

Улучшаем созревание мяса чувствительных к стрессу свиней

Александр КУЗНЕЦОВ, доктор биологических наук, профессор
Алевтин МИФТАХУТДИНОВ, доктор биологических наук, профессор
Наталья СМОЛЯКОВА, кандидат ветеринарных наук
Татьяна БЕЖИНАРЬ, кандидат биологических наук
Южно-Уральский ГАУ

Исследования целого ряда авторов (Водяников В.И., Шкаленко В.В., 2018; Кузнецов А.С., 2019; Красновская Е.И., 2020) показали, что потребительские свойства свинины и особенности биохимических процессов, которые протекают в ней в период созревания, обусловлены технологией выращивания, кормлением, содержанием перед убоем и уровнем чувствительности животных к технологическим изменениям. Вместе с тем ученые отмечают, что из всех перечисленных факторов наиболее важную роль играет чувствительность свиней к технологическим стрессорам.

После убоя животного его мускулатура теряет эластичность и приходит в состояние окоченения. В результате недостаточного поступления питательных веществ и кислорода в мышцах начинают преобладать процессы распада. В первую очередь отмечается расщепление гликогена до глюкозы и молочной кислоты. Это обуславливает кислую реакцию в мышцах. Важное значение имеет количество образовавшейся молочной кислоты, так как она определяет величину показателя pH. У животных с низкой чувствительностью к стрессорам при нормальном течении биохимических процессов созревания мясо становится светло-розовым, упругим и сочным. Оно долго хранится, хорошо удерживает влагу, имеет приятный запах. Потери при переработке небольшие. Как правило, такое сырье используют для изготовления высококачественных мясных продуктов.

Свиньи с высокой чувствительностью к технологическим стресс-факто-

рам, в отличие от животных с низкой чувствительностью, в процессе выращивания и перед убоем испытывают высокие психические нагрузки. В результате в кровь этих свиней постоянно выбрасывается большое количество катехоламинов, которые способствуют интенсивному расщеплению гликогена в печени. У таких животных еще при жизни повышено содержание в крови молочной кислоты, а показатель pH в мышцах после убоя низкий. Катехоламины ускоряют утилизацию фосфатов и потерю эластичности мышечных волокон, вследствие чего возникает их преждевременное окоченение. Отмеченные изменения сопровождаются ухудшением качества мяса, что выражается в более светлой его окраске, интенсивном выделении сока и разрушении структуры мышечных клеток. Такое мясо теряет способность удерживать воду.

Установлено, что скормливание животным с высокой чувствительностью к стресс-факторам неорганического

селенита натрия в сочетании с токоферолом повышает скорость их роста, мясные и откормочные качества (Саломатин В.В., Ряднов А.В., Петухова Е.В., 2015; Журавель Н.А., Аносов Д.Е., Мифтахутдинов А.В., 2017). В частности, в тушах свиней увеличивается содержание мяса и снижается процент сала. В связи с этим интересно выяснить, как отражается повышение откормочных и мясных качеств на характере автолитических процессов при созревании мяса. Мы поставили цель определить влияние скормливания животным неорганического селенита натрия в сочетании с токоферолом на биохимические процессы в мясе после убоя свиней. Для этого было необходимо решить следующие задачи: изучить характер биохимических процессов при созревании мяса животных с низкой и высокой чувствительностью к технологическим стрессорам в течение 240 часов; провести сравнительную органолептическую оценку сырого, вареного мяса и бульона.

Исследование провели на гибридных животных, полученных путем скрещивания маток крупной белой породы с хряками породы ландрас. Для этого после отъема по принципу аналогов сформировали три группы по десять голов в каждой (пять боровков и пять свинок). В первую группу вошли особи с низкой чувствительностью к стрессу, во вторую (опытную)

