

A STUDY INTO THE AUTOLYTIC CHANGES IN HORSE-MEAT

S.D.ULYANOV, E.T.TOULEUOV

The Semipalatinsk Branch of the Djamboul Polytechnical Institute, USSR

Post-mortem changes in horse-meat are studied, viz., the level of glycogen, lactic acid, reducing sugars, ATP and soluble actomyosin fraction; pH values, as well as tissue histological structure, meat water-holding capacity, resilient-elastic-plastic properties of cooked meat.

Four stages in horse-meat ageing are established: freshly killed, in-rigor, after rigor completion and aged.

First, within 2-6 hr post slaughter meat is in its relaxed state; then, at 24-96 hr post slaughter the pattern and degree of muscle fiber deformation are changed: the fibers become nodose, undulant, zigzag-like in shape. In the third and the fourth periods, 96-120 hr post slaughter, muscle fiber at some places still retains its initial configuration.

The studies performed indicated that autolytic changes in horse-meat are similar to those in beef, the maximum of horse-meat post-mortem rigor being, however registered not 24 hr (as in case of beef), but approximately 48 hr post slaughter, which is due to a much greater content of glycogen and ATP in muscles.

HELSINGIN YLIOPISTO
LIHATEKNOLOGIAN
LAITOS

EXAMEN DES CHANGEMENTS AUTOLYTIQUES DANS LA VIANDE DE CHEVAL

S.D.OULIANOV, E.T.TOULÉOUOV

Branche de l'Institut Polytechnique de Sémipalatinsk, URSS

On a examiné les changements post mortem dans la viande de cheval au cours de la rigidité cadavérique: la teneur en glycogène, acide lactique, sucre reducteur, ATP, fraction soluble de l'actomyosine, valeur pH et structure histologique du tissu, fixation d'eau, propriétés élastique et plastique de la viande cuite.

On a établi quatre stades de la maturation de la viande de cheval: la viande chaude, la viande raide, la viande après la résolution de la raidissement et la viande mûrie.

Au début, 2-6 heures après l'abattage la viande se trouve en état ramolli, ensuite entre 24-96 heures après l'abattage le caractère et la degré de la déformation des fibres musculaires change: elles deviennent noueuses, ondulées, en zigzag.

Pendant le 3^{-ème} et le 4^{-ème} stades, 96-120 heures après l'abattage la fibre musculaire garde encore sa configuration dans quelques zones.

Les examens ont montré que les changements autolytiques dans la viande de cheval sont analogues à cent dans la viande de boeuf. Cependant on marque le maximum de la rigidité cadavérique dans la viande de cheval non pas après 24 heures comme dans la viande de boeuf, mais 48 heures après l'abattage grâce à la quantité plus grande de glycogène et ATP dans les muscles.

UNTERSUCHUNG VON AUTOLYTISCHEN VERÄNDERUNGEN IM PFERDEFLEISCH

S.D.ULJANOV, E.T.TULEUOW

Semipalatinsker Filiale der Dschambuler polytechnischen Hochschule, UdSSR

Es wurden folgende Veränderungen im Pferdefleisch bei Rigor mortis studiert: Gehalt an Glykogen, Milchsäure, reduzierende Zucker, ATP, lösliche Aktomyosinfraktion; pH, histologische Gewebsstruktur, Wasserbindungsvermögen des Fleisches sowie elastisch-plastische Eigenschaften im gekochten Fleisch.

Es wurden vier Reifungsstufen des Pferdefleisches festgelegt: Warmfleisch, Fleisch im Rigor mortis, Fleisch nach der Auslösung von Rigor mortis und gereiftes Fleisch.

Am Anfang 2-6 Stunden nach der Schlachtung liegt das Fleisch im relaxierten Zustand vor; später 24-96 Stunden nach der Schlachtung verändern sich das Wesen und der Grad der Deformation von Muskelfasern: sie nehmen knotige wellenartige, zickzacklige Formen an.

In der dritten und vierten Periode 96-120 Stunden nach der Schlachtung behält die Muskelfaser in einzelnen Stellen ihre chemalige Konfiguration.

Die Untersuchungen haben ergeben, dass die autolytischen Veränderungen im Pferdefleisch denen im Rindfleisch ähnlich sind. Aber infolge eines bedeutend höheren Anfangsgehaltes an Glykogen und ATP wird das Maximum von Rigor mortis in Pferdemuskeln nicht 24 Stunden wie im Rinderfleisch, sondern ungefähr 48 Stunden nach der Schlachtung beobachtet.

