

ПРЕВРАЩЕНИЕ БЕЛКОВЫХ И УГЛЕВОДНО-ФОСФОРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В МЫШЕЧНОЙ
ТКАНИ ВО ВРЕМЯ АВТОЛИЗА ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ПРЕДУБОЙНОГО
ВОЗДЕЙСТВИЯ

В.Н. Жуленко

И.Г. Береза

Мануйлова А.Н. /1/ рассматривает электрический ток, применяемый при оглушении, как сильнейший раздражитель нервной системы и тканей организма, приводящий к выходу в кровь комплекса различных веществ, способных менять ход автолитических процессов. Мы изучили превращение белковых и углеводно-фосфорных соединений в мышечных тканях крупного рогатого скота при электрооглушении, электроубое и обездвиживании 10%-ным раствором дитилина (по 4 животных в каждой группе).

Пробы мяса брали из длиннейшей мышцы спины левых полутуш крупного рогатого скота (хранившихся при температуре 0, +4°C) через 30 мин., 24, 96 и 192 часа после обескровливания и через 6 мес. из правых полутуш (хранившихся при -15, -20°C). Для торможения ферментативных процессов в пробах последние, после взятия, тотчас погружали в жидкий кислород. Общий и остаточный азот определяли микрометодом Кьельдаля; аммиак и глутамин в трихлоруксусном фильтрате мяса - микродиффузным методом в парафиновых чашках Конвея; азот свободных аминокислот - методом О.Фолина; глюкозу - по методике Хултмана в модификации И.Д. Головацкого (1961); фруктозу - по методу Кульки; сумму сахаров - антроновым реактивом; АТФ - по Фердману и молочную кислоту - по методу Баркера и Соммерсона. В барийцинковом фильтрате определяли свободные гексозы (глюкозу и фруктозу) - указанными выше способами. О содержании фосфорилированных гексоз (глюкозы и фруктозы) судили по разнице между общими и свободными гексозами. Гликоген определяли по измененному методу Пфлюгера.

В наших исследованиях не выявлено достоверное влияние электрооглушения, электроубоя и обездвиживания дитилином на содержание общего и остаточного азота как в первые часы после обескровливания, так и в последующие - автолиза. Уровень азота свободных аминокислот (рис.) во время автолиза при низких плюсовых температурах снижается во всех случаях одинаково. Первоначальное количество несколько больше при предубойном воздействии электрическим током, что указывает на возможную деструкцию белков и полипептидов с образованием аминокислот. При хранении мяса в замороженном состоянии (-15, -20°C) количество свободных аминокислот снижается в одинаковой мере во всех группах.

