

# ОБЩИЕ ВОПРОСЫ GENERAL ISSUES

УДК 636:612.124:612.015.348

DOI 10.29326/2304-196X-2018-2-25-47-52

## ИЗМЕНЕНИЯ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ГИДРОЛИЗАТА БЕЛКОВ КРОВИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СЕЗОНА ЗАГОТОВКИ СЫРЬЯ

М. Н. Гусева<sup>1</sup>, М. А. Шевченко<sup>2</sup>, Д. С. Большаков<sup>3</sup>, М. И. Доронин<sup>4</sup>, Д. В. Михалишин<sup>5</sup>, А. А. Шишкова<sup>6</sup>, В. В. Михалишин<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Старший научный сотрудник, кандидат биологических наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия, e-mail: guseva\_mn@arriah.ru

<sup>2</sup> Ведущий ветеринарный врач, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия, e-mail: shevchenko\_ma@arriah.ru

<sup>3</sup> Старший научный сотрудник, кандидат химических наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия, e-mail: bolshakov@arriah.ru

<sup>4</sup> Научный сотрудник, кандидат биологических наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия, e-mail: doronin@arriah.ru

<sup>5</sup> Заведующий лабораторией, кандидат ветеринарных наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия, e-mail: mihalishindv@arriah.ru

<sup>6</sup> Главный технолог, кандидат ветеринарных наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия, e-mail: shishkova@arriah.ru

<sup>7</sup> Главный эксперт, доктор ветеринарных наук, профессор, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия, e-mail: mihalishin@arriah.ru

### РЕЗЮМЕ

Для приготовления гидролизата белков крови исходным сырьем является цельная кровь рогатого скота, сгустки крови и другие отходы сыровоточного производства. Изучено влияние сезона заготовки сырья на аминокислотный состав гидролизата белков крови. Работа проводилась на протяжении трех лет. Показано, что содержание аминокислот менялось по сезонам. Пик, как правило, приходился на летние месяцы, в это время количество аминокислот увеличивалось в 1,2–2,3 раза, а в осенне-зимний период понижалось в 1,2–1,4 раза (различия существенны,  $p < 0,05$ ). Максимум роста глутаминовой и аспарагиновой кислот приходился на ноябрь. Зафиксировано, что их содержание было выше в 1,4 раза по сравнению с предыдущими месяцами ( $p < 0,01$ ). Увеличение количества аланина, аспарагиновой кислоты, валина, лизина, метионина, пролина, тирозина, треонина и фенилаланина было отмечено в марте в 1,3–1,8 раза (различия существенны,  $p < 0,05$ ). Количество гистидина, глицина, лейцина, серина и триптофана в начале весны оставалось на прежнем уровне, а количество аргинина, аспарагина, изолейцина в марте уменьшалось в 1,2–1,6 раза (различия существенны,  $p < 0,01$ ). Установлено, что сезонная динамика аминокислотного состава гидролизата белков крови напрямую была связана с сезонной динамикой физиолого-биохимических показателей крови крупного рогатого скота. Было отмечено, что при существенном изменении абсолютных показателей аминокислот их относительное количество в основном оставалось постоянным.

Ключевые слова: гидролизат белков крови, аминокислоты, физиологические показатели.

UDC 636:612.124:612.015.348

## CHANGES IN AMINO ACID COMPOSITION OF BLOOD PROTEIN HYDROLYSATE DEPENDING ON THE RAW MATERIAL PREPARATION MATERIAL

M. N. Guseva<sup>1</sup>, M. A. Shevchenko<sup>2</sup>, D. S. Bolshakov<sup>3</sup>, M. I. Doronin<sup>4</sup>, D. V. Mikhailishin<sup>5</sup>, A. A. Shishkova<sup>6</sup>, V. V. Mikhailishin<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Leading Researcher, Candidate of Science (Biology), FGBI "ARRIAH", Vladimir, Russia, e-mail: guseva\_mn@arriah.ru

<sup>2</sup> Leading veterinarian, FGBI "ARRIAH", Vladimir, Russia, e-mail: shevchenko\_ma@arriah.ru

<sup>3</sup> Leading Researcher, Candidate of science (Chemistry) FGBI "ARRIAH", Vladimir, Russia, e-mail: bolshakov@arriah.ru

<sup>4</sup> Researcher, Candidate of Science (Biology), FGBI "ARRIAH", Vladimir, Russia, e-mail: doronin@arriah.ru

<sup>5</sup> Head of the Laboratory, Candidate of Science (Veterinary Medicine), FGBI "ARRIAH", Vladimir, Russia, e-mail: mihalishin\_dv@arriah.ru

<sup>6</sup> Chief technologist, Candidate of Science (Veterinary Medicine), FGBI "ARRIAH", Vladimir, Russia, e-mail: shishkova@arriah.ru