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОЛИТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В КОНСКОМ МЯСЕ

С.Д.Ульянов, Е.Т.Тулеев

Семипалатинский филиал Джамбульского политехнического института, СССР

Изучены изменения в конском мясе при посмертном окоченении: содержание гликогена, молочной кислоты, редуцирующих сахаров, АТФ, растворимой фракции актомиозина, величина pH и гистологическая структура ткани, водосвязывающая способность мяса, упруго-эластично-пластические свойства вареного мяса.

Установлено четыре стадии созревания конского мяса: парное, окоченевшее, после разрезания окоченения и созревшее. В начале между 2-6 час. после убоя мясо находится в ослабленном состоянии, затем между 24-96 час. после убоя характер и степень деформации мышечных волокон изменяется: приобретают узловатую, волнообразную, зигзагообразную формы. В третьем и четвертом периодах после 96-120 час. после убоя мышечное волокно на отдельных участках сохраняет еще свою прежнюю конфигурацию.

Исследования показали, что автолитические изменения в конском мясе аналогичны изменениям в говядине. Однако, максимум окоченения конского мяса отмечается не через 24 часа как у говядины, а примерно к 48 часам с момента убоя, вследствие значительного большего начального содержания гликогена и АТФ в мышцах.

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОЛИТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В КОНСКОМ МЯСЕ

С.Д.Ульянов, Е.Т.Тулеуов

Семипалатинский филиал Джамбульского технологического института, г. Семипалатинск, СССР

Мясное коневодство позволяет увеличить пищевые ресурсы. Спрос на конское мясо на мировом рынке систематически растет /1/. Из конского мяса можно приготовить солености, колбасы и национальные изделия, качество которых во многом зависит от состояния используемого мяса. Однако в литературе практически отсутствуют данные об изменении технологических свойств конского мяса при созревании, что не позволяет определить оптимальные сроки его использования в производстве колбасных изделий.

В настоящей работе была поставлена задача - изучить биохимические и технологические свойства мяса в процессе хранения в охлажденном виде.

Для изучения особенностей течения автолитических процессов в конском мясе на Семипалатинском и Чимкентском мясокомбинатах сразу после убоя животных, туши направляли в камеру охлаждения, где выдерживали при 3-4°C в течение 120 часов. Пробы для исследований отбирали из длиннейшей мышцы спины через 2, 6, 24, 48, 72, 96 и 120 часов после убоя. Вначале образцы очищали от заметных соединительнотканых образований и жира, а затем дважды пропускали через мясорубку и собирали в сосуд, помещенный в ледо-солевую смесь.

Автолитические изменения конского мяса изучали по следующим показателям: содержанию гликогена, молочной кислоты и сумме редуцирующих сахаров, pH - на pH-метре ЛПУ-ОИ /2/, АТФ, растворимой фракции актомиозина /3/, водосвязывающей способности мяса - по Грау и Хамму в модификации ВНИИМПа /4/, упруго-эластично-пластическим свойствам вареного мяса /5/ и гистологической структуре ткани /6/.

Изучение изменений перечисленных показателей в их связи в период автолиза конского мяса до сих пор не проводилось. Вместе с тем такое комплексное изучение вопроса необходимо для научных толкований причин, вызывающих изменения свойств конины под влиянием автолиза.

Результаты исследования

Из таблицы видно, что в конском мясе значительное снижение гликогена происходило в течение первых двух суток. Однако, скорость распада гликогена в разных видах мяса различна. Через 24 час. автолиза в говядине и свинине /7, 8, 9/ гликогена оставалось 3-19% от первоначального уровня, а в конце - 70-80%; через 48 час. в говядине и свинине - незначительное количество, а в конине - 50%. В течение следующих 3 суток в конском мясе его содержалось 39,6-31,5% от первоначальной величины.

Скорость распада гликогена (при прочих равных условиях) зависит от содержания миоглобина и АТФ, скорости и степени его последующего ресинтеза. Высокое содержание миоглобина /10/ и АТФ способствовало интенсивному протеканию ресинтеза гликогена в конском мясе, что, очевидно, и являлось причиной медленного его уменьшения в процессе автолиза.

Т а б л и ц а

Изменение углеводной системы и pH конского мяса при автолизе

Показатели	Время автолиза, час.							(мг%)
	2	6	24	48	72	92	120	
Гликоген	1668,9±236	-	1254,4±234	892,0±128	659,9±103	585,7±144	524,9±117	
Сумма редуцирующих сахаров	47,9±6,1	52,7±9,0	54,4±4,1	70,3±6,1	100,8±8,2	167,4±22,4	261,3±19,1	
Молочная кислота	199,6±16,3	324,2±28,1	615,7±26,1	784,9±18,2	828,6±37,9	822,4±38,8	801,9±40,1	

Показатели	Время автолиза, час.									
	2	6	24	48	72	92	120			
Величина pH	6,65±0,014	6,20±0,02	5,87±0,01	5,68±0,025	5,65±0,026	5,65±0,018	5,68±0,2			

