

АГРАРНЫЕ НАУКИ

УДК 637.5.04/07:636.4.082(476)

М. А. ПЕТУХОВА

**АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ БЕЛКОВ
МЯСА СВИНЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ***(Представлено академиком И. П. Шейко)*

НПЦ НАН Беларуси по животноводству, Жодино

Поступило 18.02.2015

Введение. Пищевая и биологическая ценность мяса зависит главным образом от содержащихся в нем белков. Белки в питании человека занимают особое место. Они выполняют ряд специфических функций, свойственных только живой материи. Белковые вещества наделяют организм пластическими свойствами, заключающимися в построении структур субклеточных включений (рибосом, митохондрий и т. д.), и обеспечивают обмен между организмом и окружающей внешней средой. В обмене веществ участвуют как структурные белки клеток и тканей, так и ферментные и гормональные системы.

Эффективность обмена белков в значительной степени зависит от количественного и качественного состава пищи. При поступлении белков (с пищей) ниже рекомендуемых норм в организме начинают распадаться белки тканей (печени, плазмы крови и т. д.), а образующиеся аминокислоты – расходоваться на синтез ферментов, гормонов и других, необходимых для поддержания жизнедеятельности организма, биологически активных соединений.

Состояние белкового обмена в большей степени зависит от недостатка или отсутствия незаменимых аминокислот. Клетки организма человека не могут синтезировать необходимые белки, если в составе пищи отсутствует хотя бы одна незаменимая кислота [1].

Наряду с этим важными являются показатели биологической ценности белка, которые характеризуют качество белкового компонента продукта, обусловленное как степенью сбалансированности состава аминокислот, так и уровнем переваримости и ассимиляции белка в организме [2].

Установлено, что переваримость питательных веществ свинины составляет 90–95 %. Это свидетельствует о ценности свинины как источника белков в рационе человека и необходимости ведения селекции пород свиней, разводимых в Республике Беларусь, на получение свинины, сбалансированной по аминокислотному составу.

Цель работы – провести сравнительный анализ аминокислотного состава образцов длиннейшей мышцы спины молодняка разводимых в Республике Беларусь пород свиней.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились в СГЦ «Заднепровский» Оршанского района Витебской области в 2012–2013 гг. Использовали образцы длиннейшей мышцы спины молодняка следующих пород: белорусская крупная белая (БКБ), белорусская черно-пестрая (БЧП), белорусская мясная (БМ), дюрок (Д), ландрас (Л), йоркшир (Й).

Для изучения аминокислотного состава мышечной ткани при убое живой массой 100 кг от шести животных каждой породы были отобраны образцы мышечной ткани.

Лабораторные исследования по определению аминокислотного состава мышечной ткани выполнялись в условиях отдела научно-исследовательских экспертиз Научно-исследовательского института прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии УО «Витебской ордена «Знак Почета» государственной академии ветеринарной медицины». В исследованиях использовались общепринятые методики: ГОСТ 25011–81 «Мясо и мясные продукты. Методы определения бел-

ка», МВИ.МН 1363–2000 «Методы определения аминокислот в продуктах питания с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии». В исследованиях использовался высоко эффективный жидкостный хроматограф Hewlett Packard 1100.

Обработка и анализ полученных результатов проводились общепринятыми методами вариационной статистики на ПК.

