

УДК 577: 637: 636. 3

ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ МЯСА КОЗЛИКОВ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ РОСТА

А.Б.Киселев, Л. Н. Ладика

*Сумской национальной аграрный университет, г. Сумы, ул.
Г.Кондратьева, 160, 40021, Украина*

Аннотация. Представлены результаты исследований жирнокислотного состава липидов длиннейшей мышцы спины (*Longissimus dorsi muscle*), показатели индекса мягкости и диетические показатели мяса по содержанию жирных кислот у кастрированных и некастрированных козликов при различной интенсивности их роста.

Установлено, что при сбалансированном кормлении у некастрированных козликов содержание насыщенных жирных кислот в липидах длиннейшей мышцы спины снижается, мононенасыщенных – повышается, а полиненасыщенных – не изменяется.

Ключевые слова: липиды, жирные кислоты, козье мясо, кастрированных и некастрированные козлики, индекс мягкости мяса.

Summary. The results of studies of fatty acid composition of lipids longest dorsi muscle (*Longissimus dorsi muscle*), the index of softness and dietary indicators of meat according to the content of fatty acids in goat castrated and not castrated by varying of the intensity of their growth.

Found that, balanced feeding of not castrated goats saturated with fatty acids in the lipid longissimus dorsi muscle is reduced; monounsaturated is increased and polyunsaturated does not change.

Key words: lipids, fatty acids, cooking meat, customs and non-cutting bags, meat quality index.

Введение. Козье мясо получило признание за последние годы во всем мире, особенно в развитых странах с высоким уровнем сердечно-сосудистых заболеваний, главным образом из-за низкого содержания в нем жира. В то же время, исследованию содержания липидов в козьем мясе уделяется недостаточное внимание по сравнению с определением их в мясе других животных. Так, например известны, результаты исследований, в которых оценивали липидный состав козьего мяса в одном виде мышц или в разных частях туши, а не дифференцируя структуру тканей. Цель некоторых экспериментов заключалась в том, чтобы использовать липидный состав козьего мяса как детерминанту его качества. Таким образом, были исследованы такие факторы, как порода, возраст, пол и условия кормления, которые влияли на отложение жира у коз. Установлено, что у коз по сравнению с овцами

больше откладывается внутреннего жира и меньше подкожного и внутримышечного [2, 10, 12].

Анализ источников. Состав жирных кислот жира обычно имеет незначительное влияние на рыночную стоимость туши, хотя содержание жира в нем имеет большое значение. Тем не менее, физические и химические свойства липидов влияют на пищевую ценность пищи и вкус мяса. Вкус мяса зависит от состава жирных кислот [8]. Насыщенные жирные кислоты повышают твердость жиров, влияет на вкусовые качества при охлаждении мяса. С другой стороны, ненасыщенные жирные кислоты увеличивают потенциал окисления, который влияет на срок его хранения.

Значительный интерес для повышения питательной ценности мяса стимулировали исследования по составу жирных кислот. Однако существует ограниченное число публикаций, посвященных именно составу жирных кислот [1,3,14].

Цель работы. Учитывая отмеченное выше, целью этой работы было исследование состава и содержания жирных кислот в мясе козчиков при разных условиях выращивания и фактора кастрации животных.

Материал и методика исследований. В эксперименте использовалась козлики местной популяции молочных коз. Было сформировано три группы козчиков 3-х месячного возраста, по 10 животных в каждой. Две группы были опытные и одна - контрольная. Козлики опытных групп получали комбикорма, сбалансированные по содержанию энергии, протеина, минеральных веществ и витаминов. Козлики контрольной группы получали 20% по питательности концентрированных кормов (преимущественно отруби злаков), что моделировало условия кормления в обычном хозяйстве и обеспечивало умеренный уровень роста.