Таблица 1

Изменение содержания гликогена и глюкозы в процессе созревания мяса

Время исследования, ч	Группа	Гликоген				Глюкоза			
		мг%	к исходному показателю, %	к показателю первой группы, %	к показателю второй группы, %	мг%	к исходному показателю, %	к показателю первой группы, %	к показателю второй группы, %
0,45	Первая	1815,3	—	—	—	104,4	—	—	—
	Вторая	1570,2	—	86,5**	—	113,4	—	110,7*	—
	Третья	1357,8	—	74,8***	86,4**	133,2	—	130,1***	117,5**
12	Первая	810,6	44,7***	44,7***	—	362,3	347***	354,1***	—
	Вторая	725,5	46,2***	89,5**	—	378,2	333,5***	104,3	—
	Третья	644,1	47,4***	74,2***	91,5*	478,9	359,5***	132,1***	126,6***
24	Первая	661,8	81,6**	81,6**	—	401,3	110,8*	110,7*	—
	Вторая	581,8	80,2**	87,9**	—	364,3	96,3	90,8*	—
	Третья	554,5	86,1**	83,8***	95,3	327,5	68,4**	81,6**	89,9*
48	Первая	485,8	73,5***	73,4***	—	443,6	110,5*	110,5*	—
	Вторая	444,3	76,4***	91,6*	—	404,1	110,9*	91,1*	—
	Третья	441,5	79,6***	84,7**	92,5*	370,8	113,2*	83,6**	91,8*
72	Первая	361,5	74,4***	74,4***	—	470,1	105,9*	105,9	—
	Вторая	340,2	76,6***	94,1*	—	414,6	102,6	88,2*	—
	Третья	320,3	72,5***	88,6**	94,1*	392,1	105,7*	83,4**	94,6*
120	Первая	302,6	83,7**	83,7**	—	484,3	103	116,8**	—
	Вторая	283,8	83,4**	93,8*	—	446	107,6*	92,1	—
	Третья	267,3	83,5**	88,5**	94,7*	402,9	102,8	83,2**	90,3*
240	Первая	221,7	73,3***	73,1***	—	458,4	94,6*	94,7*	—
	Вторая	202,7	71,4***	91,6*	—	423,6	94,9	92,4	—
	Третья	204,7	76,6***	92,5*	99,7	387,8	96,3	84,6**	91,6*

*P ≤ 0,05; **P ≤ 0,01; ***P ≤ 0,001.

и в третью (контрольную) — высокочувствительные. Животным опытной группы в первый период откорма с комбикормом СК-3 скармливали по 10 мг неорганического селенита натрия и по 105 мг токоферола на голову в сутки. Во второй период откорма с комбикормом СК-4 свиньи получали по 10 мг неорганического селенита натрия и по 93 мг токоферола на голову в сутки. Такое количество — общепринятая норма для свиней на откорме (Саломатин В.В., Ряднов А.В., Петухова Е.В., 2015; Чабаяев М.Г., Некрасов Р.В., Клементьев М.И., 2020). Свиньи первой и третьей групп добавок не получали.

Перед отъемом определили чувствительность животных к стрессу скипидарным методом А.И. Кузнецова, Ф.А. Сунагатуллина (2021). Убой осуществили при достижении свиньями массы тела 110 кг. Для исследования запланированных показателей измерили длиннейшую мышцу спины. После убоя туши поместили в холодильные камеры, а мышцы сохраняли в холодильнике при температуре от 0 до +2 °С в течение 240 часов. Для

оценки состояния мышц пробы брали в первые 45 минут после убоя, затем через 12, 24, 48, 72, 120 и 240 часов. Для изучения автолитических процессов, характеризующих качество созревания мяса, определяли уровень pH, концентрацию гликогена, глюкозы и молочной кислоты, которую выражали в мг%. Показатель pH устанавливали с помощью потенциометра в водном экстракте из мышечной ткани, содержание глюкозы — методом Бертрона в водном экстракте из мышечной ткани, гликогена — по цветной реакции с антроном, молочной кислоты — по цветной реакции с вератролом. Свежесть и органолептические свойства мяса и бульона оценивали через 72 часа с начала созревания.

Таким образом были исследованы основные показатели, характеризующие биохимические процессы, протекающие в мясе после убоя. Динамика изменений представлена в **таблицах 1, 2**. В таблице 1 приведены значения содержания гликогена и глюкозы, в таблице 2 — уровня молочной кислоты и pH. Установлено, что через 45 минут после убоя животных первой груп-