Результаты и их обсуждение. Биологическая ценность мяса зависит от количества и соотношения в нем аминокислот. Для оценки качества белка был проведен сравнительный аминокислотный анализ образцов длиннейшей мышцы спины (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Аминокислотный состав мяса свиней, мг/100 г, М ± m

Аминокислота	Порода					
	БКБ	БМ	БЧП	Й	Л	Д
<i>Незаменимые аминокислоты</i>						
Аргинин	1451 ^{**} ± 104,5	1045 ^{***} ± 59,0	1973 ± 67,2	1281 ^{***} ± 44,2	1444 ^{***} ± 74,2	1797 ± 115,2
Лизин	1726 ^{*бм,**,***й,***л ± 103,0}	2216 ± 122,0	2318 ± 102,2	2404 ± 131,8	2407 ± 96,7	2431 ± 132,7
Фенилаланин	1068 ^{**й} ± 63,6	1033 ^{***й} ± 56,4	1121 ^{**й} ± 54,2	1566 ± 89,8	1211 ^{**й} ± 64,8	981 ^{***й} ± 52,3
Гистидин	757 ^{*й} ± 49,6	814 ± 47,2	862 ± 49,4	960 ± 51,1	855 ± 43,2	794 ^{*й} ± 41,6
Лейцин	1704 ± 91,7	2119 ± 143,4	2374 ± 111,1	1282 ^{*бкб,***бм,***л,***л ± 71,5}	2183 ± 123,5	2240 ± 127,1
Изолейцин	1963 ± 106,1	1322 ^{***бкб,***й ± 77,0}	1381 ^{**бкб,***й ± 83,7}	2053 ± 108,9	1254 ^{***бкб,***й ± 30,0}	1190 ^{***бкб,***й ± 65,9}
Метионин	523 ^{***й} ± 28,6	579 ^{***й} ± 32,2	577 ^{***й} ± 26,0	834 ± 43,8	414 ^{***й} ± 20,4	516 ^{***й} ± 27,3
Валин	1216 ^{**й} ± 79,9	1186 ^{***й} ± 48,9	1350 ^{*й} ± 73,3	1728 ± 105,6	1530 ± 83,9	1460 ± 82,6
Триптофан	265 ^{*й} ± 14,9	279 ± 15,4	267 ^{*й} ± 13,6	316 ± 16,9	290 ± 10,2	231 ^{**й} ± 13,3
Треонин	720 ^{***,***л ± 41,5}	1033 ^{***,л ± 56,5}	1310 ± 45,5	883 ^{***,***л ± 54,6}	1253 ± 66,7	1097 [*] ± 67,1
Сумма незаменимых аминокислот	11393 ^{***} ± 150,2	11626 ^{***} ± 291,1	13533 ± 214,9	13307 ± 168,5	12841 ± 96,1	12737 ± 408,3
<i>Заменимые аминокислоты</i>						
Аспарагиновая	2910 ± 172,2	2123 ± 141,1	3064 ± 146,3	2667 ± 141,6	2434 ± 153,0	2489 ± 139,8
Глютаминовая	3738 ± 218,7	3768 ± 223,1	4404 ± 221,9	4542 ± 276,9	4492 ± 263,9	4274 ± 228,5
Серин	810 ± 47,0	858 ± 52,6	893 ± 48,3	874 ± 48,6	1112 ± 61,0	1139 ± 72,1
Глицин	1027 ± 57,0	929 ± 60,1	1019 ± 52,1	1255 ± 66,1	1553 ± 91,9	968 ± 51,8
Аланин	1606 ± 98,3	1715 ± 98,6	1454 ± 90,6	1074 ± 65,5	1535 ± 93,6	1545 ± 83,3
Пролин	880 ± 54,7	851 ± 55,1	878 ± 49,1	1347 ± 73,3	1164 ± 59,0	860 ± 48,0
Цистеин	382 ± 21,8	354 ± 2,8	325 ± 9,6	334 ± 18,7	281 ± 19,2	270 ± 15,6
Тирозин	792 ± 43,7	959 ± 51,9	950 ± 48,1	717 ± 37,6	740 ± 41,2	1131 ± 51,0
Оксипролин	32 ± 0,9	31 ± 0,2	31 ± 0,3	33 ± 0,3	33 ± 0,5	31 ± 0,6
Сумма заменимых аминокислот	12177 ^{***л ± 136,1}	11588 ^{***л ± 314,2}	13018 ± 112,1	12843 ± 503,8	13344 ± 185,2	12707 ^{*л ± 81,9}
Итого (всево)	23570 ^{***} ± 207,0	23214 ^{***} ± 584,5	26551 ± 286,3	26150 ± 361,7	26185 ± 209,9	25444 [*] ± 394,6