Масса тела козчиков в 8-ми месячном возрасте составляла: опытная группа №1 - $39,96 \pm 0,96$ кг, опытная группа №2 - $32,55 \pm 0,43$ кг, контрольная группа - $36,15 \pm 0,80$ кг. Перед убоем животных выдерживали в течение 12-ти часов на голодной диете со свободным доступом к воде. Все процедуры были проведены в соответствии с указаниями Council Directive 86/609 / ЕЕС [4] по защите животных, используемых для экспериментальных и других научных целей. Забой козчиков проводили мясокомбинате по методу [9]. Туши после убоя хранили при температуре $12 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$) в течение 6 ч, во избежание холодового уплотнения и охлаждали до $2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$) - 24 ч [10]. После охлаждения, образцы мяса были взяты из длиннейшей мышцы спины (*Longissimus dorsi muscle*), которые отдельно упаковали в вакуум, и заморозили при температуре $-20 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Образцы мяса хранили в течение 1-

й недели. За 1 сутки до проведения анализа, образцы были разморожены при 4 °С ($\pm 1^\circ\text{C}$).

Химико-аналитические исследования были проведены в лаборатории качества и безопасности продукции АПК Национального университета биоресурсов и природопользования Украины. Для определения жирных кислот внутримышечно жир был экстрадирован из 15 г мяса, по методу Folch at al. [6]. Метилловые эфиры жирных кислот получали по методике описанной в ГОСТ 5509-2002.

Метилловые эфиры жирных кислот анализировали согласно рекомендациям описанных в ДСТУ ISO 5508-2001. Работа выполнялась на газовом хроматографе Trace GC Ultra (Thermo Electron Corporation, США) с пламенно-ионизационным детектором, на капиллярной колонке SP-2560 (100 m x 0,25 mm ID, 0,2 μm film, Supelco).

Индивидуальные жирные кислоты определялись путем сравнения времени их содержания в смеси стандарта жирных кислот Supelco 37 Component FAME Mix, C4-C24 с пределом обнаружения 0,01%. Содержание отдельных жирных кислот рассчитывали в процентах к общему количеству жирных кислот обнаруженных в смеси липидов пробы. По степени насыщенности жирные кислоты были сгруппированы следующим образом: насыщенные (НЖК), ненасыщенные (ННЖК), мононенасыщенные (МНЖК), полиненасыщенные (ПНЖК).

Статистический анализ данных был осуществлен с использованием программы StatSoft Statistica 6.1.478 Russian, Enterprise Single User, 2007 [15].

Результаты исследований и их обсуждение. В результате хроматографического анализа в липидах длиннейшей мышцы спины козчиков было обнаружено одну жирную кислоту с короткой цепью (C6), три - со средним цепью (C8-C12) и двадцать шесть - с длинной цепью (C14-C24). В мясе животных контрольной группы было выявлено 28 жирных кислот, в исследовательских группах некастрированных козчиков - 30, а кастрированных - 26 жирных кислот (табл. 1).

Таблица 1

Состав и содержание жирных кислот (в % к общему содержанию жирных кислот) в липидной фракции длиннейшей мышцы спины козчиков, $M \pm m$, $n = 10$

Жирные кислоты	Контрольная группа некастрированные козлики	Опытная группа №1 некастрированные козлики	Опытная группа №2 кастрированные козлики
C 6: 0	0,21 \pm 0,03	0,71 \pm 0,02 ^a	0,51 \pm 0,01 ^{ab}
C 8: 0	0,20 \pm 0,06	0,28 \pm 0,05	0,29 \pm 0,04
C 10: 0	0,41 \pm 0,11	0,78 \pm 0,15	0,33 \pm 0,07 ^b
C 12: 0	0,31 \pm 0,03	0,13 \pm 0,02 ^a	0,60 \pm 0,08 ^{ab}
C 14: 0	2,47 \pm 0,13	1,62 \pm 0,21 ^a	3,46 \pm 0,43 ^b