пы количество гликогена в их мясе составляло 1815,3 мг%, глюкозы — 104,4, молочной кислоты — 261,3 мг%, величина pH — 7,13. В дальнейшем показатели существенно изменялись. Так, отмечен интенсивный гидролиз гликогена: через 12 часов его уровень снизился на 55,3% и составил 810,6 мг%. Это обусловило резкое повышение глюкозы до 362,3 мг%. В результате содержание молочной кислоты выросло до 611,1 мг%, а значение pH упало до 6,04. Через 24 часа количество гликогена уменьшилось до 661,8 мг%, глюкозы и молочной кислоты — повысилось до 401,3 и 948,6 мг% соответственно, показатель pH оставался низким — 5,6. Установленные тенденции сохранялись и в последующие часы наблюдений. Так, через 48 часов содержание гликогена составляло 485,8 мг%, глюкозы — 443,6, молочной кислоты — 905,4 мг%, показатель pH — 5,59. На третьи сутки количество гликогена снизилось до 361,5 мг%, глюкозы и молочной кислоты — повысилось до 470,1 и 918,9 мг% соответственно, значение pH было прежним — 5,78. Следует отметить, что оно оставалось на этом

Таблица 2

Изменение содержания молочной кислоты и уровня pH в процессе созревания мяса

Время исследования, ч	Группа	Молочная кислота				Уровень pH			
		мг%	к исходному показателю, %	к показателю первой группы, %	к показателю второй группы, %	ед.	к исходному показателю, %	к показателю первой группы, %	к показателю второй группы, %
0,45	Первая	261,3	—	—	—	7,13	—	—	—
	Вторая	290,6	—	111,2*	—	6,39	—	88,9*	—
	Третья	329,8	—	126,2***	113,4*	5,55	—	77,2**	86,2*
12	Первая	611,1	233,9***	233,9***	—	6,04	84,7*	84,7*	—
	Вторая	698,4	240,3***	114,3*	—	5,74	89,8*	95,3*	—
	Третья	807,3	244,8***	132,1***	115,5*	5,33	96	88,2*	92,6*
24	Первая	948,6	155,2***	155,2***	—	5,6	92,7*	92,5*	—
	Вторая	846,2	221,2***	89,2*	—	5,67	98,8	101,3*	—
	Третья	745,6	92,4*	78,6**	88,1*	5,83	109,4*	104,1*	104,1
48	Первая	905,4	95,4	-4,6*	—	5,59	99,8	99,8	—
	Вторая	781,7	92,4*	86,3*	—	5,66	99,8	101,2	—
	Третья	716,2	96,1	79,1**	91,7*	5,78	99,1	103,4	103,2
72	Первая	918,9	101,5	101,5	—	5,78	103,4	103,4	—
	Вторая	856,4	109,6*	93,2*	—	5,89	104,1	101,9	—
	Третья	747,9	104,4	81,4**	87,3*	5,91	102,2	102,2	100,3
120	Первая	928,6	101,1	101,5	—	5,69	98,4	98,4	—
	Вторая	851,5	99,4	91,7*	—	5,83	98,9	102,5	—
	Третья	781,9	51,1**	84,2**	91,8*	6,19	104,7	108,7*	106,2*
240	Первая	897,4	96,6	-3,4	—	5,78	101,6	101,6	—
	Вторая	826,5	97,1	92,1*	—	5,96	102,2	103,1	—
	Третья	766,4	98	85,4*	82,7**	6,36	102,7	110,1*	106,7*

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$.

уровне и после 240 часов наблюдений. Содержание углеводов продолжало изменяться и в последующие дни. Через 240 часов количество гликогена составляло 221,7 мг%, глюкозы — 458,4, молочной кислоты — 897,4 мг%.

Исследование органолептических свойств мяса, полученного от свиней с низкой чувствительностью к стрессу, показало, что оно имело подсохшую корочку бледно-розового оттенка. Поверхность мышц на разрезе была влажной (но не оставляла влажных следов на фильтровальной бумаге), бледно-розового цвета. Консистенция мяса оказалась плотной, упругой, образующаяся при надавливании ямка быстро выравнивалась. Отмечен специфический, свойственный свежему мясу запах. Жир на разрезе был бледно-розового цвета, мягкой консистенции, эластичный, без запаха, характерного для процессов осаливания и прогоркания. После варки мясо сохраняло хороший внешний вид, отличалось приятным вкусом и сильным запахом, нежной консистенцией и сочностью. Качество такого мяса оценено на «отлично» (девять баллов).