Примечания: *** – $P \leq 0,001$, ** – $P \leq 0,01$, * – $P \leq 0,05$ в сравнении с БЧП; ***л – $P \leq 0,001$, **л – $P \leq 0,01$, *л – $P \leq 0,05$ в сравнении с Л; ***й – $P \leq 0,001$, **й – $P \leq 0,01$, *й – $P \leq 0,05$ в сравнении с Й; ***бкб – $P \leq 0,001$, **бкб – $P \leq 0,01$ в сравнении с БКБ; ***бм – $P \leq 0,001$, *бм – $P \leq 0,05$ в сравнении с БМ; ***л – $P \leq 0,001$, **л – $P \leq 0,01$ в сравнении с Д.

Общее содержание аминокислот в исследованных образцах свинины находилось в пределах от 23214 мг/100 г у белорусской мясной до 26551 мг/100 г у белорусской черно-пестрой породы. Содержание аминокислот в образцах мяса молодняка белорусской крупной белой и белорусской мясной пород было ниже на 12,6 и 14,4 % соответственно ($P \leq 0,001$), в образцах породы дюрок на 4,4 % ($P \leq 0,05$). Общее содержание аминокислот в мясе молодняка пород йоркшир и ландрас приближалось к показателю белорусской черной пестрой породы.

Незаменимые аминокислоты не синтезируются в организме и обязательно должны поступать с пищей. Содержание незаменимых аминокислот в мясе молодняка белорусской черно-пестрой породы также было наивысшим (13533 мг/100 г). Мясо молодняка белорусской мясной и белорусской крупной белой пород уступало по этому показателю на 16,4 и 18,8 % соответственно ($P \leq 0,001$). Достоверных различий с породами зарубежной селекции по количеству незаменимых аминокислот не было обнаружено.

Треонин, триптофан и лейцин усиливают иммунную защиту, предотвращая развитие иммунодефицита.

По содержанию треонина значимое преимущество имеет мясо молодняка белорусской черно-пестрой породы и ландрас. В сравнительном аспекте с белорусской черно-пестрой породой и ландрас мясо молодняка породы дюрок содержит меньше треонина на 19,4 % ($P \leq 0,05$) и 14,2 %, белорусской мясной на 26,8 % ($P \leq 0,01$) и 21,3 % ($P \leq 0,05$), йоркшир на 48,4 % ($P \leq 0,001$) и 41,9 % ($P \leq 0,01$), белорусской крупной белой на 81,9 % и 74,0 % ($P \leq 0,001$) соответственно.

Самое высокое содержание триптофана отмечено в мясе молодняка породы йоркшир (316 мг/100 г), что достоверно выше показателей белорусской черно-пестрой породы на 18,4 % ($P \leq 0,05$), белорусской крупной белой на 19,2 % ($P \leq 0,05$) и дюрок на 36,8 % ($P \leq 0,01$). Мясо пород ландрас и белорусской мясной также имеет достаточно высокое содержание триптофана (290 и 279 мг/100 г соответственно).

Из табл. 1 видно, что животные породы йоркшир значительно лимитированы по лейцину и достоверно уступают остальным породам: белорусской крупной белой на 32,9 % ($P \leq 0,01$), белорусской мясной, ландрас, дюрок и белорусской черно-пестрой породам на 65,3, 70,3, 74,7 и 85,2 % соответственно ($P \leq 0,001$). Самое высокое содержание лейцина отмечено у белорусской черно-пестрой породы (2374 мг/100 г).

Лизин, изолейцин, метионин, валин и фенилаланин стимулируют физическое развитие, накопление мышечной массы, усиливают неспецифическую устойчивость организма к действию неблагоприятных факторов [3].