C 14: 1	0,27 ± 0,05	0,11 ± 0,02 ^a	отсутствует
C 15: 0	1,09 ± 0,15	0,78 ± 0,04	0,85 ± 0,08
C 15: 1	0,36 ± 0,06	0,19 ± 0,09	0,22 ± 0,02
C 16: 0	15,84 ± 0,89	11,71 ± 0,37 ^a	17,15 ± 0,71 ^b
C 16: 1	2,87 ± 0,21	3,63 ± 0,48	1,81 ± 0,21 ^{ab}
C 17: 0	1,23 ± 0,03	1,23 ± 0,12	1,22 ± 0,12
C 17: 1	отсутствует	0,54 ± 0,17 ^a	отсутствует
C 18: 0	15,94 ± 1,13	13,95 ± 0,40	14,50 ± 0,66
C 18: 1n9t	0,46 ± 0,07	0,99 ± 0,09 ^a	0,66 ± 0,06 ^b
C 18: 1n9c	26,85 ± 1,01	35,29 ± 0,72 ^a	30,14 ± 0,66 ^{ab}
C 18: 2n6t	1,07 ± 0,20	1,97 ± 0,37	0,79 ± 0,06 ^b
C 18: 2n6c	16,39 ± 0,42	11,52 ± 0,93 ^a	15,65 ± 0,18 ^b
C 20: 0	0,38 ± 0,06	0,32 ± 0,04	0,53 ± 0,02 ^b
C 18: 3n3	1,30 ± 0,06	0,86 ± 0,11 ^a	1,20 ± 0,02 ^b
C 20: 1	0,39 ± 0,10	0,16 ± 0,02 ^a	0,25 ± 0,05
C 20: 2	0,28 ± 0,03	0,34 ± 0,11	отсутствует
C 20: 3n6	2,24 ± 0,17	3,64 ± 0,47 ^a	1,85 ± 0,09 ^b
C 22: 0	0,29 ± 0,07	0,14 ± 0,05	0,49 ± 0,05 ^b
C 20: 3n3	0,42 ± 0,03	0,70 ± 0,12	0,35 ± 0,03 ^b
C 20: 4n6	6,46 ± 0,39	4,99 ± 0,46	4,59 ± 0,42 ^a
C 23: 0	отсутствует	0,34 ± 0,07 ^a	отсутствует
C 22: 2	0,25 ± 0,04	0,40 ± 0,02 ^a	0,33 ± 0,04
C 20: 5n3	0,51 ± 0,13	0,57 ± 0,14	0,53 ± 0,04
C 24: 0	0,32 ± 0,03	0,34 ± 0,09	0,33 ± 0,02
C 22: 6n3	1,21 ± 0,10	1,75 ± 0,27	1,38 ± 0,05
НЖК	38,72 ± 0,51	35,58 ± 1,03 ^a	40,26 ± 0,31 ^b
МНЖК	31,20 ± 1,07	40,92 ± 0,81 ^a	33,28 ± 0,36 ^b
ПНЖК	30,05 ± 0,58	26,75 ± 1,35	26,67 ± 0,65 ^a
ННЖК / НЖК	1,58 ± 0,04	1,90 ± 0,09 ^a	1,49 ± 0,03 ^b
n-6	26,16 ± 1,18	22,12 ± 2,23	22,88 ± 0,75
n-3	3,43 ± 0,32	3,89 ± 0,65	3,45 ± 0,15
n-6 / n-3	7,62 ± 0,20	5,73 ± 0,54 ^a	6,63 ± 0,25 ^a
18: 0 + 18: 1/16: 0	2,74 ± 0,16	4,29 ± 0,12 ^a	2,65 ± 0,15 ^b
C 18: 1n9c / C 18: 1n9t	59,81 ± 10,16	35,66 ± 3,04 ^a	46,02 ± 5,63
C 18: 2n6c / C 18: 2n6t	15,70 ± 3,19	6,02 ± 1,37 ^a	19,94 ± 1,55 ^b
C16: 1 + C18: 1 / C16: 0 + C18:	0,95 ± 0,04	1,56 ± 0,06 ^a	1,03 ± 0,01 ^b

a - ≤ 0,05 по сравнению с контрольной группой

b - ≤ 0,05 по сравнению с исследовательской группой №1

Жирные кислоты со средним звеном были представлены в мясе козчиков всех опытных групп, тогда как длинноцепочечные - отличались у животных отдельных групп. В мясе козчиков контрольной и опытной (кастрированные) групп не выявлено C17: 1 и C23: 0, а в последней отсутствовали еще и C14: 1 и C20: 2 жирные кислоты.