Органолептические исследования мясного бульона показали, что он имел привлекательный вид, приятный и сильный аромат, обладал высокой наваристостью. Благодаря таким свойствам его вкус оценен на «отлично» (девять баллов).

В мясе, полученном от свиней с высокой чувствительностью к стресс-факторам, потреблявших неорганический селенит натрия в сочетании с токоферолом, автолитические процессы имели иной характер. Так, в первые 45 минут с момента убоя животных содержание в мясе гликогена составляло 1570,2 мг%, глюкозы — 113,4, молочной кислоты — 290,6 мг%, показатель pH был на уровне 6,39 (86,5; 110,7; 111,2 и 88,9% соответственно по отношению к аналогичным значениям мяса животных первой группы).

В дальнейшем исследуемые показатели продолжали существенно изменяться. Количество в мясе гликогена через 12 часов снизилось до 725,5 мг%, глюкозы и молочной кислоты — повысилось до 378,2 и 698,4 мг% соответственно, уровень pH снизился до 5,74 (89,5; 104,3; 114,3 и 95,3% соответ-

ственно по отношению к аналогичным показателям мяса свиней первой группы). Через 24 часа содержание в мясе гликогена уменьшилось до 581,8 мг%, глюкозы — до 364,3, молочной кислоты — увеличилось до 846,2 мг%, значение pH снизилось до 5,67 (87,9; 90,8; 89,2 и 101,3% соответственно по отношению к аналогичным величинам в первой группе).

Дальнейшие наблюдения за автолитическим процессом позволили установить, что в мясе продолжала снижаться концентрация гликогена, повышалась концентрация глюкозы и молочной кислоты. При этом показатель pH оставался на прежнем уровне. Содержание углеводов в мясе чувствительных к стрессу свиней было существенно ниже, чем в мясе животных с низкой чувствительностью к стрессу. Так, через 72 часа количество гликогена уменьшилось до 340 мг%, глюкозы и молочной кислоты — увеличилось до 414,6 и 856,4 мг%, показатель pH вырос до 5,89 (94,1; 88,2; 93,2 и 101,9% соответственно по отношению к аналогичным значениям мяса животных первой группы). Через 240 часов со-

зревания мяса содержание в нем гликогена составляло 202,7 мг%, глюкозы — 423,6, молочной кислоты — 826,5 мг%, уровень pH — 5,96 (91,6; 92,4; 92,1 и 103,1% соответственно по отношению к аналогичным величинам в группе животных с низкой чувствительностью к стрессу).

В результате органолептических исследований установлено, что поверхность туш животных второй группы была покрыта подсохшей корочкой, имела бледно-розовый цвет, на разрезе мясо оказалось влажным (при контакте с фильтровальной бумагой оставались влажные пятна), но менее плотной консистенции и не таким упругим, как мясо животных с низкой чувствительностью к стрессу. Ямка, образующаяся при надавливании, выравнивалась медленно, отмечен легкий кисловатый запах, жир на разрезе был серовато-матового цвета. Вареное мясо имело привлекательный внешний вид, не сильный, однако приятный аромат, достаточно хороший вкус, нежную консистенцию и было сочным. Качество мяса оценено как «хорошее» (семь баллов). Сенсорный анализ мясного бульона показал, что он имел привлекательный вид, недостаточно сильный, но приятный аромат, бульон был наваристым, достаточно вкусным, однако слегка мутноватым. Качество бульона оценено как «хорошее» (семь баллов).

Исследование качества мяса, полученного от чувствительных к стресс-факторам свиней, не потреблявших селенит натрия в сочетании с токоферолом, дало не столь положительные результаты, как оценка мяса животных первых двух групп. В первые 45 минут процесса созревания мясо свиней третьей группы содержало 1357,8 мг% гликогена, 133,2 мг% глюкозы и 329,8 мг% молочной кислоты, pH был на уровне 5,55 (соответственно 74,8; 130,1; 126,2 и 77,2% по отношению к аналогичным значениям мяса животных с низкой чувствительностью к стрессу; 86,4; 117,5; 113,4 и 86,2% по отношению к показателям мяса свиней, получавших селенит натрия и токоферол).