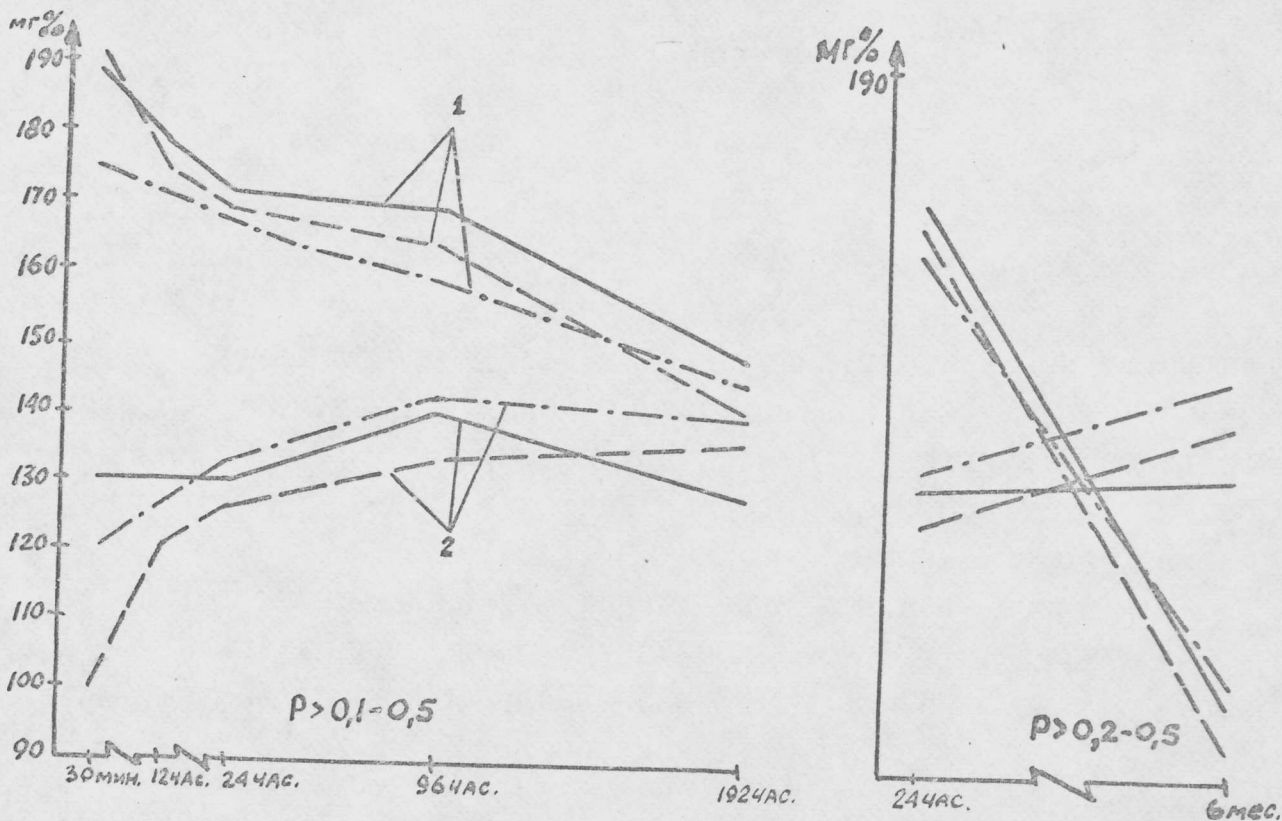


Рис. . . . Содержание азота свободных аминокислот и глутамина в мышечных тканях крупного рогатого скота во время автолиза при разных способах предубойного воздействия (в мг% на сухое вещество)
 1 - азот свободных аминокислот; 2 - глутамин

- электроубой
- электрооглушение
- .-.- обездвиживание дитилином

Количество глутамина в мышечных тканях у разных животных неодинаково. Во время автолиза оно несколько увеличивается как в первые 8 дней хранения мяса (0, +4°C), так и через 6 мес. (-15, -20°C), при этом в большей степени в мясе животных, обездвиженных дитилином (см. рис. I). Увеличение глутамина возможно за счет образования его из глутаминовой кислоты и аммиака /4/, а также из аммиака и α-кетоглутаровой кислоты.

Наращение количества аммиака в первые дни автолиза при температуре 0, +4°C зависит от способа предубойного обездвиживания (табл. I).

Т а б л и ц а I
Изменение содержания аммиака в мышечных тканях во время автолиза
(в мг% на сухое вещество)

Способ предубой- ного воздействия (обездвиживания)	Температура и продолжительность хранения мяса						
	0, +4°C					-15, -20°C	
	30 мин.	12час.	24час.	96час.	192часа	6 мес.	
Электрооглуше- ние	M	15,95	36,87	40,42	51,27	52,42	45,05
	±m	± 0,78	-	± 1,53	± 1,73	± 1,97	± 1,03
Электроубой	M	22,14	39,36	43,26	45,85	49,33	44,54
	±m	± 1,75	-	± 2,15	± 1,10	± 2,52	± 0,82
	P	< 0,02	-	> 0,1	< 0,05	> 0,2	> 0,1
Обездвиживание дителином	M	12,35	18,06	34,94	48,43	52,12	45,56
	±m	± 0,19	-	± 0,98	± 1,82	± 0,96	± 1,89
	P	< 0,01	-	< 0,05	> 0,1	> 0,5	> 0,1

Через 24 часа после обескровливания количество аммиака в мясе животных, оглушенных и убитых электротоком, изменяется несущественно, а через 96 час. - практически одинаково во всех случаях как в охлажденном, так и замороженном мясе через 6 мес. хранения.

