

## ВЛИЯНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА МЯСНЫЕ КАЧЕСТВА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА И СРОКИ ХРАНЕНИЯ ГОВЯДИНЫ

С.Л. ТИХОНОВ\*, к. с.-х. н.

(Кафедра управления качеством с.-х. сырья и потребительских товаров)

**Воздействие синего света на молодняк крупного рогатого скота в период выращивания способствует повышению мясной продуктивности животных и биологической ценности мяса. Облучение охлажденной говядины биолампой «Аверс-Сан» с излучателями синего, зеленого, красного спектра увеличивает сроки ее хранения.**

Промышленные технологии, используемые на крупных комплексах по выращиванию и откорму молодняка крупного рогатого скота, не всегда соответствуют биологическим потребностям организма животных, что часто обуславливает снижение продуктивности и качества продукции животноводства [1, 10, 11]. В отдельных регионах России отмечается тенденция к увеличению производства говядины с отклонениями в процессе автолиза, т.е. с признаками DFD (dark — темное, firm — плотное, dry — сухое). В охлажденной говядине с DFD-свойствами создаются благоприятные условия для развития микрофлоры вследствие прижизненного распада основной массы гликогена, низкого содержания молочной кислоты в мышечной ткани и высокой величины рН. Продолжительность хранения охлажденного мяса с признаками DFD ограничена сроком 4–5 сут [6, 9].

Традиционные способы повышения роста молодняка крупного рогатого скота (КРС) путем использования различных стимуляторов не всегда дают желаемого результата, к тому же они, как правило, имеют высокую стоимость. Поэтому поиск способов стимуляции

роста молодняка КРС и повышение качества говядины следует отнести к важным задачам агропромышленного комплекса страны, учитывая стоимость сырья и принимая во внимание значение мяса и мясопродуктов в питании человека.

Известно, что на рост и развитие животных оказывает благоприятное влияние солнечный свет [13]. В крупных промышленных откормочных комплексах молодняк КРС находится на протяжении всего периода выращивания и откорма в помещении, что приводит к ухудшению аппетита, снижению роста мышечной массы, преждевременному ожирению животных.

В связи с вышеизложенным целью наших исследований стало изучение влияния оптического излучения на рост, развитие, мясную продуктивность, биологическую ценность мяса молодняка крупного рогатого скота и продолжительность хранения охлажденного мяса с отклонениями в процессе автолиза.

Нами было проведено два эксперимента. Первый эксперимент проводили в крестьянском хозяйстве «Камень» Троицкого района Челябинской обл. Для этого были сформированы две

\* Уральская государственная академия ветеринарной медицины.

группы бычков черно-пестрой породы по 10 гол. в каждой по принципу парных аналогов с учетом возраста, живой массы, породы, происхождения и физиологического состояния. На протяжении опыта все подопытные животные находились в аналогичных условиях содержания и кормления.

Молодняк размещали в помещениях размером 22 × 84 м, разделенных на 2 секции. В обеих секциях было по 20 станков, в каждом из которых находилось по 10 бычков без привязи. Кормление было традиционным с рекомендуемым многокомпонентным набором кормов по детализированным нормам кормления и изменялось в зависимости от возраста.

*Схема опыта.* 1-я группа бычков — контрольная. Животных 2-й группы с рождения облучали светодиодным устройством — биолампой «Аверс-Сан» производства НПК «Аверс», г. Москва, мощностью 10 Дж/с, включающего встроенные в хромированном отражателе диаметром 4,5 см 20 светодиодов, излучающих видимый свет с длиной волны 430–460 нм (синий свет). Облучение проводили 2 раза в сут по 15 мин. Высоту подвески светодиодного устройства увеличивали по мере роста бычков, сохраняя расстояние 50 см от спины бычка.

Контроль за живой массой животных осуществляли путем ежемесячного индивидуального взвешивания утром до кормления и поения. На основании полученных данных рассчитывали абсолютный и среднесуточный приросты.

Оценку убойных качеств бычков проводили по результатам контрольного убоя (3 гол. из каждой группы) по методике ВАСХНИЛ, ВИЖ и ВНИИМП (1977). При этом учитывали предубойную живую массу, массу туши и внутреннего жира, убойный выход.