Согласно цели работы, нами было проведено сравнение состава и содержания жирных кислот в липидах длиннейшей мышцы спины животных, по группам учитывая рацион и пол. Кормовой рацион значительно влияет на состав и содержание жирных кислот в липидах мышц [1]. Некастрированные козлики, которым скармливали сбалансированный комбикорм, отличавшихся как по составу, так и по содержанию жирных кислот в липидах длиннейшей мышцы спины: количественное содержание жирных кислот С 6: 0, С 18: 1n9t, С 18: 1n9с, С 20: 3n6 и С 22: 2 достоверно повышался, а с 12: 0, С14: 0, С14: 1, с 16: 0, С 18: 2n6с, С 18: 3n3 и С 20: 1 достоверно снижался по сравнению с козликами контрольной группы. Кроме того, в мясе козликов опытной (некастрированные) группы обнаружены жирные кислоты С 17: 1 и С 23: 0.

Кастрация животных приводит к изменению гормонального статуса, что в свою очередь, ведет к изменениям других биохимических показателей. Жирнокислотный состав и содержание липидов мышц подвергается также изменениям [13]. Нами установлено, что количественное содержание и состав жирных кислот липидов длиннейшей мышцы спины кастрированных и некастрированных козликов имел отличия. В мясе кастрированных козликов количественное содержание жирных кислот таких, как С 12: 0, С14: 0, С 16: 0, С 18: 2n6с, С 20: 0, С 18: 3n3, С 22: 0 достоверно повышался, а с 10: 0, с 16: 1, с 18: 1n9t, С 20: 3n6, С 20: 3n3, С 20: 3n3 достоверно снижался по сравнению с некастрированными козликами. Кроме того, в мясе кастрированных козликов не обнаружены жирные кислоты С 17: 1, С 14: 1, С 20: 2 и С 23: 0. Следует отметить, что жирные кислоты С 8: 0, С 15: 0, С 15: 1, С 17: 0, С 18: 0, С20: 5n3, С 24: 0 и С 22: 6n3 в липидах длиннейшей мышцы спины у животных всех групп подвергались изменчивости.

Содержание насыщенных жирных кислот (НЖК) в мясе некастрированных козликов по сравнению с козликами контрольной группы, было на 8% меньше. Достоверное снижение происходило во фракциях С12: 0, С14: 0 и С16: 0 жирных кислот. В мясе кастрированных козликов уровень НЖК почти на 12% повышался по сравнению с некастрированными козликами.

Содержание мононенасыщенных жирных кислот (МНЖК) в мясе некастрированных козликов по сравнению с козликами контрольной группы почти на 24% выше. Достоверное повышение происходило во фракциях С18: 1n9t, С18: 1n9с жирных кислот также была обнаружена С17: 1 жирная кислота. В мясе кастрированных козликов уровень МНЖК почти на 19% снижался по сравнению с некастрированными козликами опытной группы. Вероятно, снижалось содержание фракций

C16: 1, C18: 1n9t, C18: 1n9c жирных кислот и не обнаружено C14: 1 жирной кислоты.

Сбалансированный кормовой рацион некастрированных козчиков опытной группы не влиял на общий уровень полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) в липидах длиннейшей мышцы спины. Однако отношение фракций жирных кислот менялось. Во фракциях жирных кислот достоверно снижался уровень C18: 2n6c, C18: 3n3 жирных кислот, тогда как C20: 3n6 повышался. Такая же зависимость сохраняется у кастрированных козчиков по сравнению с некастрированными: достоверно повышается и содержание C18: 2n6c, C18: 3n3 фракций жирных кислот, тогда как C18: 2n6t и C20: 3n6 снижается.

Известно, что высокий уровень НЖК с длинной цепью повышают содержание холестерина в плазме крови, в то время как МНЖК и ПНЖК его снижают [7]. Таким образом, отношение ненасыщенных к насыщенным жирных кислот ННЖК / НЖК и n-6 / n-3 определяет диетические показатели качества мяса [5]. С другой стороны высокое отношение ННЖК / НЖК в мясе приводит к его быстрой порчи за счет окисления ненасыщенных жирных кислот. Информация о количественном содержании n-6 и n-3 жирных кислот в мышцах коз ограничено.