Электрический ток в момент оглушения в течение 10-17 сек. вызывает несвойственные для организма судорожные сокращения мышц, что, по-видимому, приводит к накоплению продуктов распада белков и углеводно-фосфорных соединений, поэтому их больше в мясе электрооглушенных животных. Дителин, вызывающий деполяризацию в нервно-мышечном синапсе, не создает условий для накопления продуктов распада азотсодержащих и углеводно-фосфорных соединений, являющихся источником образования аммиака.

Наибольшее количество гликогена (табл. 2) в первые 30 мин. после обескровливания сохраняется в мышечной ткани животных, обездвиженных дителином, наименьшее - у животных, оглушенных электротоком до остановки сердца. В последующем, во время автолиза гликоген наиболее интенсивно расщепляется в мясе животных, подвергнутых воздействию электрическим током. Через 24 часа после обескровливания содержание гликогена во всех случаях становится практически одинаковым (P > 0,5). В дальнейшем (через 96 и 192 часа) более интенсивно разрушается гликоген в мясе животных, обездвиженных дити-

Т а б л и ц а 2

Изменение содержания гликогена и молочной кислоты в мышечных тканях крупного рогатого скота во время автолиза при разных способах предубойного воздействия (в мг% на сухое вещество)

Способ предубойного воздействия	Г л и к о г е н						Молочная кислота						
	Температура и продолжительность хранения мяса												
	0, +4°C						-15,-20°C						
	30 мин.	12 час.	24 час.	96 час.	192 час.	6 мес.	30 мин.	12 час.	24 час.	96 час.	192 час.	6 мес.	
Электро- оглушение	M	3550,51	749,04	1003,85	872,48	838,34	452,37	1574,53	3518,96	3631,50	4219,24	4203,32	4164,44
	±m	±387,45	-	±292,27	±145,05	±208,94	±124,95	±281,05	-	±156,31	±57,65	±96,30	±82,15
716 Электро- убой	M	3068,90	944,75	915,99	891,16	809,26	699,50	2002,19	3415,92	3667,78	4182,74	4080,55	3929,82
	±m	±59,90	-	±24,74	±108,03	±81,42	±85,51	±247,95	-	±39,27	±82,07	±50,17	±90,50
	P	>0,2	-	>0,5	>0,5	>0,5	>0,1	>0,2	-	>0,5	>0,5	>0,2	>0,1
Обездви- живание дители- ном	M	4108,40	3836,1	891,78	582,58	467,98	474,67	469,23	816,04	3417,32	4248,20	4030,93	3983,74
	±m	±175,29	-	±228,94	±184,74	±53,63	±106,02	±19,06	-	±145,20	±119,21	±106,01	±121,30
	P	>0,2	-	>0,5	>0,2	>0,1	>0,5	<0,01	-	>0,2	>0,5	>0,2	>0,2

лином.

При хранении в замороженном виде (-15, -20°C) в течение 6 мес. гликоген расщепляется наиболее интенсивно в мясе животных, оглушенных электротоком и обездвиженных дитилином. У отдельных животных из группы электроубитых обнаружен ресинтез гликогена. Гликоген в мясе крупного рогатого скота полностью не расщепляется даже при 6-месячном хранении, в то время как в мясе свиней в аналогичных условиях он почти полностью гидролизуеться /2, 3/.