Содержание лизина в мышечной ткани всех пород кроме белорусской крупной белой находится приблизительно на одном уровне (2216–2431 мг/100г). Концентрация лизина у белорусской мясной породы выше на 28,4 % ($P \leq 0,05$), белорусской черно-пестрой на 34,3 % ($P \leq 0,01$), йоркшир на 39,3 % ($P \leq 0,01$), ландрас на 39,5 % ($P \leq 0,001$), дюрок на 40,8 % ($P \leq 0,01$), чем у белорусской крупной белой породы.

Наивысшим содержанием изолейцина отличалось мясо пород йоркшир и белорусской крупной белой (2053 и 1963 мг/100 г соответственно), что выше показателя остальных пород на 42,1–72,5 % ($P \leq 0,01$; $P \leq 0,001$).

Метионин является важной серосодержащей аминокислотой. В мышечной ткани молодняка породы ландрас выявлен достоверный дефицит данной аминокислоты (414 мг/100 г), а йоркшир имеет самое высокое ее содержание (834 мг/100 г), что на 101,4 % выше ландраса ($P \leq 0,001$). Все остальные породы находятся примерно на одном уровне, уступая йоркширу от 44,0 до 61,6 % ($P \leq 0,001$).

Валин является одним из главных компонентов в росте и синтезе тканей тела. Самое высокое его содержание установлено в образцах мяса породы йоркшир (1728 мг/100 г), что достоверно выше, чем в образцах белорусской черно-пестрой породы на 28 % ($P \leq 0,05$), белорусской крупной белой на 42,1 % ($P \leq 0,01$) и белорусской мясной на 45,7 % ($P \leq 0,001$).

Содержание фенилаланина в образцах мяса молодняка породы йоркшир оказалось достоверно выше чем у всех остальных пород. Ландрас уступает по этому показателю на 29,3 %, белорусская черно-пестрая на 39,7 %, белорусская крупная белая на 46,6 % ($P \leq 0,01$), белорусская мясная на 51,6 % и дюрок на 59,6 % ($P \leq 0,001$).

Следует отметить, что в раннем возрасте и при определенных нарушениях в состоянии здоровья незаменимыми являются также гистидин и аргинин [4].

По содержанию гистидина мясо породы йоркшир имело самый высокий показатель (960 мг/100 г), что достоверно превосходило показатели белорусской крупной белой породы на 26,8 % и дюрок на 20,9 % ($P \leq 0,05$). По остальным породам достоверных различий не наблюдалось, концентрация аминокислоты находилась в пределах 814–862 мг/100 г.

Наивысшим содержанием аргинина отличалось мясо белорусской черно-пестрой породы (1973 мг/100 г), превосходство по этому показателю над белорусской крупной белой породой составило 36,0 % ($P \leq 0,01$), ландрас 36,6 %, йоркшир 54,0 % и белорусской мясной 88,8 % ($P \leq 0,001$), с дюроком достоверных различий не наблюдалось, содержание аминокислоты составило 1797 мг/100 г.

По содержанию заменимых аминокислот преимуществом обладало мясо молодняка породы ландрас, концентрация их в котором была достоверно выше чем у дюрока на 5 % ($P \leq 0,05$), белорусской крупной белой и белорусской мясной на 9,6 и 15,2 % соответственно ($P \leq 0,001$).

Более полное представление о биологической ценности любого конкретного белка, определенной химическим методом, сводится к сопоставлению его аминокислотного состава с идеальной шкалой аминокислот – расчету так называемого аминокислотного сора по формуле

$$C = \text{Снак}_{\text{иссл}} / \text{Снак}_{\text{ст}} \times 100,$$

где $\text{Снак}_{\text{иссл}}$, $\text{Снак}_{\text{ст}}$ – содержание незаменимой аминокислоты (в мг) в 1 г исследуемого и стандартного белка соответственно.