<sup>7</sup> Chief Expert, Information and Analysis Centre, Doctor (Veterinary Medicine), Professor FGBI "ARRIAH", Vladimir, Russia, e-mail: mihalishin@arriah.ru

### SUMMARY

The raw material for blood protein hydrolysate preparation is whole animal blood, its clots and other serum production wastes. The dependence of amino acid composition of blood protein hydrolysate on the season of the raw material preparation was studied. The research lasted three years. It was demonstrated that the amino acid composition changed depending on the season. The peak, as a rule, was during summer months when their amount increased by 1.2–2.3 times and during autumn and winter it went down by 1.2–1.4 times (the difference is considerable,  $p < 0,05$ ). The peak of glutamic and asparagine acid growth was in November when their amount was 1.4 times higher than during the previous months ( $p < 0,01$ ). The increase of alanine, asparagine, valine, lysine, methionine, histidine, proline, tyrosine, threonine, and phenylalanine by 1.3–1.8 times was observed in March (the difference is considerable,  $p < 0,05$ ). The amount of histidine, glycine, leucine, serine, and tryptophane in the beginning of spring was at the same level and the amount of arginine, asparagine, isoleucine in March decreased by 1.2–1.6 times (the difference is considerable,  $p < 0,01$ ). So, it was determined that the dynamics of BPH amino acid composition was directly associated with the seasonal dynamics of physiological and biochemical cattle blood values. It was noted that in case of considerable change in absolute amino acid parameters their relative amount, in general, remained constant.

Key words: blood protein hydrolysate, amino acids, physiological parameters.

## ВВЕДЕНИЕ

В биотехнологии сформировано и интенсивно развивается направление, связанное с конструированием питательных сред, содержащих в качестве источников аминокислот ферментативные гидролизаты белков крови (ГБК) животных и растений [7, 9, 10].

Белковые гидролизаты представляют собой продукты расщепления белка до аминокислот и простых пептидов. Гидролизаты обычно содержат 16–20 аминокислот с вариabельной концентрацией, а также пептиды разной молекулярной массы [4, 11].

Известны три метода гидролиза белков – кислотный, щелочной и ферментативный. При всех этих видах гидролиза происходит расщепление белка на составные части, однако конечные продукты различны. В данных исследованиях использовали ГБК с ферментативным методом гидролиза [14].

В нашей стране широко используются гидролизаты белков крови животных, главным образом крупного рогатого скота (КРС). Кровь является лучшим сырьем, она содержит 18% полноценного белка, а также минеральные вещества, которые остаются в препарате при его изготовлении [3, 6]. Исходным сырьем для получения ГБК являются цельная кровь КРС, ее сгустки и другие отходы сыровоточного производства [14].

Важное значение имеет изучение морфологического и биохимического состава крови, дающее определенное представление о закономерностях изменения внутренней среды организма. Так, наблюдалась тенденция снижения величины морфологических показателей в зимний период, что, очевидно, обусловлено снижением интенсивности обменных процессов у животных всех пород [2].

Сезон года – комплексный фактор, который включает климатическую специфику зоны, особенности кормления, моцион и инсоляцию в летнее время, – вызывает у коров существенные изменения морфологической картины крови. Для зимнего периода характерны смещения показателей крови, которые в целом можно назвать неблагоприятными изменениями гомеостаза. Так, зимой у КРС, независимо от его физиологического состояния, в крови обнаружено на 1–2 тысячи больше лейкоцитов, в частности фагоцитирующих нейтрофилов. При этом отмечается более низкий уровень гемоглобина в цельной крови КРС. Под влиянием солнечной инсоляции, активного моциона и зеленых кормов улучшается общее состояние животных, нормализуется воспроизводительная функция и повышается молочная продуктивность. При переводе на пастбище коров черно-пестрой породы в условиях хозяйства Тульской области уже через 2 недели в крови повышалось количество эритроцитов, уровень гемоглобина и сокращалась доля фагоцитирующих лейкоцитов [8]. Таким образом, сезонный фактор существенно влияет на гомеостаз КРС, а следовательно, и на сырье для изготовления ГБК.

Целью работы было изучение аминокислотного состава ГБК в зависимости от сезона заготовки сырья.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использовали гидролизат белков крови жидкий, полученный из ООО НПП «Биохимсервис».

Аминокислотный состав ГБК определяли в соответствии с методикой М-04-38-2009 «Корма, комбикорма и сырье для их производства. Методика измерений массовой доли аминокислот методом капиллярного

электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель»».

Для статистической обработки данных вычисляли среднее арифметическое значение и его ошибку для каждой аминокислоты ежемесячно. Существенность различия между средними показателями двух выборок оценивали с помощью критерия Стьюдента ( $t$ ), который представлял собой отношение разности между средними значениями к ошибке этой разности [1].