Образование молочной кислоты (табл. 2) находится в обратной связи с количеством расщепленного гликогена. Уровень молочной кислоты выравнивается в мясе животных всех групп через 24 часа. После 96 час. количество молочной кислоты в мясе животных разных групп практически одинаково. Содержание гликогена снижается более интенсивно в мышцах животных, обездвиженных дитилином. Следовательно, дитилин после суточного хранения мяса не влияет на ход аналитических превращений гликогена.

В замороженном мясе наименьший прирост молочной кислоты в группе электроубитых животных. Это, по-видимому, связано с более интенсивным распадом гликогена и образованием молочной кислоты в первое время после обескровливания. Таким образом, чем продолжительнее воздействие электротоком, тем более выражен распад гликогена в этот период.

Накопление свободной глюкозы в первые сутки автолиза при электрооглушении и электроубое идет одинаково. В последующее время несколько больше накапливается глюкозы при электрооглушении, тогда как количество молочной кислоты все время остается одинаковым для разных групп. При электрооглушении амилитический распад гликогена протекает с большой скоростью.

При обездвиживании дитилином количество общей и свободной глюкозы в первые часы автолиза в 2-3 раза меньше, чем в других группах. В дальнейшем, когда количество гликогена выравнивается, различие по содержанию общей глюкозы в мышцах животных всех групп становится несущественным. В замороженном мясе уровень свободной глюкозы во всех случаях больше, чем до замораживания.

Количество общей и фосфорилированной фруктозы в группе мышц животных, обездвиженных дитилином, в 1,5-3 раза меньше, чем в мышцах животных других групп. После 24 час. хранения мяса содержание общей и фосфорилированной фруктозы становится одинаковым

для всех групп на всем протяжении автолиза при низких плюсовых температурах. Количество свободной фруктозы (после 24 час.) как при низких плюсовых температурах, так и при хранении мяса в замороженном состоянии, увеличивается для всех групп одинаково.

Превращения АТФ (табл. 3) во время автолиза обуславливает наиболее значительные изменения в мышцах. Больше всего обнаружено АТФ в мясе животных, сразу же после обескровливания, обездвиженных дитилином. Через 12 час. ее уровень в этом мясе в 6-7 раз больше, чем в мясе электрооглушенных животных.

Поскольку непосредственной причиной окоченения является уровень АТФ, меняющей физико-химическое состояние актомиозина, то при предубойном обездвиживании дитилином посмертное окоченение в первые 12 час. автолиза сильно тормозится. Лишь к концу первых суток после обескровливания создаются условия для развития хорошо выраженного окоченения.

Т а б л и ц а 3

Содержание АТФ в мышечных тканях во время автолиза
(в мг% на сухое вещество)

Способ предубойного воздействия	Температура и продолжительность хранения мяса						
	0, +4°C				-15, -20°C		
	30 мин.	12 час.	24 часа	96 час.	192 часа	6 мес.	
Электрооглушение	M	181,49	29,02	18,06	17,49	18,30	34,26
	±m	±12,10	-	± 4,86	± 1,98	± 1,71	± 1,65
Электроубой	M	148,31	25,23	15,41	22,93	23,47	38,43
	±m	±12,31	-	± 1,01	± 5,07	± 1,20	± 3,21
	P	> 0,1	-	> 0,5	> 0,2	> 0,05	> 0,5
Обездвиживание дитилином	M	197,53	175,92	33,94	19,65	21,35	33,26
	±m	± 5,07	-	± 5,40	± 5,01	± 1,88	± 2,70
	P	> 0,2	-	> 0,05	> 0,5	> 0,2	> 0,5

Смещение времени начала окоченения создает условия для сохранения мяса в состоянии, близком к парному, что важно для технологической практики, а также для получения дополнительного количества дорогостоящей АТФ без дополнительных мер ее стабилизации. Торможение распада АТФ и гликогена в мышцах животных, обездвиженных дитилином, по-видимому, связано с купированием ферментов, стимулирующих их расщепление.