Одновременно с определением аминокислотного сора выявляют лимитирующую для данного белка незаменимую аминокислоту, т. е. ту, для которой скор является наименьшим.

Аминокислотный скор показывает предел использования азота данного вида белка для пластических («строительных») целей. Избыток других содержащихся в белке аминокислот может употребляться в качестве источника неспецифического азота или на энергетические нужды организма. В качестве стандартного белка (эталоны) использовались рекомендации экспертной комиссии ФАО/ВОЗ по оценке качества протеина для питания человека 2011 года для детей от 6 мес. до 3 лет. [5]

Из представленных в табл. 2 данных следует, что образцы мышечной ткани белорусской крупной белой породы лимитированы по треонину (аминокислотный скор 94,5 %), который критически важен на метаболическом уровне. Образцы мяса белорусской мясной и белорусской черно-пестрой пород не имеют лимитирующих аминокислот, что свидетельствует о сбалансированности и полноценности белка в них.

Т а б л и ц а 2. Аминокислотный скор незаменимых аминокислот белков мяса молодняка свиней пород белорусской селекции

Наименование аминокислоты	Эталон ФАО/ВОЗ	Содержание аминокислот, мг/г белка					
		БКБ	Скор, %	БМ	Скор, %	БЧП	Скор, %
Гистидин	20	30,8	154,0	34,2	171,0	32,0	103,9
Изолейцин	32	79,8	249,4	55,5	173,4	51,3	160,3
Лейцин	66	69,3	105,0	89,0	134,8	88,3	133,8
Лизин	57	70,2	123,2	93,1	163,3	86,2	151,2
Метионин + цистеин	27	36,8	136,3	39,2	145,2	33,5	124,1
Фенилаланин + тирозин	52	75,7	145,6	83,7	161,0	77	148,1
Треонин	31	29,3	94,5	43,4	140,0	48,7	157,1
Триптофан	8,5	10,8	127,1	11,7	137,6	9,9	116,5
Валин	43	49,5	115,1	49,8	115,8	50,2	116,7
Лимитирующая аминокислота, скор, %		Треонин, 94,5 %					

Данные о аминокислотном соре образцов пород импортной селекции представлены в табл. 3.

Белковый состав образцов мяса откормочного молодняка породы йоркшир значительно лимитирован по лейцину (аминокислотный скор 71,7 %), это аминокислота, которая наряду с изолейцином и валином необходима для роста как стимулятор синтеза белка в мышцах. Ландрас лимитирован по сумме серосодержащих аминокислот (аминокислотный скор 94,4 %), они оказывают влияние на обмен жиров и фосфолипидов в печени, метионин имеет большое значение для функции надпочечников и необходим для синтеза адреналина.

Т а б л и ц а 3. Аминокислотный скор незаменимых аминокислот белков мяса молодняка свиней пород импортной селекции

Наименование аминокислоты	Эталон ФАО/ВОЗ	Содержание аминокислот, мг/г белка					
		Й	Скор, %	Л	Скор, %	Д	Скор, %
Гистидин	20	35,3	176,5	31,4	157,0	31,5	157,5
Изолейцин	32	75,7	236,6	46,0	143,8	47,2	147,5
Лейцин	66	47,3	71,7	80,1	121,4	89	134,8
Лизин	57	88,7	155,6	88,3	154,9	96,5	169,3
Метионин + цистеин	27	43,1	159,6	25,5	94,4	31,2	115,6
Фенилаланин + тирозин	52	84,1	161,7	71,5	137,5	83,9	161,3
Треонин	31	32,5	104,8	46,0	148,4	43,6	140,6
Триптофан	8,5	11,7	137,6	10,6	124,7	9,2	108,2
Валин	43	63,7	148,1	56,1	130,5	58,0	134,9
Лимитирующая аминокислота, скор, %		Лейцин, 71,7 %		Метионин + цистеин, 94,4 %			