Уровень значимости отражал степень уверенности в истинности полученных данных и показывал, какова вероятность случайного возникновения исследуемых показателей. В представленных опытах его коэффициент составлял не более 0,05 (5%).

Цифровой материал статистически обрабатывался на персональном компьютере общепринятыми методами вариационной статистики с использованием программы Microsoft Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При изучении аминокислотного состава гидролизата белков крови было установлено, что содержание аминокислот менялось по сезонам года (табл., рис. 1–6). Пик, как правило, приходился на летние месяцы.

При ежемесячном сравнении содержания аминокислот в ГБК было замечено, что количество заменимых аминокислот (аланина, аспарагиновой кислоты, пролина) и незаменимых аминокислот (валина, лизина, метионина, тирозина, треонина, фенилаланина) увеличивалось в марте в 1,3–1,8 раза (различия существенны,  $p < 0,05$ ). Содержание таких заменимых аминокислот, как глицин, серин, и незаменимых аминокислот – гистидина, лейцина и триптофана – в начале весны оставалось на прежнем уровне. Концентрация аргинина, аспарагина, изолейцина в марте уменьшалась в 1,2–1,6 раза (различия существенны,  $p < 0,01$ ).

Вероятно, такое различие в динамике количества аминокислот в начале весны было связано с изменением рациона питания и содержания КРС. Алиментарный стресс, связанный с однообразием кормления, а также с недостатком зеленых кормов в это время года, способствует глубокому нарушению процессов адаптации, приводящих к ухудшению здоровья животных и снижению продуктивности [5, 13].

Известно, что поздний зимне-стойловый период является наиболее стрессогенным, что связано с некомпенсированным возрастанием процессов свободнорадикального окисления на фоне истощения собственной системы антиоксидантной защиты. Развивающаяся в это время стресс-реакция организма достигает значительной интенсивности и длительности и превращается из звена адаптации в звено патогенеза. Поэтому с целью сохранения здоровья и продуктивности животных применяют противострессовые и антиоксидантные препараты, а также включают в рацион различные добавки [5].

Из данных, представленных в таблице и на рисунке 1, видно, что для заменимой аминокислоты аланин и незаменимой аминокислоты валин характерна стандартная картина изменения концентрации в зависимости от сезона года: количество аминокислот в летние месяцы увеличивалось в 1,3–1,4 раза, понижалось в осенне-зимний период в 1,2–1,5 раза (различия существенны,  $p < 0,05$ ).

Пик концентрации глутаминовой (рис. 1) и аспарагиновой (рис. 4) кислот приходился на ноябрь, их количе-

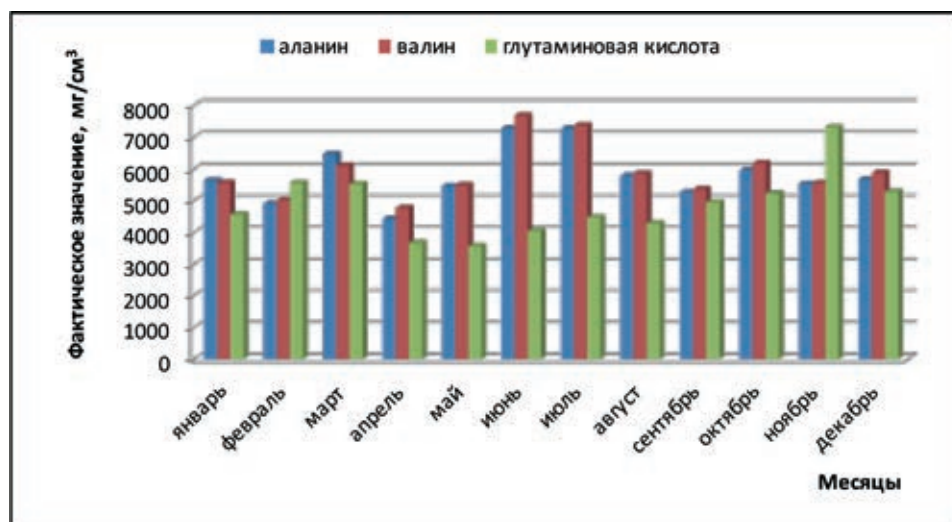


Рис. 1. Сезонная динамика аминокислотного состава ГБК (по аминокислотам аланин, валин, глутаминовая кислота)

ство по сравнению с содержанием в предыдущих месяцах было больше в 1,4 раза (различия существенны,  $p < 0,01$ ). Данные соединения являются заменимыми аминокислотами.