Анализ результатов проведенных исследований показал, что характер изменений углеводной фракции мышечной ткани конины почти такой же, как мышечной ткани говядины. Вначале интенсивный распад гликогена происходил фосфоролитическим путем с образованием молочной кислоты, а в дальнейшем замедлялся, но усиливался аминолитический распад с образованием редуцирующих сахаров. Величина pH среды после достижения минимума начинала медленно возрастать. Однако точки перегиба изменения гликогена, молочной кислоты и сахаров /II/ в конине смещались к 48 час. (вместо 24 час. у говядины), а рост pH начинался через 96 (вместо 48 часов у говядины). Обращает на себя внимание тот факт, что несмотря на большое различие в содержании молочной кислоты, величина pH среды для конины через 72 час. (5,65) мало отличается от pH среды для говядины /7, 8/.

Судя по всему, эти количественные различия обусловлены значительно большим содержанием гликогена в конских мышцах.

Изменения технологических свойств мяса во многом обусловлены распадом АТФ. Из рис. I видно, что в первые 6 час. распад АТФ в конском мясе протекал медленно. Содержание АТФ сократилось с 38,9±3,65 до 31,0±3,71 мг%. Однако, в дальнейшем наблюдался интенсивный распад АТФ. Так, к 24 час. автолиза количество АТФ сократилось до 11,7±1,97 мг% или на 70%, по сравнению с первоначальным уровнем, а к 48 часам – до 4,5±0,54 мг% или уменьшилось в 9 раз. Сокращение количества АТФ происходило и в последующие трое суток автолиза. В результате этого к 120 час. после убоя животных АТФ в конском мясе осталось всего 0,393±0,02 мг%.

В первой фазе автолиза существовала тесная взаимосвязь между содержанием АТФ, растворимостью актомиозинового комплекса и pH. Минимальная растворимость белков актомиозинового комплекса в конском мясе наблюдалась через 48 час. после убоя животных. Их количество составляло всего 1,01±0,056 г на 100 г мяса (в 4 раза меньше по сравнению с первоначальным уровнем). В следующие трое суток количество этих белков постепенно увеличивалось и к 120 час. составило 1,26±0,15 г на 100 г мяса или 32,1% от первоначального уровня.

Анализ полученных результатов показал, что растворимость белков актомиозинового комплекса конины и закономерность ее изменения на всех этапах процесса автолиза не отличается существенным образом от растворимости белков этой фракции говядины. Однако, следует отметить, что процесс распада АТФ в конском мясе протекал длительнее, чем в говядине, и, на некоторых стадиях автолиза отличался высоким содержанием АТФ.

Эти данные свидетельствуют о замедленном развитии автолитических процессов в конском мясе при созревании. Вполне очевидно, что длительный распад АТФ в конском мясе, по сравнению с говядиной и свининой, обуславливается высоким содержанием гликогена, а следовательно, относительно высоким уровнем ресинтеза АТФ.

На рис. 2 представлены изменения водосвязывающей способности и упруго-эластично-пластических свойств вареного мяса и растворимости актомиозина в ходе развития посмертного окоченения и разрешения его. Все четыре кривые имеют отчетливый пик, характеризующий наиболее резкие изменения, происходящие к 48 час. после убоя. Несомненно тесная связь между изменениями прочностных характеристик мяса и снижением его влагосвязывающей способности. Одной из главных причин этих изменений является соединение сократительных белков актина и миозина в актомиозин и сокращение последнего.

ВЫВОДЫ

Вскоре после убоя лошадей в результате прекращения доступа кислорода в мышечной ткани затухает аэробная фаза обмена веществ, что приводит к существенным изменениям биохимического состава и важнейших свойств мяса. На основании изученных показателей можно установить четыре состояния созревания конского мяса, представляющих практически интерес для производства колбасных и кулинарных изделий, - парное, ооченевшее мясо, разрешения ооченения и созревания.

Мышечные волокна конского мяса, как и говядины, между 2-6 час. после убоя находятся в расслабленном состоянии, прямые или с незначительной волнистостью, набухшие, границы между ними трудно различимы. Мясо в этот период имеет более высокий рН, сохраняет свои буферные свойства и высокую концентрацию АТФ, вследствие чего актомиозиновый комплекс миофибрилл находится в диссоциированном состоянии. Такое мясо является наиболее пригодным для выработки вареных колбас.

Между 24-96 час. после убоя характер и степень деформации мышечных волокон различны - встречаются узловатые, волнообразные, зигзагообразные, S-образные состояния запредельного сокращения мышц до максимума. Все это приводит к увеличению жесткости мяса путем уплотнения и уменьшения объема волокон. В этот период мясо находится в состоянии посмертного ооченения, вызванного распадом АТФ и соединением актина и миозина в актомиозин и сокращением последнего. Величина рН приближается к изоэлектрической точке мышечных белков. В этой фазе автолиза мяса не пригодно для кулинарных целей и промышленной переработки.

