние и выход их из него протекает неравномерно по времени. При наиболее полном развитии окоченения максимальное число волокон мышцы находится в состоянии максимального сокращения.

Обосновано предположение, что так называемые "разрывы" волокон, появляющиеся в ходе созревания мяса, являются следствием процесса изготовления гистологических срезов.

44

Московский технологический институт мясной и
молочной промышленности. СССР

К ВОПРОСУ ОБ АВТОЛИТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ МЯСА

Проф. А.А.Соколов, доц. А.С.Большаков,
инженеры А.К.Фомин и Мохаммед Самир Эльдашлуты

Метод гистологического исследования состояния мышечной ткани является важным вспомогательным средством воспроизведения общей картины хода автолитических изменений мяса. Этому вопросу в последнее время было посвящено довольно много исследований (1-7).

Результаты этих исследований дают в общем сходную динамику изменений состояния мышечных волокон: развитие, а затем почти полное исчезновение сложных деформаций (изгибания, извивов и т.д.) мышечных волокон, при этом наиболее интенсивно деформации выражены между 6 и 12 час. после убоя (при 0°). По истечении 4 суток или позже на микропрепаратах обнаруживаются поперечные "разрывы" мышечных волокон. Деформированные волокна обнаруживаются и вскоре после убоя и спустя длительное время после него (через 10-14 суток).

Однако истолкование этих явлений и практические выводы, основанные на этом истолковании, оказались мало обоснованными. Возникновение сложных деформаций в большинстве случаев интерпретируется как прямой признак сокращенного состояния волокна ("узлы" и "волны" сокращения), появление "разрывов" волокон на микропрепаратах объясняют либо как следствие ферментативного разрушения, либо как следствие действия

45
дало сходную картину. Но напряжение сдвига имело лучшую воспроизводимость и дало более отчетливые результаты.

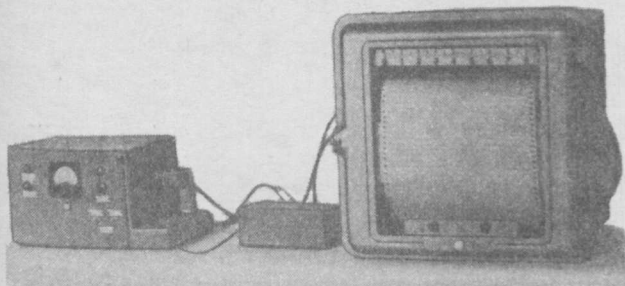


Рис. 1

Результаты исследования

Мясо мелкого рогатого скота (длиннейшая спинная мышца). На рис. 2 воспроизведена диаграмма изменений



Рис. 2

величины рН и напряжения сдвига по мере развития автолиза. Величина напряжения сдвига дана в $\text{кг}/\text{см}^2$. Характер изменения кривых на диаграмме дает основание полагать, что полное развитие окоченения наступило между 18 и 24 часами после убоя, когда эти показатели достигли экстремального значения.

На рис. 3а и 3б даны микрофотографии двух участков мышечной ткани сразу после убоя животного. Рис. 3а

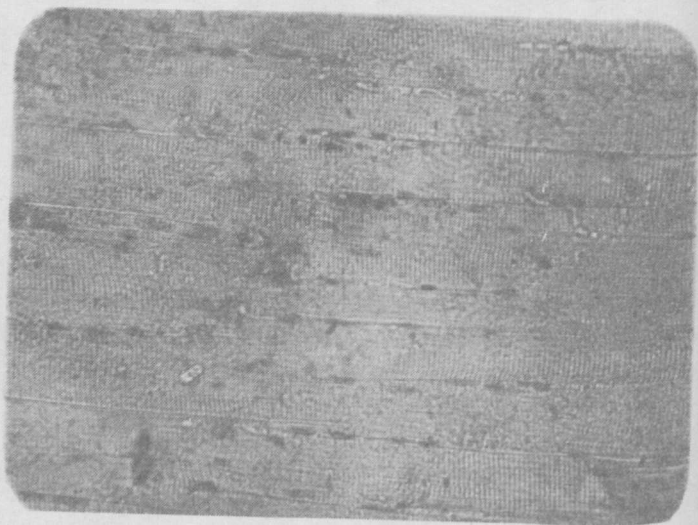


Рис. 3а

является доказательством расслабленного состояния мышечных волокон. На рис. 3б отчетливо видна начавшаяся деформация волокон, которую следует расценивать как косвенный признак начала сокращения.

Сопоставление микрофотографий друг с другом позволяет сделать вывод о том, что переход волокон в сокращенное состояние даже в одной мышце начинается неравномерно. Это вполне естественно, так как сокращение в данном случае происходит спонтанно, без импульса со стороны нервной системы. Ход сокращения зависит от условий, в которых находятся волокна, предубойного

46

состояния участка мышцы, температуры, характера действия гравитационных сил и т.д.