О качестве белка можно судить по содержанию триптофана и оксипролина. При небольшом количестве триптофана или высоком содержании оксипролина в белке биологическая ценность продукта снижается. Поэтому соотношение триптофана к оксипролину является белково-качественным показателем, который свидетельствует о содержании в мясе мышечной и соединительной тканей.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что по количеству триптофана в мясе длинной мышцы спины молодняк породы йоркшир превосходил свои аналоги на 26–85 мг/100 г (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. Биологическая ценность мяса мг/100 г, М ± m

Показатель	Порода					
	БКБ	БМ	БЧП	Й	Л	Д
Триптофан	265 ± 14,9	279 ± 15,4	267 ± 13,6	316 ± 16,9	290 ± 10,2	231 ± 13,3
Оксипролин	32 ± 0,9	31 ± 0,2	31 ± 0,3	33 ± 0,3	33 ± 0,3	31 ± 0,6
Белково-качественный показатель	8,3	9	8,6	9,6	8,8	7,5

Так как существенных различий по содержанию оксипролина в мясе всех пород не было, то мясо молодняка породы йоркшир также характеризовалось самым высоким белково-качественным показателем (9,6). Наиболее низкое содержание триптофана (231,0 мг/100 г) и соответственно невысокая биологическая ценность мяса была у животных породы дюрок (7,5). Белково-качественные показатели мышечной ткани других пород находились примерно на одном уровне (8,3–9,0).

Установлено, что наивысшим содержанием треонина, лейцина и аргинина обладает мясо молодняка белорусской черно-пестрой породы и по всем остальным незаменимым аминокислотам не испытывает серьезного недостатка. По содержанию триптофана, изолейцина, метионина, валина, фенилаланина и гистидина преимущество имеют животные породы йоркшир, однако они значительно лимитированы (скор – 71,7 %) по содержанию лейцина, что свидетельствует о несбалансированности аминокислотного состава. Животные породы ландрас испытывают небольшую недостачу метионина (скор – 94,4 %), белорусская крупная белая – треонина (скор – 94,5 %). Белорусская мясная порода и дюрок имеют сбалансированный аминокислотный состав. Белково-качественный показатель установлен в пределах 7,5–9,6.

Литература

1. Подлегаева Т. В., Пресеков А. Ю. Методы исследования свойств сырья и продуктов питания. Кемерово, 2004. – 101 с.
2. Антипова Л. В., Глотова И. А., Рогов И. А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М., 2004. – 571 с.
3. Гордынец С. А. и др. // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / Респ. науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. В. П. Филонов. Минск, 2008. Вып. 12. С. 86–90.

4. Устинова А. В., Тимошенко Н. В. Продукты для детского питания на основе мясного сырья. М., 2003. – 438 с.
5. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation (31 March–2 April, 2011, Auckland, New Zealand) / FAO Food and Nutrition Paper. Vol. 92. Rome, 2013. – 66 p.

M. A. PETUKHOVA

dainarorck@mail.ru

AMINO ACID COMPOSITION AND BIOLOGICAL VALUE OF PROTEINS IN THE MEAT OF DIFFERENT-GENOTYPE PIGS

Summary

It was established that the meat of young of Belarusian black-motley breed has the highest content of threonine, leucine, and arginine and all other essential amino acids has no significant drawbacks. For the tryptophan, isoleucine, methionine, valine, phenylalanine and histidine content, the Yorkshire breed animals have an advantage, but they are significantly limited (SCOR – 71.7 %) for the leucine content, indicating the imbalance of amino acid composition. Landrace animals have a small amount of methionine (SCOR – 94.4 %), the Belarusian large white – threonine (SCOR – 94.5 %). Belarusian meat breed and Duroc have a balanced amino acid composition. The protein quality indicator is set in the range 7.5–9.6.