Дальнейшие наблюдения подтвердили, что созревание мяса животных третьей группы имело менее прогрессивный характер. Так, через 12 часов с момента убоя оно содержало 644,1 мг% гликогена, 478,9 мг% глюкозы, 807,3 мг%

молочной кислоты, значение pH составило 5,33 (по отношению к аналогичным показателям мяса свиней первой группы — 74,2; 132,1; 132,1 и 88,2% соответственно, второй группы — 91,5; 126,6; 115,5 и 92,6%). Существенные изменения отмечены через 24 часа созревания. Количество гликогена снизилось до 554,5 мг%, глюкозы — до 327,5, молочной кислоты — до 745,6 мг%, уровень pH составлял 5,83 (по отношению к аналогичным показателям мяса животных первой группы — 83,8; 81,6; 78,6 и 104,1% соответственно, второй группы — 95,3; 89,9; 88,1 и 104,1%). Через 48 часов концентрация гликогена уменьшилась до 441,5 мг%, глюкозы — повысилась до 370,8 мг%, молочной кислоты — снизилась до 716,2 мг%, показатель pH — до 5,78. Значительные изменения наблюдались и в последующие дни. Так, спустя 240 часов с начала процесса созревания установлено сокращение содержания в мясе гликогена до 204,7 мг%, повышение количества глюкозы до 387,8 мг%, молочной кислоты — до 766,4 мг%. Значение pH возросло до 6,36 (по отношению к аналогичным показателям мяса животных первой группы — 92,5; 84,6; 85,4 и 110,1%, второй группы — 99,7; 91,6; 82,7 и 106,7%).

Изменения в процессе созревания мяса, полученного от животных контрольной группы, отразились на его органолептических свойствах. Оценка показала, что туши этих свиней были потемневшими и имели слегка увлажненную поверхность. На разрезе мышцы оказались влажными и липкими, недостаточно плотными и неупругими. Ямка при надавливании не выравнивалась, жир был мягким, с кисловатым запахом, серовато-матовым оттенком на разрезе и прилипал к пальцам. Мясо после варки имело непривлекательный вид, суховатую и жесткую консистенцию. Аромат и вкус отсутствовали. Качество такого мяса соответствовало оценке «ниже среднего» (четыре балла). При исследовании бульона установлено, что он был слабонаваристым, неприятного вида, без аромата и вкуса. Оценка качества такого бульона составила четыре балла.

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать заключение о том, что характер созревания мяса свиней существенно различался в зависимости от уровня их чувстви-

тельности к технологическим стресс-факторам и потребления добавок. Через десять суток с начала созревания показатель pH мяса животных с высокой устойчивостью к стрессу, которым скармливали селенит натрия и токоферол, снизился на 18,9%, содержание гликогена — в 12,2 раза, количество глюкозы выросло в 4,4 раза, молочной кислоты — в 2,9 раза. В мясе, полученном от животных с высокой чувствительностью к стрессу, не потреблявших с кормом исследуемые препараты, за период созревания содержание гликогена уменьшилось только в 1,5 раза, концентрация глюкозы увеличилась в 3,4 раза, молочной кислоты — в 2,3 раза, что обусловило повышение уровня pH на 10,1% относительно аналогичного показателя мяса свиней первой группы. Такие результаты мы объясняем тем, что селен и токоферол входят в состав целого ряда ферментов, повышающих общую резистентность организма, устойчивость животных к стресс-факторам. Это обуславливает более интенсивный рост свиней и улучшение качества получаемой от них продукции (Ермаков В.В., Ковальский В.В., 2015). В мясе увеличивается содержание белков, жиров и углеводов, в частности гликогена и глюкозы, что обеспечивает более благоприятное течение автолитических процессов и повышение качества созревшего мяса.

На основании приведенных данных можно сделать вывод о том, что скармливание животным с высокой чувствительностью к стресс-факторам неорганического селенита натрия в сочетании с токоферолом в первый и во второй периоды откорма позволило получить мясо с более высоким содержанием гликогена, глюкозы и молочной кислоты по сравнению с мясом животных, не потреблявших эти добавки. Их применение обеспечило более благоприятное течение процессов созревания. За 240 часов хранения содержание гликогена в мясе снизилось на 5,2%, на 8,4% повысилась концентрация глюкозы, на 17,3% — молочной кислоты, что привело к уменьшению показателя pH среды на 6,7% по сравнению с аналогичными показателями мяса чувствительных к стрессу животных, не получавших с кормом исследуемые препараты.

ЖР

Челябинская область