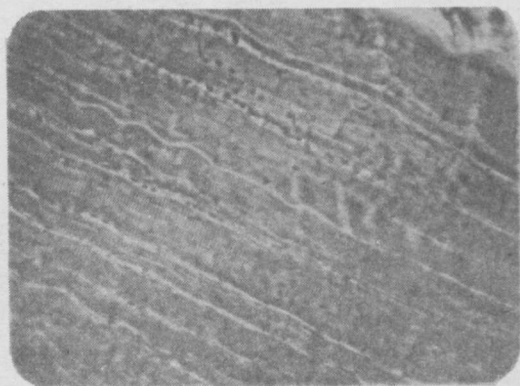


Рис. 36

Подтверждением неравномерности перехода в сокращенное состояние отдельных мышечных пучков и волокон является факт обнаружения фибрилл, находящихся на разных стадиях сокращения вскоре после убоя и спустя 4-8 суток после убоя. Фотографированием в электронном микроскопе в указанные сроки удалось обнаружить структуры фибрилл, саркомер которых сокращен до 75% от начальной. Наименее вероятным было бы предполагать, что какое-либо одно волокно или группа волокон сохраняют сокращенное состояние в течение столь длительного времени. Ближе к истине предположение об асинхронном характере перехода волокон и пучков в сокращенное состояние и выхода их из этого состояния.

Неравномерность этого процесса частично распространяется даже на отдельные фибриллы одного и того же волокна. На рис. 4 приведена микрофотография тонкой структуры мышечного волокна, на которой часть миофибрилл (1) сокращена сильнее, а другая (2) меньше (увеличено в 5000 раз).

Таким образом, с достаточным основанием можно полагать, что интенсивность развития посмертного окончания определяется не только и не столько средней



Рис. 4

скоростью развития химических явлений, сколько нарастанием числа пучков и волокон, находящихся в стадии максимального сокращения.

Максимум развития окоченения отвечает максимальному количеству пучков и волокон мышцы, находящихся в стадии сокращения. Численные значения общих характеристик хода автолиза следует рассматривать лишь как среднестатистические величины.

На рис. 5 представлены микрофотографии участков мышечной ткани, полученные спустя 12 (рис. 5а) и 24 часа (рис. 5б) после убоя. Отчетливо видно, что интенсивность деформации волокон на более ранней стадии автолиза больше. Состоянию окоченения, таким образом, отвечает гистологическая структура с менее деформированными волокнами. Это обстоятельство свидетельствует против предположения о том, что сложная деформация волокон является прямым признаком их сокращенного состояния. Что недеформированные волокна, обнаруживаемые через 24 часа после убоя, в действительности в какой-то мере сокращены, подтверждается увеличением их диаметра: если диаметр волокон сразу после убоя находится в границах 23–30 мк, то спустя 24 часа – в границах 37–43 мк.

Неравномерность развития сложной деформации, а значит и перехода волокон и пучков в сокращенное состояние, больше в том случае, если мышцы подвер-

47

гаются действию гравитационных сил, которые, естественно, распределяются неравномерно. Об этом наглядно свидетельствуют микрофотографии участков мышечной ткани, выполненные через 12-24 часа после убоя: рис. 5а для мяса, хранившегося в подвешенном состоянии, рис. 5б для мяса, хранившегося в не подвешенном состоянии. Этот факт вполне согласуется с тем, что в мясе, отделенном от туши, автолиз протекает с некоторыми особенностями.



Рис. 5а

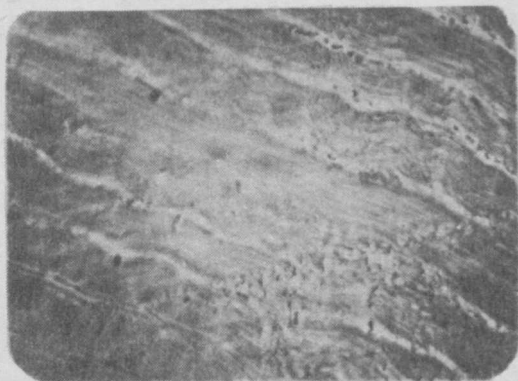


Рис. 5б

Весьма существенное практическое значение имеет объяснение образования так называемых поперечных "разрывов" мышечных волокон, обнаруживаемых на гистологических препаратах после нескольких суток автолиза мяса. Такие "разрывы" нами были также обнаружены. Об их характере можно судить по микрофотографии, полученной после 8 суток автолиза мяса, хранившегося в подвешенном состоянии (рис. 6). Подоб-



Рис. 6

ных "разрывов" в тканях мяса, хранившегося не в подвешенном состоянии, нами не было обнаружено даже после 10-14 суток хранения. Это обстоятельство свидетельствует против предположения о ферментативном происхождении таких "разрывов". Однако оно не может служить и доказательством того, что "разрывы" образуются под действием силы тяжести, поскольку на одном волокне обнаруживается более одного "разрыва".