В третьем и четвертом периодах между 96 и 120 час. после убоя мышечные волокна на отдельных участках сохраняют еще свою прежнюю конфигурацию. Между волокнами обнаруживаются более широкие пространства - щели. Это говорит об уменьшении диаметра волокон, т.е. оно связано с расслаблением волокон, частичной диссоциацией актомиозина на актин и миозин. Этот период характеризуется разрешением состояния посмертного ооченения и последующим созреванием. Мясо в этой стадии пригодно для выработки вареных колбас и на кулинарные изделия.

Из всего сказанного видно, что характер изменений биохимических гистологических и технологических показателей мышечной ткани конины напоминает характер изменения их в мышечной ткани говядины. Однако, в конине эти процессы протекают более замедленно. Судя по всему, это объясняется значительно большим содержанием гликогена и АТФ в конских мышцах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белонотов В., Коркмазов Х. Торговля кониной на Европейском рынке. "Коневодство и конный спорт", № 4, 36, 1972.
2. Крылова Н.Н., Ляковская Ю.Н. Физико-химические методы исследования продуктов животного происхождения. М., "Пищевая промышленность", 1965.
3. Соловьев В.И. Созревание мяса. М., изд. "Пищевая промышленность", 1966.
4. Воловинская В.П., Кельман Б.Я. Изучение основных физико-химических свойств мяса и мясопродуктов. Труды ВНИИМП, М., вып. 9, Пищепромиздат, 1959.
5. Соколов А.А., Эль-Дашлуты М.С. Влияние посмертных изменений мяса на его прочностные свойства. "Мясная индустрия СССР", № 4, 1963.
6. Тиняков Г.Г. Гистология мясопромышленных животных. М., изд. "Пищевая промышленность", 1967.
7. Журавская Н.К. Гликолитический и амилолитический распад мышечного гликогена в процессе созревания мяса. Канд.дисс. М., 1952.
8. Павловский П.Е. Исследования биохимических превращений при различных видах холодильной обработки мяса. Докт.диссертация. М., 1969.
9. Дуда З. Влияние некоторых технологических факторов на начальные стадии автолиза мышечной ткани свиного мяса. Канд.дисс., М., 1959.

10. Lawrie R.A. Residual Glycogen at High Ultimate pH in Horse Muscles. "Biochimica et Biophysica Acta", 1955, 2, 282.
11. Тулеуов Е.Т. Особенности автолитических превращений компонентов конского мяса при созревании. Матер.первой научн.конф.Семипалатинского Технологического института. 1970, Семипалатинск.

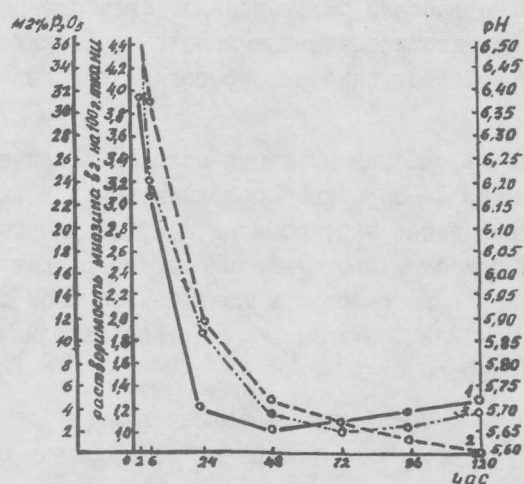


Рис. 1. Изменения pH, растворимости актомиозина и содержания АТФ конского мяса в процессе автолиза:

- 1 - растворимость миозина;
2 - содержание АТФ;
3 - pH мясной втяжки

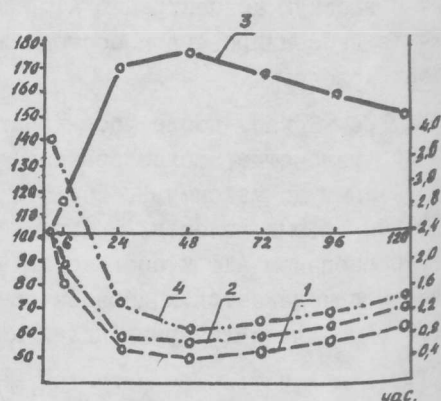


Рис. 2. Изменения растворимости актомиозина, водосвязывающей способности сырого и упруго-эластично-пластических свойств вареного конского мяса при автолизе:

- 1 - водосвязывающая способность;
2 - коэффициент сжатия;
3 - модуль упругости;
4 - растворимость актомиозина