В кормовом эксперименте отношение ННЖК / НЖК в липидах длиннейшей мышцы спины некастрированных козчиков опытной группы показало высокое содержание ненасыщенных жирных кислот по сравнению с козками контрольной группы. Этот показатель достоверно повысился на 17%. У кастрированных козчиков отношение ННЖК / НЖК в липидах длиннейшей мышцы спины достоверно снижалось на 21% по сравнению с некастрированными козками опытных групп. Таким образом, отношение ННЖК / НЖК в липидах длиннейшей мышцы спины козчиков контрольной группы и кастрированных козчиков практически имеет одинаковые показатели.

Как в кормовом эксперименте, так и при эксперименте с кастрацией, возможных изменений в количественном содержании n-6 и n-3 жирных кислот в липидах длиннейшей мышцы спины не произошло. Отношение n-6/n-3 жирных кислот в некастрированных козчиков исследовательской группы и кастрированных козчиков одинаковое, но, если их сравнить с козками контрольной группы, то отношение n-6 / n-3 достоверно снижается на 25% и 13% соответственно.

Vanskalieva et al. [1] показали, что отношение C18: 0 + C18: 1 / C16: 0, может быть использовано по сравнению потенциального влияния различных типов липидов на здоровье человека. Это отношение должно составлять от 2 до 3. Так, анализируя наши данные мы видим, что у козчиков контрольной группы и у кастрированных козчиков отношение

$C18: 0 + C18: 1 / C16: 0$ не превышает 3, тогда как у некастрированных козчиков опытной группы этот показатель составляет более 4.

Жирные кислоты, которые имеют транс-конфигурацию, почти прямые, поэтому их наличие в жире повышает температуру его плавления. Отношение цис- к трансизомеров жирных кислот в нашей работе имело такую картину: и в липидах длиннейшей мышцы некастрированных козчиков опытной группы по сравнению с козчиками контрольной группы отношение $C18: 1n9c / C18: 1n9t$ снижалось почти в 1,7 раза, а отношение $C 18 : 2n6c / C 18: 2n6t$ - в 2,6 раза. Это характеризует высокое содержание трансизомеров жирных кислот у некастрированных козчиков исследовательской группы. Что касается этих показателей у кастрированных козчиков, то они находились на уровне животных контрольной группы.

Индекс мягкости мяса рассматривается как отношение $C 16: 1 + C 18: 1 / C 16: 0 + C 18: 0$ [11]. В нашем эксперименте были получены данные, характеризующие животных каждой группы отдельно. У козчиков контрольной группы и у кастрированных животных этот коэффициент находился на уровне 1, тогда как у некастрированных козчиков опытной группы коэффициент достигал 1,5.

Заключение. 1. При сбалансированном кормлении содержание насыщенных жирных кислот в липидах длиннейшей мышцы спины некастрированных козчиков снижается, мононенасыщенных - повышается, а полиненасыщенных - не меняется. Отношение ненасыщенных к насыщенным жирным кислотам повышается на 17%. Изменений в количественном содержании n-6 и n-3 жирных кислот не наблюдается, но отношение n-6 / n-3 снижается на 25%. Отношение $C18: 0 + C18: 1 / C16: 0$ превышает 3. Отношение $C18: 1n9c / C18: 1n9t$ снижается в 1,7 раза, а $C 18: 2n6c / C 18: 2n6t$ - в 2,6 раза. Отношение $C16: 1 + C18: 1 / C16: 0 + C18: 0$ составило 1,5.

2. При нормированном кормлении содержание насыщенных жирных кислот в липидах длиннейшей мышцы спины кастрированных козчиков повышается по сравнению с таким же рационом некастрированных козчиков, мононенасыщенных - снижается, а полиненасыщенных - не меняется. Отношение ненасыщенных к насыщенным жирным кислотам снижается на 21%. Изменений в количественном содержании n-6 и n-3 жирных кислот не наблюдается, отношение n-6 / n-3 не меняется. Отношение $C18: 0 + C18: 1 / C16: 0$ не превышает 3. Отношение $C18: 1n9c / C18: 1n9t$ повышается в 1,3 раза, а $C 18: 2n6c / C 18: 2n6t$ - в 3,3 раза. Отношение $C16: 1 + C18: 1 / C16: 0 + C18: 0$ составило 1.