Уникальность глутаминовой и аспарагиновой аминокислот в том, что для взаимного превращения друг в друга все заменимые аминокислоты должны превратиться вначале в глутаминовую или аспарагиновую кислоту. Этот факт определяет их интегрирующую роль в азотистом обмене. Однако данная особенность не исчерпывается лишь компенсацией недополученных с пищей аминокислот. Известен также феномен «перераспределения азота в организме». При дефиците белка в том или ином органе вследствие заболевания или гиперфункции (необходимость рабочей гипертрофии) происходит перераспределение азота: белок «изымается» из одних внутренних органов и направляется в другие [11, 12]. Таким образом, вероятно, при переводе животных на силосно-концентратный тип кормле-

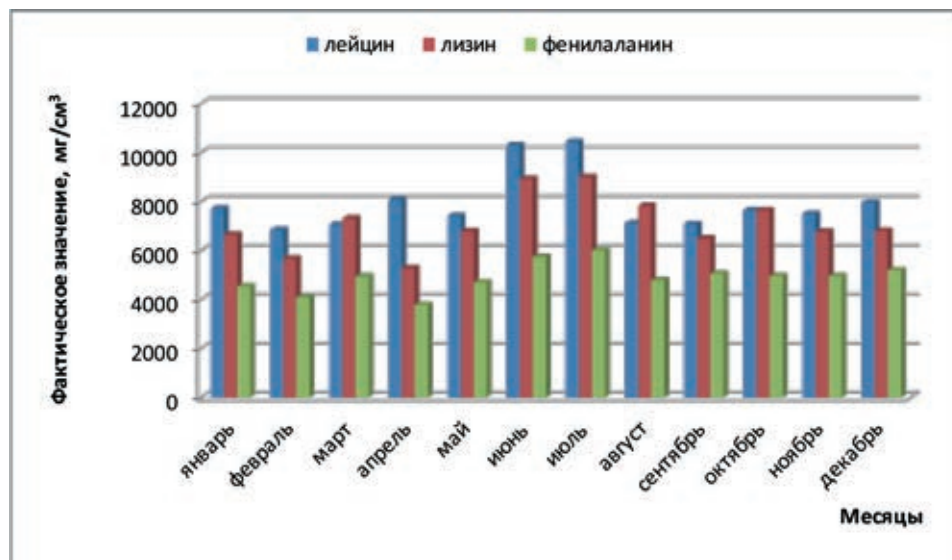
ния происходит увеличение в организме содержания глутаминовой и аспарагиновой кислот.

Из данных, представленных в таблице и на рисунке 2, видно, что в ГБК отмечалась стандартная сезонная динамика изменения содержания незаменимых аминокислот лейцина, лизина и фенилаланина: количество аминокислот в летние месяцы увеличивалось в 1,3–1,6 раза, понижалось в осенне-зимний период в 1,2–1,5 раза (различия существенны,  $p < 0,05$ ).

Выявлено, что содержание аргинина (рис. 3) увеличивалось к концу года в 1,4 раза ( $p < 0,05$ ), понижалось в марте в 1,6 раза ( $p < 0,01$ ) и оставалось довольно стабильным в летние месяцы. Количество глицина, пролина, серина (табл., рис. 4), а также изолейцина, метионина, триптофана и тирозина (табл., рис. 5) увеличивалось в летние месяцы в 1,3–2,3 раза, понижалось в осенне-зимний период в 1,2–1,4 раза (различия существенны,  $p < 0,05$ ).

При оценке относительного содержания аминокислот в ГБК было выявлено, что на протяжении всех сезо-

Рис. 2. Сезонная динамика аминокислотного состава ГБК (по незаменимым аминокислотам лейцин, лизин, фенилаланин)