Органолептический анализ мяса проводили по следующим показателям: внешнему виду и цвету, консистенции, запаху, состоянию жира и сухожилий, прозрачности и аромату бульона. Ве-

личину рН определяли потенциометрическим методом с помощью рН-метра на глубине 4–5 см; количество гликогена — антроновым методом по Сейфтеру (1950); анализ биологической ценности мяса проводили путем определения химического состава, содержания аминокислот; количество влаги в мясе — методом высушивания навески, затем вычисляли по формуле; белка — методом Кьельдаля; жира — гравиметрическим методом в аппарате Сокслета; содержание золы в мясе — путем сжигания навески в фарфоровом тигле; количественный анализ аминокислот — методом ионообменной хроматографии на ионитах при помощи аминокислотного анализатора Т 339; содержание оксипролина — методом Неймана и Логана; содержание триптофана — методом Грейна и Смита. Белково-качественный показатель рассчитывали путем отношения количества триптофана к оксипролину. Для исследований отбирали средние пробы мякоти.

Для изучения влияния оптического излучения синего, красного и зеленого спектров на сроки хранения мяса с отклонениями в процессе автолиза по принципу аналогов отобрали длиннейшую мышцу спины у 10 туш говядины с признаками DFD (рН более 6,4). Образцы мяса разделили на две группы по 5 проб в каждой.

Образцы мяса контрольной и опытной групп находились в разных камерах хранения, но с аналогичными условиями (температура воздуха — 1°C; влажность воздуха — 90%). Опытные образцы длиннейшей мышцы спины контрольной группы не облучали, а говядину 2-й группы облучали биолампой «Аверс-Сан», которая излучает синий, зеленый и красный спектры света по 10 с каждый, переключается автоматически. Облучение мяса проводили ежедневно в течение 5 дней. Время экспозиции 60 мин. Лампы подвешивали под потолком, расстояние от верхней точки длиннейшей мышцы

спины составляло 30–40 см. Существенность выбранного диапазона определяется следующим. Синий свет (430–460 нм) обладает высоким бактерицидным действием, кроме того, проникает в глуболежащие ткани, что необходимо при облучении мяса с DFD-признаками. Под влиянием красного (660–740 нм) и зеленого (490–530 нм) света происходят внутриклеточные фотохимические процессы с образованием гидроксильных радикалов и других высокорепактивных веществ, действующих губительно на микробную клетку не только в поверхностных, но и в глубоких слоях мышечной ткани [2, 5, 7, 8, 12, 14].

Возможной причиной появления признаков DFD в говядине в нашем опыте является транспортный стресс, перенесенный животными до убоя. Бычков черно-пестрой породы 18-месячного возраста перевезли в убойный цех ООО «Заготсервис» г. Куртамыш Курганской обл. на расстоянии 107 км из хозяйства-поставщика ЗАО «Усть-Уйское» Курганской обл.

Свежесть мяса определяли после хранения через 5 и 7 сут, включая день убоя, по содержанию летучих жирных кислот (ЛЖК), амино-аммиачному азоту (ААА) и микроструктуре; ЛЖК — титрованием с фенолфталеином и вычисляли по формуле; амино-аммиачный азот — по ГОСТ 23392-78. Гистологические исследования мяса проводили по ГОСТ 50372-92 «Мясо. Метод гистологического исследования».

Полученный материал обрабатывали методом вариационной статистики (Н.А. Плохинский, 1969), а достоверность разницы величин — по Стьюденту.

### Результаты исследований и их обсуждение

Основным показателем, характеризующим рост, развитие животных и качество животноводческой продукции, является изменение показателей живой массы. Из данных о динамике

живой массы подопытных животных (табл. 1) видно, что бычки 2-й группы достигли живой массы 482,2 кг, в то время как живая масса бычков контрольной группы к концу опыта составила 440,8 кг и была ниже на 41,4 кг (8,6%). Абсолютный прирост живой массы за опытный период в контрольной группе составил 413,8 кг, а в опытной — 453,7 кг.

Таблица 1  
Динамика живой массы подопытных бычков, кг ( $\bar{X} \pm Sx$ ;  $n=10$ )

Возраст, мес	Группы	
	1-я (контроль)	2-я
При рождении	27,0±0,3	28,5±0,34
3	101,6±2,8	103,6±3,2
6	174,8±3,6	182,2±3,6*
9	255,3±3,1	269,2±3,5**
12	323,5±5,4	356,4±5,8**
15	392,4±5,2	426,9±5,5***
18	440,8±4,7	482,2±4,9***
За период опыта	413,8	453,7

Примечание. Здесь и далее в таблицах \*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ ; \*\*\*  $P \leq 0,001$ .

Различия по живой массе во все возрастные периоды выращивания и откорма между группами животных обусловлены неодинаковой величиной среднесуточных приростов. Так, среднесуточный прирост в опытной группе составил 845,8 г (8,8%), а в контрольной — 776,8 г.