3. Показатели индекса мягкости и диетические показатели мяса по содержанию жирных кислот в липидах длиннейшей мышцы спины некастрированных козчиков опытных групп лучше по сравнению с козчиками контрольной группы и кастрированными животными.

Однако, содержание трансизомеров и отношение C18: 0 + C18: 1 / C16: 0 жирных кислот в мясе некастрированных козляков опытных групп выше по сравнению с козляками контрольной группы и кастрированных животных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Banskalieva V. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review / V. Banskalieva, T. Sahlu, A.L. Goetsch // *Small Ruminant Research*. – 2000. – V. 37. – P. 255-268.
2. Bonvillani A. Meat quality of Criollo Cordobes goat kids produced under extensive feeding conditions. Effects of sex and age/weight at slaughter / A. Bonvillani, F. Peña, V. Domenech, O. Polvillo, et al. // *J. Agric. Res. – Span.*, 2010. – V. 8. – P. 116-125.
3. Cifuni G.F. Effect of age at slaughter on carcass traits, fatty acid composition and lipid oxidation of Apulian lambs / G.F. Cifuni, F. Napolitano, C. Pacelli, A.M. Riviezz, et al. // *Small Ruminant Res.* – 2000. – V. 35 – P. 65-70.
4. Council Directive 86/609/EEC of 24 November 1986 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States regarding the protection of animals used for experimental and other scientific purposes.
5. Department of Health. Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on health and social subjects. London: HMSO – 1994.
6. Folch J. Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues / J. Folch, M. Lees, G.H.S. Stanley // *J. Biol. Chem.* – 1957. – V. 226. – P. 497-509.
7. Grundy S.M. Dietary influences on serum lipids / S.M. Grundy, M.A. Denke // *J. Lipid Res.* – 1990. – V. 31. – P. 1149-1172.
8. Melton S.L. Effects of feeds on flavor of red meat: a review / S.L. Melton // *J. Anim. Sci.* – 1990. – V. 68. – P. 4421-4435.
9. Métodos normalizados para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas. / F. Colomer Rocher, P.M. Fehr, A.H. Kirton, R. Delfa Belenguer et al. – Madrid: Cuadernos INIA, 1988. – 41 p.
10. Peña, F. Effects of genotype and slaughter weight on the meat quality of Criollo Cordobes and Anglonubian kids produced under extensive feeding conditions / F. Peña, A. Bonvillani, B. Freire, M. Juárez, et al. // *Meat Sci.* – 2010. – V. 83. – P. 417-422.
11. Todaro M. The influence of age at slaughter and litter size on some quality traits of kid meat / M. Todaro, A. Corrao, C.M.A. Barone, R. Schinelli et al. // *Small Rum. Res.* – 2002. – V. 44. – P. 75-80.
12. Van Niekerk W.A. The Boer goat. II. Growth, nutrient requirements, carcass and meat quality / W.A. van Niekerk, N.H. Casey // *Small. Rumin. Res.* – 1988. – V. 1. – P. 355-368.
13. Werdi Pratiwi N.M. Feral goats in Australia: A study on the quality and nutritive value of their meat / N.M. Werdi Pratiwi, P.J. Murray, D.G. Taylor // *Meat Science* – 2007. – V. 75. – P. 168-177.
14. Wood J.D. Effects of breed, diet, and muscle on fat deposition and eating quality in pigs / J.D. Wood, G.R. Nute, R.I. Richardson, F.M. Whittington, et al. *Southwood // Meat Sci.* – 2004. – V. 67. – P. 651-667.
15. Халафян А.А. Статистика 6. Математическая статистика с элементами теории вероятностей / А.А. Халафян. – М.: "Бином". – 2010. – 496 с.