**Таблица 1**  
Изменения аминокислотного состава ГБК по месяцам

Аминокислота	Фактическое значение, мг/см <sup>3</sup>											
	Январь (n = 27)	Февраль (n = 15)	Март (n = 24)	Апрель (n = 13)	Май (n = 20)	Июнь (n = 12)	Июль (n = 13)	Август (n = 6)	Сентябрь (n = 16)	Октябрь (n = 28)	Ноябрь (n = 28)	Декабрь (n = 25)
Аланин	5638,9 ± 181,8	4908,0 ± 176,7	6463,3 ± 659,8	4426,9 ± 568,8	5457,0 ± 218,3	7274,3 ± 681,3	7272,7 ± 508,1	5785,0 ± 196,5	5265,9 ± 151,7	5956,3 ± 248,5	5531,1 ± 170,5	5664,4 ± 104,7
Аргинин	1702,2 ± 178,4	1867,3 ± 160,3	1134,2 ± 186,9	1326,2 ± 269,6	1772,5 ± 234,3	1768,9 ± 231,4	1607,8 ± 234,1	1653,3 ± 411,2	2300,0 ± 154,0	1366,1 ± 171,8	2030,0 ± 193,9	2756,0 ± 205,0
Аспарагин	2068,8 ± 66,7	1768,6 ± 76,7	1497,2 ± 188,9	2458,6 ± 133,4	2190 ± 145,5	2967,7 ± 302,2	2705,7 ± 308,6	2296,7 ± 76,7	2153,8 ± 64,4	2258,1 ± 33,1	2225,2 ± 116,1	2171,4 ± 65,5
Аспарагиновая кислота	4028,1 ± 324,9	4677,9 ± 828,8	6889,6 ± 641,6	3126,9 ± 577,3	3282,5 ± 224,2	3898,2 ± 289,2	4269,2 ± 286,0	4000,0 ± 853,8	4278,1 ± 510,1	4391,1 ± 542,4	6361,7 ± 615,9	4786,1 ± 242,6
Валин	5565,9 ± 168,4	5022,0 ± 187,0	6112,5 ± 473,6	4767,7 ± 668,5	5489,5 ± 234,1	7689,2 ± 693,7	7380,1 ± 600,9	5863,3 ± 318,4	5364,4 ± 77,4	6184,9 ± 282,9	5554,6 ± 191,8	5875,2 ± 156,2
Гистидин	3525,2 ± 92,5	3146,7 ± 157,3	3663,3 ± 262,2	2929,2 ± 330,9	3496,0 ± 138,3	4661,9 ± 433,0	4506,7 ± 332,3	3603,3 ± 197,6	3295,0 ± 95,8	3802,2 ± 177,6	3614,6 ± 102,9	3641,6 ± 55,4
Глицин	2535,6 ± 67,9	2144,0 ± 91,8	2610,8 ± 211,7	2153,8 ± 277,2	2555,5 ± 107,2	3642,4 ± 356,5	3534,15 ± 265,7	2990,0 ± 112,3	2577,5 ± 80,9	2742,1 ± 102,1	2571,8 ± 79,0	2548,0 ± 64,2
Глутаминовая кислота	4562,9 ± 286,8	5558,7 ± 581,6	5529,2 ± 257,3	3673,8 ± 594,9	3577,0 ± 231,3	4045,5 ± 293,2	4475,0 ± 292,4	4295,0 ± 989,8	4953,8 ± 468,0	5231,4 ± 426,0	7315,9 ± 449,9	5286,4 ± 274,0
Изолейцин	1152,9 ± 61,9	1074,3 ± 29,5	884,7 ± 58,4	1015,6 ± 85,3	652,7 ± 76,3	1490,4 ± 148,7	1570,6 ± 121,2	1096,7 ± 165,9	1121,3 ± 69,7	1120,5 ± 71,3	972,9 ± 71,3	1177,8 ± 39,6
Лейцин	7711,7 ± 272,0	6845,7 ± 204,9	7046,3 ± 181,9	8090,0 ± 549,5	7413,3 ± 197,7	10308,0 ± 1132,6	10443,6 ± 867,9	7120,0 ± 217,8	7085,6 ± 179,4	7640,5 ± 141,4	7500,8 ± 279,1	7977,4 ± 224,6
Лизин	6655,6 ± 323,9	5684,0 ± 212,2	7320,4 ± 679,2	5288,5 ± 594,3	6803,0 ± 303,3	8935,0 ± 758,5	9011,5 ± 507,1	7833,3 ± 575,1	6504,4 ± 146,8	7660,7 ± 364,5	6774,3 ± 216,4	6818,8 ± 107,2
Метионин	1509,6 ± 91,1	1192,7 ± 71,3	1553,3 ± 115,0	1538,5 ± 67,4	1971,0 ± 273,8	1824,5 ± 157,9	1758,1 ± 101,9	1458,3 ± 58,4	1320,0 ± 37,8	1379,3 ± 44,2	1301,0 ± 40,5	1396,8 ± 50,2
Пролин	2037,0 ± 105,5	1784,1 ± 78,7	2471,7 ± 249,2	1957,7 ± 229,1	2213,5 ± 102,2	2867,8 ± 198,4	2864,6 ± 177,9	2630,0 ± 145,8	2206,9 ± 42,6	2492,5 ± 114,1	2896,4 ± 267,1	3163,6 ± 750,5
Серин	3701,9 ± 210,4	3408,7 ± 143,1	3965,4 ± 311,7	3071,8 ± 423,7	3803,2 ± 203,8	4293,3 ± 261,0	4510,5 ± 193,1	4491,7 ± 420,7	3886,3 ± 139,8	4185,0 ± 214,8	4166,8 ± 150,1	4285,6 ± 99,2
Тирозин	871,5 ± 93,8	693,3 ± 71,4	1248,3 ± 206,1	640,8 ± 46,9	930,0 ± 136,8	1102,2 ± 169,4	1204,7 ± 146,8	1433,3 ± 391,8	943,8 ± 92,2	1238,6 ± 186,4	1019,6 ± 93,5	1004,8 ± 60,8
Треонин	3671,9 ± 197,7	3282,0 ± 116,8	4457,1 ± 482,5	3225,4 ± 321,9	3987,0 ± 234,5	5021,4 ± 381,6	5208,5 ± 276,8	4998,3 ± 472,7	3772,5 ± 119,2	4700,4 ± 323,2	3931,8 ± 104,6	3892,5 ± 102,6
Триптофан	1157,8 ± 38,9	1112,1 ± 31,8	1205,4 ± 61,1	1043,8 ± 91,5	1116,0 ± 72,4	1528,8 ± 114,6	1443,7 ± 66,7	1470,0 ± 161,3	1107,5 ± 18,7	1395,0 ± 89,4	1188,2 ± 39,3	1124,0 ± 32,3
Фенилаланин	4541,5 ± 185,1	4107,3 ± 178,7	4952,9 ± 360,2	3791,5 ± 480,1	4708,0 ± 181,9	5748,6 ± 436,7	6019,0 ± 363,7	4790,0 ± 253,6	5061,3 ± 109,4	4967,1 ± 171,7	4967,5 ± 187,9	5204,4 ± 127,5