Наиболее высокая интенсивность роста бычков опытной группы, возможно, связана с тем, что синий свет вызывает накопление азота. Кроме этого, синий свет усиливает деление клеток и как следствие увеличивается нарастание мышечной массы (мясная продуктивность) у подопытных животных. Следует отметить, что влияние света сказывается не мгновенно, а по прошествии периода времени фотокинетической индукции, что согласуется с результатами нашего эксперимента, где установлено постепенное увеличение прироста живой массы облученных бычков по нарастающей тра-

ектории. Воздействие оптического излучения с длиной волны 420–460 нм, по данным [2], способствует увеличению восприимчивости клетки к действию биологически активных веществ, поступающих с кормом, что положительно отражается на приростах живой массы. Возможно, стимулирование процессов роста животных и улучшение качества мяса также связано с действием света на функциональные системы организма животных.

Под действием света происходит информационное воздействие на клетку. Клеточные популяции представляют собой эффективные накопители информации с активным механизмом запасаения фотонов. Воспринимая внешние информационные воздействия, организм осуществляет их дифференциацию. Синий свет является своеобразной энергетической «подкачкой» основных информационных полимеров и напрямую оказывает влияние на биообъект. Под действием света на клеточном уровне происходит изменение электрического потенциала между внутренней и внешней поверхностью клеточной мембраны и клеточных органелл. Это, в свою очередь, инициирует движение ионов упорядоченной цепочки и к механическим колебаниям макромолекул. В результате накапливается электрическая энергия в виде энергии механических колебаний макромолекул, т.е. энергия света в клет-

ке переходит в электрическую энергию, которая, в свою очередь, и оказывает влияние на физико-химические процессы, протекающие в организме. Стимулируются окислительно-восстановительные процессы, усиливается активность ферментов и т.д., что приводит к активации обмена веществ, в частности, белкового и в конечном итоге — к увеличению живой массы животных, облученных синим светом [2, 4].

Анализ результатов контрольного убоя бычков показал, что масса парной туши у бычков 2-й группы была выше на 12,2% ( $P \leq 0,05$ ), а убойная масса — на 14,2% ( $P \leq 0,05$ ). С увеличением массы парной туши и внутреннего жира убойный выход в опытной группе возрос и составил 58,2, а в контрольной — 54,1%.

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют о положительном влиянии синего света на рост, развитие и мясную продуктивность бычков.

Один из показателей качества мяса — органолептический анализ — представлен в таблице 2, из которой видно, что по всем исследуемым показателям различий не обнаружено.

Исследованиями установлено, что рН мяса 1-й группы была на уровне 5,9, в то время как во 2-й группе — 5,67. Все туши соответствовали мясу NORM. Снижение величины рН на 4% во 2-й группе объясняется тем, что запасы гликогена в мясе после 24-часовой выдерж-

Таблица 2

Органолептические показатели мяса подопытных бычков (n=3)

Показатель	Группы	
	1-я (контроль)	2-я
Цвет	Розовый	Розовый
Консистенция	Упругая, плотная	Упругая, плотная
Запах мяса и жира	Специфический, характерный, для говядины, приятный	Специфический, характерный для говядины, приятный
Проба варкой:		
аромат бульона	Ароматный, приятный	Ароматный, приятный
прозрачность	Прозрачный	Прозрачный
количество хлопьев и пены	Незначительное	Незначительное
Степень обескровливания	Хорошая	Хорошая

ки были на уровне 168,6, в то время как в контрольной — 142,1 мг%. Повышение содержания гликогена в образцах мяса 2-й группы привело к усилению образования молочной кислоты и сдвигу рН мяса в кислую сторону.

При изучении химического состава мяса установлено, что количество белка в опытных образцах мяса 2-й группы достоверно выше на 2,5% ( $P \leq 0,05$ ) (табл.3), количество жира было больше в мясе бычков опытной группы на 1,3% ( $P \leq 0,05$ ). Ценность белков мяса определяется наличием незаменимых аминокислот (табл. 4).

Из данных таблицы 4 видно, что в мясе бычков 2-й группы повышается количество незаменимых аминокислот: валина — на 8,3%, триптофана — на 22, треонина — на 13,5, метионина — на 12, лизина — на 33, фенилаланина и тирозина — на 14,5, метионина и цистина — на 15,6%. Сумма аминокис-

лот протеина мяса бычков, выращенных с использованием синего света (опытная группа), была выше на 11,8%. Аминокислотный скор в опытных образцах мяса 2-й группы значительно выше по сравнению с 1-й.

Таким образом, облучение животных синим светом не только повышает прирост живой массы, мясную продуктивность бычков, но и биологическую ценность мяса.