Таким образом дитилин, очевидно, оказывает влияние на ход автолитических процессов только в первые сутки хранения мяса. В дальнейшем, вне зависимости от способа предубойного воздействия, автолитические превращения азотсодержащих и углеводно-фосфорных соединений в мышечных тканях протекают примерно одинаково.

В процессе созревания мяса дитилин вызывает направленные сдвиги автолитических превращений, обуславливая в первое время после обескровливания, резкое торможение расщепления мышечного гликогена и гидролиза АТФ в сравнении с аналогичными превращениями в мясе животных, оглушенных электротоком. В полном соответствии с этими изменениями уменьшается образование молочной кислоты и аммиака.

Fig. Free amino acid nitrogen and glutamine levels in cattle muscle tissue during autolysis at different methods of pre-slaughter treatment (mg% per dry substance)

1 - free amino acid nitrogen, 2 - glutamine

----- electro-slaughter

- - - - - electrostunning

---:---.---.---.---.--- ditiline immobilization

МГ% - mg%

30 мин. 12 час. 30 min. 12 hr.

МЕСЯЦЫ - months

Changes in ammonia content in muscle tissue during autolysis (mg% per dry substance) T a b l e 1

Method of pre-slaughter treatment (immobilization)	Meat storage temperature and time						
	0, +4°C			-15, -20°C			
	30min.	12hr.	24hr.	96hr.	192hr.	6months	
Electrostunning	M	15.95	36.87	40.42	51.27	52.42	45.05
	\pm_m	± 0.78	-	± 1.53	± 1.73	± 1.97	± 1.03
	P	< 0.02	-	> 0.1	< 0.05	> 0.2	> 0.1
Electro-slaughter	M	22.14	39.36	43.26	45.85	49.33	44.54
	\pm_m	± 1.75	-	± 2.15	± 1.10	± 2.52	± 0.82
	P	< 0.02	-	> 0.1	< 0.05	> 0.2	> 0.1
Ditiline immobilization	M	12.35	18.06	34.94	48.43	52.12	45.56
	\pm_m	± 0.19	-	± 0.98	± 1.82	± 0.96	± 1.89
	P	< 0.01	-	< 0.05	> 0.1	> 0.5	> 0.1

ATP content in muscle tissues during autolysis (mg% per dry substance) T a b l e 3

Method of pre-slaughter treatment	Meat storage temperature and time						
	0, +4°C			-15, -20°C			
	30min.	12hr.	24hr.	96hr.	192hr.	6months	
Electrostunning	M	181.49	29.02	18.06	17.49	18.30	34.26
	\pm_m	± 12.10	-	± 4.86	± 1.98	± 1.71	± 1.65
	P	> 0.1	-	> 0.5	> 0.2	> 0.05	> 0.5
Electro-slaughter	M	148.31	25.23	15.41	22.93	23.47	38.43
	\pm_m	± 12.31	-	± 1.01	± 5.07	± 1.20	± 3.21
	P	> 0.1	-	> 0.5	> 0.2	> 0.05	> 0.5
Ditiline immobilization	M	197.53	175.92	33.94	19.65	21.35	33.26
	\pm_m	± 5.07	-	± 5.40	± 5.01	± 1.88	± 2.70
	P	> 0.2	-	> 0.05	0.5	> 0.2	> 0.5

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. М а н у й л о в а А.И. Биохимические свойства крови при разных методах убоя. Автореферат канд.дисс., М., 1948.
2. С м о р о д и н ц е в И.А. Созревание мяса. Укр.биох.журнал, 3, 1936, 791.
3. С о л о в ь е в В.И. Созревание мяса. М., 1966.
4. Ф е р д м а н Д.Л. О процессах образования и устранения аммиака в животном организме. Успехи биол.химии. I, 1950, 216.