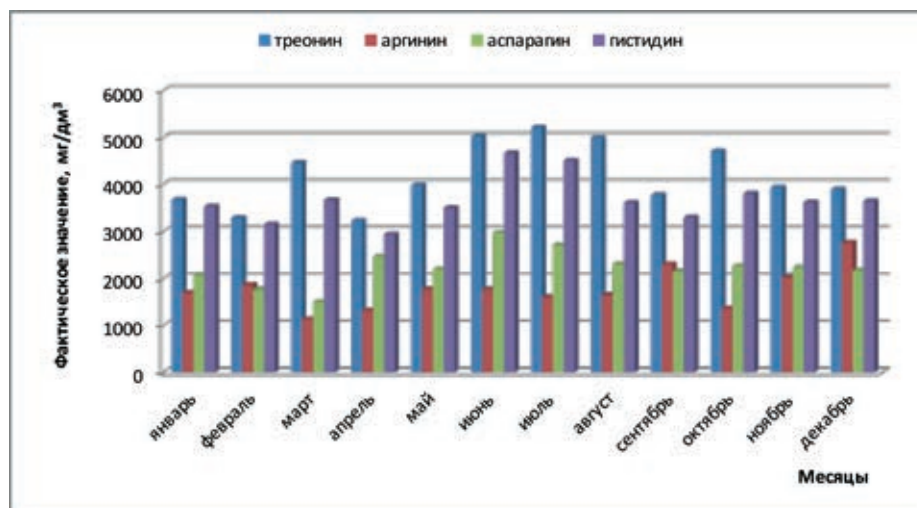


Рис. 3. Сезонная динамика аминокислотного состава ГБК (по аминокислотам треонин, аргинин, аспарагин и гистидин)



Рис. 4. Сезонная динамика аминокислотного состава ГБК (по заменимым аминокислотам глицин, аспарагиновая кислота, пролин, серин)

нов года процент следующих аминокислот оставался на постоянном уровне: тирозина (1–2%), изолейцина (1–2%), триптофана (2%), метионина (2–3%), аргинина (2–4%), аспарагина (2–4%), пролина (3–5%), валина (8–10%), глицина (4–5%), гистидина (4–6%), серина (5–7%), треонина (6–7%), фенилаланина (7–8%), аланина (8–10%), лизина (10–12%). Относительное содержание лейцина изменялось скачкообразно в марте – апреле с 10 до 15%, а на протяжении остального года оставалось в пределах 11–12%. В небольших пределах колебался процент содержания аспарагиновой и глутаминовой кислот. Так, в марте и ноябре количество каждой аминокислоты составляло 10% от общего числа, в остальное время снижалось до 5–6%.

Таким образом, при существенном изменении абсолютных показателей аминокислот их относительное количество в основном оставалось постоянным.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенных исследований была изучена сезонная динамика аминокислотного состава гидролизата белков крови, которая напрямую зависела от сезона

заготовки сырья и физиолого-биохимических показателей крови КРС.

Максимальное содержание аминокислот было отмечено в летние месяцы, а в осенне-зимний период их количество понижалось. Исключение составляют глутаминовая и аспарагиновая кислоты, увеличение содержания которых приходится на ноябрь. Причиной этого, вероятно, является перевод животных на силосно-концентратный тип кормления.

Было отмечено, что при существенном изменении абсолютных показателей аминокислот их относительное количество в основном оставалось постоянным.