Высокая эффективность синего света при выращивании и откорме молодняка крупного рогатого скота, возможно, связана с механизмом энергетического действия света на биообъекты. Свет воспринимают фоторецепторы. Фотосенсибилизаторы (хромофоры) обеспечивают быструю миграцию и преобразование поглощенной энергии [8]. Стадии трансформации энергии света в фотобиологических процессах можно представить следующим образом: свет — поглощение света — миграция энергии — возбуждение хромофорного комплекса — трансформация электронной энергии — первичные фотопродукты — фотобиологические эффекты (повышение роста, мясной продуктивности и качества мяса).

Во 2-м эксперименте по влиянию оптического излучения синего, зеленого и красного спектра на сроки хранения охлажденного мяса с DFD-свойст-

Таблица 3  
Химический состав мяса подопытных бычков ( $\bar{X} \pm Sx$ ;  $n=3$ )

Показатель, %	Группы	
	1-я (контроль)	2-я
Вода	70,2±2,2	66,5±3,5
Белок	18,3±0,6	20,8±0,4*
Жир	10,4±0,4	11,7±0,2*
Зола	1,1±0,1	1,00±0,05

Таблица 4  
Аминокислотный состав мяса подопытных бычков ( $n=3$ )

Аминокислота	Норма шкала ФАО/ВОЗ, г/100 г	Группы			
		1-я (контроль)		2-я	
		содержание	АС	содержание	АС
Триптофан	1,0	0,9	90	1,1	100
Валин	5,0	4,8	96	5,2	102
Лейцин	7,0	9,0	128	8,7	124
Лизин	5,5	4,8	87	6,4	116
Фенилаланин + тирозин	6,0	5,5	91	6,3	105
Треонин	4,0	3,7	92,5	4,2	105
Метионин+цистин	3,5	3,2	91,4	3,7	105,7
Общее количество	36	31,9		35,6	
БКП		5,0		6,1	

Примечание. АС — аминокислотный скор.

вами установлено, что содержание ААА и ЛЖК в образцах мяса 1-й (контроль) группы после хранения в течение 5 сут соответствуют мясу категории «сомнительно свежее». Так, количество ААА в 1-й группе составляет 1,28 мг/10 см<sup>3</sup> вытяжки, в то время как во 2-й — 0,88 мг/10 см<sup>3</sup> вытяжки ( $P \leq 0,001$ ) при норме для свежего мяса — менее 1,26 мг/10 см<sup>3</sup> вытяжки. Количество ЛЖК в 1-й группе на уровне 3,84 мг щелочи свидетельствует о том, что опытные образцы мяса по изучаемому показателю находятся в пределах верхней границы нормы для свежего мяса (норма до 4 мг щелочи). В то время как во 2-й группе количество ЛЖК составляет 2,86 мг щелочи. После 7 сут хранения образцы мяса контрольной группы по органолептическим показателям соответствуют мясу категории «несвежее»: цвет мяса — темно-красный, поверхность — липкая, запах — кисловатый, бульон с запахом несвежего мяса, мутный со значительным количеством хлопьев. При изучении физико-химических показателей свежести установлено, что содержание ААА составляет 1,66 мг/10 см<sup>3</sup> вытяжки, что характерно для мяса категории «сомнительно свежее» (1,27–1,68 мг/10 см<sup>3</sup> вытяжки). Количество ЛЖК в этой группе на уровне 4,56 мг щелочи, что свидетельствует о мясе категории «сомнительно свежее» (4,1–9 мг щелочи). В то же время в образцах говядины 2-й группы после 7 сут хра-

нения все изучаемые показатели соответствуют категории мяса «свежее».

Для более глубокого и полного анализа свежести изучена микроструктура опытных образцов мяса после 7 сут хранения (рис. 1).

Во всех гистологических препаратах мяса контрольной группы изменения однотипны. По краям всех исследованных препаратов определяются начальные явления трупного аутолиза с присоединением процессов гниения и признаками микробизма. В этих областях ядра присутствуют не во всех миоцитах, слабо окрашены гематоксилином в бледно-синий цвет. Контуры миоцитов нечеткие, «размытые» с частичной утратой поперечной исчерченности и ослаблением восприятия кислых красителей. В сосудах и в строме — скопления микробных тел. В центрах препаратов во всех структурных элементах поперечно-полосатой мышечной ткани хорошо видны интенсивно окрашенные гематоксилином ядра, контуры миоцитов ровные, четкие с отчетливо выраженной поперечной исчерченностью. Строма представлена рыхлой соединительной тканью с небольшим количеством клеточных элементов и нежными, хаотично лежащими соединительно-тканевыми волокнами. Сосуды всех калибров в полуспаившемся состоянии, имеют пустые просветы, ядра клеток всех слоев сосудистых стенок, включая эндотелиальную выстилку, сохранены.