Тщательный анализ характера "разрывов", особенностей их расположения и структуры волокна вблизи границы "разрывов" показал, что они являются артефактами процесса изготовления срезов, возникающими вследствие срезания микротомом отдельных деформированных участков волокна. В этом нет ничего удивительного, если учесть, что величина изгибов на деформированных

48

участках во много раз превышает толщину среза. Отсутствие таких артефактов на препаратах из мяса, не подвергавшегося действию силы тяжести, объясняется, по-видимому, тем, что сокращение и расслабление волокон в этом случае происходит более равномерно по времени.

Свиное мясо (длиннейшая спинная мышца). На графике (рис. 7) приведены кривые изменения величины pH и

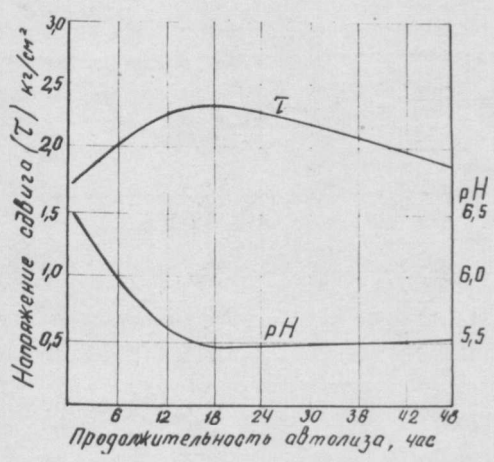


Рис. 7

напряжения сдвига после обработки данных методом математической статистики.

Обе кривые имеют точки перегиба примерно к восемнадцатому часу автолиза. Это означает, что к этому времени развитие посмертного окоченения достигло максимума.

На рис. 8 приведена микрофотография участка мышечной ткани, полученная через 12 час. автолиза, т.е. до наступления окоченения. Тем не менее уже к этому времени обнаруживается резко выраженная сложная деформация волокон, более интенсивная, чем в последующем.

Эта микрофотография весьма показательна, как сви-

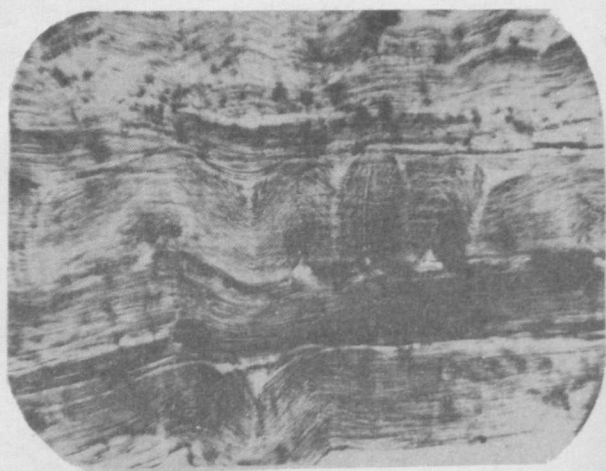


Рис. 8

детельство асинхронности сокращения даже рядом расположенных волокон: одно из них почти не деформировано и на большей своей части сохранило прямолинейную форму, в то время как соседнее волокно имеет сложную извитую форму. Совершенно очевидно, что это деформированное волокно сокращено в значительной степени меньше, чем первое.

ВЫВОДЫ

1. Метод определения напряжения сдвига дает отчетливое представление об изменении механической прочности мышечных волокон в ходе автолиза.
2. Сложные деформации мышечных волокон при автолизе мяса являются результатом неравномерности сокращения рядом расположенных пучков и волокон. Наиболее деформированные волокна наименее сокращены.
3. Переход пучков и волокон в сокращенное состояние и их выход из него протекает неравномерно по времени. Наиболее полному развитию окоченения отвечает максимальное число волокон мышцы, находящихся в состоянии максимального сокращения.
4. Так называемые "разрывы" волокон, появляющиеся в ходе созревания мяса, являются артефактами процесса изготовления гистологических срезов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адуцкевич В.А. Каталог гистологических изменений мяса при созревании, УШ Европейский конгресс работников НИИ мясной промышленности, М., 1962.
2. Соловьев В.И. и др. Тр.ВНИИМПа, вып.XIУ, 1962.
3. P a u l R. et al. "Food res.", 3, 1944.
4. R a m s b o t t o n T.M., S t r a n d l i E.T., "J. animal. sci.", 8, 1949.
5. D o r o t h y L. et al. "Food technol.", 9, 1949.
6. Z e n d e n R. et al. "Food res.", 3, 1958.
7. W a n g H. et al. "Food res.", 5, 1958.