Полученные результаты предполагают проведение дальнейших исследований по изучению влияния сезонных изменений аминокислотного состава гидролизата белков крови на интенсивность прироста клеточной популяции и выход иммуногенных компонентов вируса ящура.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гланц С. Медико-биологическая статистика: пер. с англ. – М.: Практика, 1999. – 459 с.

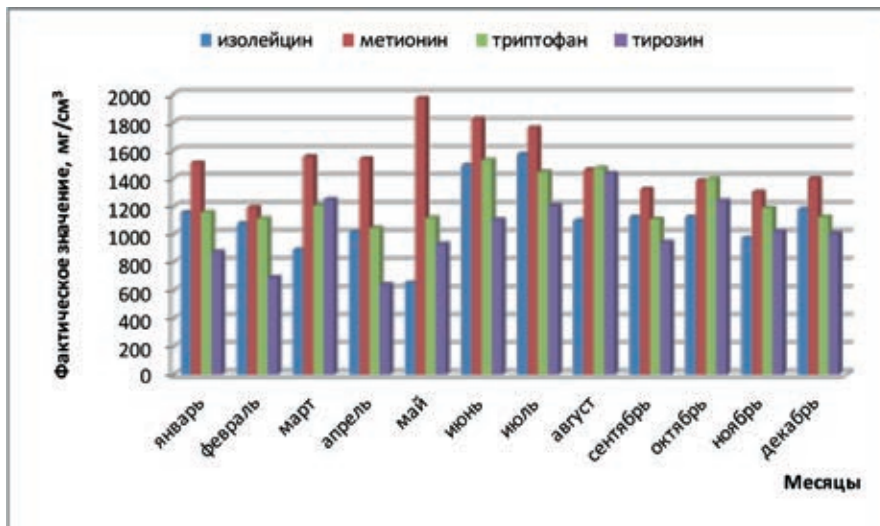


Рис. 5. Сезонная динамика аминокислотного состава ГБК (по аминокислотам изолейцин, метионин, триптофан, тирозин)

2. Григорьев К. Н., Фоминцев К. А., Александрова С. С. Сезонные изменения морфологических и биохимических показателей крови у скота мясных пород // Эпоха науки. – 2016. – № 8. – С. 244–249.

3. Гудимо О. С., Колесникова Н. А., Шошиев Л. Н. Культивирование клеток HeLa на питательных средах с гидролизатами сыворотки крови человека и животных // Вопросы вирусологии. – 1961. – № 3. – С. 375–379.

4. Дьяконов Л. П. Культуры клеток животных: современные аспекты биотехнологии и взаимодействия клеток с инъекционными патогенами // Цитология. – 1994. – Т. 36, № 6. – С. 503–504.

5. Ермакова Н. В. Сезонность и технологический стресс в животноводстве // Ученые записки Орловского гос. ун-та. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. – 2014. – № 3. – С. 148–151.

6. Животная клетка в культуре (методы и применение в биотехнологии) / под ред. Л. П. Дьяконова. – М.: Спутник+, 2009. – 656 с.

7. Конохов А. Ф. Метаболические потребности клеточных культур сельскохозяйственных животных и конструирование питательных сред на основе отечественных компонентов // Ветеринарная иммунология и биотехнология. – 1988. – Т. 66. – С. 125–129.

8. Макашова Т. А., Никифорова Т. А., Иванов А. А. Показатели крови молочных коров как отражение физиологического состояния животных // Вестник мясного скотоводства. – 2010. – Т. 1, № 63. – С. 85–94.

9. Матюшина Л. И., Оковытый А. С. Состав и свойства некоторых компонентов отечественных и зарубежных питательных сред // Актуальные проблемы ветеринарной вирусологии: тезисы докладов II конф. молодых ученых, посвящ. 110-летию со дня рождения В. И. Ленина, г. Владимир, 16–17 апреля 1980 г. – Владимир, 1980. – С. 11–13.

10. Некоторые особенности роста в суспензии монослойно-суспензионных клеток ВНК-21 / В. И. Родичкин, А. С. Оковытый, Г. А. Кудрявцева [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарной вирусологии: тезисы докладов II конф. молодых ученых, посвящ. 110-летию со дня рождения В. И. Ленина, г. Владимир, 16–17 апреля 1980 г. – Владимир, 1980. – С. 8–10.

11. Нельсон Д., Кокс М. Основы биохимии Ленинджера. Т. 2. Биоэнергетика и метаболизм. – М.: Бином, 2011. – 633 с.

12. Николаев А. Я. Биологическая химия. – М.: МИА, 2004. – 566 с.

13. Плотников А. И. Совершенствование технологии содержания крупного рогатого скота // Инновационные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: материалы междунар. науч.-практ. конф., Ставрополь, 20 мая 2016 г. – Ставрополь, 2016. – С. 15–19.