Рис. 1. Поперечно-полосатая мышечная ткань после 7 сут хранения (контроль). Увеличение 1000. Окраска гематоксилином

Параллельно проведены гистологические исследования окрашенных гематоксилином фрагментов попереч-

но-полосатой мышечной ткани мяса DFD, подвергнутого облучению светом (рис. 2).



**Рис. 2.** Поперечно-полосатая мышечная ткань после 7 сут хранения (опытная). Увеличение 1000. Окраска гематоксилином

Во всех гистологических препаратах изменения однотипны: в миоцитах отчетливо видны ядра, контуры мышечных волокон ровные, четкие. Миоциты с хорошо выраженной поперечной исчерченностью. Строма представлена рыхлой соединительной тканью с небольшим количеством клеточных элементов и нежными, хаотично лежащими соединительно-тканевыми волокнами. Сосуды всех калибров в полусжавшемся состоянии, имеют пустые просветы, ядра клеток всех слоев сосудистых стенок, включая эндотелиальную выстилку, сохранены, окрашены гематоксилином в интенсивно-синий цвет.

### **Заключение**

В результате проведенных исследований установлено, что облучение бычков черно-пестрой породы синим светом с использованием биолампы «Аверс-Сан» мощностью 10 Дж/с, два раза в сутки по 15 мин способствует повышению среднесуточного прироста живой массы животных на 8,8%, массы парной туши — на 12,2% ( $P \leq 0,05$ ), убойной массы — на 14,2% ( $P \leq 0,05$ ), убойного выхода — на 4,1%; биологической ценности говядины: количество незаменимых аминокислот — на 12%, БКП — на 22%; улучшению химического состава: белка больше на 2,5%; ( $P \leq 0,05$ ).

Облучение охлажденной говядины с DFD-свойствами светодиодным устройством с излучателями синего, зеленого, красного спектра интенсивностью светового потока 35 мкВт/см<sup>2</sup> ежедневно в течение 5 дней при длительности экспозиции 60 мин способствует увеличению сроков хранения мяса с признаками DFD в 2,4 раза по сравнению с контрольными образцами.

### **Библиографический список**

1. Бельков, Г.И. Технология выращивания и откорм скота в промышленных комплексах и на площадках. М.: Росагропромиздат, 1989. — 2. Берглезов М.А. Механизм реализации биологического терапевтического излучения. Матер. Межд. конф. Новые терапии на антиоксидантную систему, 1997. Клин. мед. №12. С. 30–32. — 3. Биофизические механизмы сочетанного воздействия лазерного и ММ-излучения/А.Н. Волубуев, Е.Л. Овчинников, Н.Н. Крюков, Л.П. Дровяникова, П.И. Романчук // Лазерная медицина, 1997. Т.1. Вып.2. С. 284–285. — 4. Бриль Г.Е. Клеточные механизмы биоэлектрического действия излучения. Матер. Межд. конф. Новые направления медицины, 1996. М. — 5. Грачев В.И. Доктор свет: используя энергию природы. М.: Финансовый контроль, 2006. №10 (59). С.35–36. — 6. Гуринович Г.В. Белковые препараты и пищевые добавки в мяс-

- ной промышленности. М.: Издательское объединение «Российские университеты», 2005. — 7. *Илларионов Т.В.* Современные естественно-научные основы медицины. М.: Центр, 2001. С.75–89. — 8. *Карандашов В.И.* Квантовая терапия. М.: Медицина, 2004. — 9. *Криштафович В.И.* Потребительские свойства мяса с отклонениями в процессе автолиза // Мясная индустрия, 2005. №1. С.30–33. — 10. *Монастырев А.М.* Стрессы и их предупреждение при интенсивной технологии производства говядины. Троицк, 2000. — 11. *Фомичев Ю.П.* Предубойные стрессы и качество говядины. М.: Россельхозиздат, 1981. — 12. *Than K.* // J. Physiol., 2001. Vol 535. P. 836–844. — 13. *Hallman H.O.* / Laser sung a Med., 1998. Vol 8 2. P.125–129. — 14. *Brainard D.* // Neorosci., 2001. Vol.16. P 6405–6412.

*Рецензент* — доцент кафедры ГХППЖ Е.В. Казакова

#### SUMMARY

On the basis of analyses results, after having carried out researches, we consider that using of visible light with a blue spectrum is highly—effective for growth increase of living mass and biological value of beef in cattle young animals (cubs) under conditions of industrial technology. Irradiation of beef with DFD properties by blue, green and red light allows to increase the storage time.