14. СТО 63462173-0002-2010. Гидролизат белков крови ферментативный. Технические условия. – Владимир, 2010.

## REFERENCES

1. Glanc S. Methodical and biological statistics: translation from English [Mediko-biologicheskaja statistika: per. s angl.]. M.: Practica; 1998 (in Russian).

2. Grigor'ev K. N., Fomincev K. A., Aleksandrova S. S. Seasonal changes in morphological and biochemical parameters of meat cattle blood [Sezonnye izmenenija morfoloicheskikh i biohimicheskikh pokazatelej krovi u skota mjasnyh porod]. *Jepoha nauki*. 2016; 8: 244–249 (in Russian).

3. Gudimo O. S., Kolesnikova N. A., Shoshiev L. N. HeLa cell cultivation using nutrient media with human and animal blood serum hydrolysate

[Kul'tivirovanie kletok HeLa na pitatel'nyh sredah s gidrolizatami syvotki krovi cheloveka i zhivotnyh]. *Voprosy virusologii*. 1961; 3: 375–379 (in Russian).

4. D'jakonov L. P. Animal cell cultures: contemporary aspects of biotechnology and cell interaction with injected pathogens [Kul'tury kletok zhivotnyh: sovremennye aspekty biotekhnologii i vzaimodejstvija kletok s in'ekcionnymi patogenami]. *Citologija*. 1994; 36 (6): 503–504 (in Russian).

5. Ermakova N. V. Seasons and technological stress in animal husbandry [Sezonnost' i tehnologicheskij stress v zhivotnovodstve]. *Uchenye zapiski Orlovskogo gos. un-ta. Serija: Estestvennye, tehniczeskie i medicinskie nauki*. 2014; 3 (59): 148–151 (in Russian).

6. Live cell in culture (methods and application in biotechnology) [Zhivotnaja kletka v kul'ture (metody i primenenie v biotekhnologii)]: pod red. L. P. D'jakonova. – M.: Sputnik+, 2009 (in Russian).

7. Konyuhov A. F. Metabolic demand of livestock cell culture and design of nutrient media basing on domestic components [Metabolicheskie potrebnosti kletochnyh kul'tur sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh i konstruirovaniye pitatel'nyh sred na osnove otechestvennyh komponentov]. *Veterinarnaja immunologija i biotekhnologija*. 1988; 66: 125–129 (in Russian).

8. Makashova T. A., Nikiforova T. A., Ivanov A. A. Milk cow blood parameters as reflection of animal physiological status [Pokazатели krovi molochnyh korov kak otrazhenie fiziologicheskogo sostojanija zhivotnyh]. *Vestnik mjasnogo skotovodstva*. 2010; 1 (63): 85–94 (in Russian).

9. Matjushina L. I., Okovytyj A. S. Composition and properties of some domestic and foreign nutrient medium components [Sostav i svojstva nekotoryh komponentov otechestvennyh i zarubezhnyh pitatel'nyh sred]. *Aktual'nye problemy veterinarnoj virusologii: tezisy dokladov II konf. molodyh ucheny, posvjashh. 110-letiju so dnja rozhdenija V. I. Lenina, Vladimir, 16–17 aprelja 1980 Vladimir; 1980: 11–13 (in Russian).*

10. Rodichkin V. I., Okovytyj A. S., Kudrjavceva G. A. et al. Some peculiarities of growth in the suspension of BHK-21 monolayer-suspension cells [Nekotorye osobennosti rosta v suspenzii monoslojno-suspenzionnyh kletok BHK-21]. *Aktual'nye problemy veterinarnoj virusologii: tezisy dokladov II konf. molodyh ucheny, posvjashh. 110-letiju so dnja rozhdenija V. I. Lenina, Vladimir, 16–17 aprelja 1980 Vladimir; 1980: 8–10 (in Russian).*

11. Nel'son D., Koks M. Lehninger Principles of Biochemistry [Osnovy biohimii Lenindzhera]. Vol. 2. *Bioenergetika i metabolizm*. M.: Binom, 2011 (in Russian).

12. Nikolayev A. Ya. Biological chemistry [Biologicheskaja himija]. M.: MIA; 2004 (in Russian).

13. Plotnikov A. I. Improvement of cattle management technology [Sovershenstvovanie tehnologii sodержanija krupnogo rogatogo skota]. *Innovacionnye tehnologii v proizvodstve i pererabotke sel'skohozjajstvennoj produkcii: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Stavropol', 20 maja 2016 Stavropol'; 2016: 15–19 (in Russian).*

14. SТО 63462173-0002-2010. Enzymic blood protein hydrolysate. Technical specifications [Gidrolizat belkov krovi fermentativnyj. Tehniczeskie uslovija]. Vladimir; 2010 (in Russian).

Поступила 10.02.18  
Принята в печать 19.04.18