



Научная статья  
УДК 631.8:57.084  
doi: 10.55186/25876740\_2024\_67\_5\_561

## ВЛИЯНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ПЛОДОВ ЯБЛОК И ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ, СФОРМИРОВАННОГО ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРИЕМА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ПОЧВЫ, НА ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ КРЫС В БИОЛОГИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Ю.К. Альтудов<sup>1</sup>, И.Х. Борукаева<sup>1</sup>, А.Х. Занилов<sup>1</sup>, М.А. Конов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, Нальчик, Россия

<sup>2</sup>Научно-производственное предприятие «Радий», Москва, Россия

**Аннотация.** Незаменимые аминокислоты как компонент белковых молекул определяют ценность сельскохозяйственной продукции. Организм млекопитающих, в том числе человека, не приспособленный к синтезу достаточного количества незаменимых аминокислот компенсирует их дефицит потреблением пищи. В условиях интенсификации земледелия отмечается снижение качества продовольствия. Причиной является деградация естественного плодородия. Существующие агротехнологии направлены преимущественно на повышение валовой урожайности. Потребность почв в восстановительных мероприятиях на практике учитывается значительно реже. Известно, что плодородие почвы тесно связано с активностью ее микрофлоры. Признанными приемами компенсации (биоактивация) численности полезных микроорганизмов являются внесение в почву органических, органо-минеральных почвоудобрительных средств и агрономически ценных штаммов микроорганизмов. В качестве объектов исследования использовались культуры — лидеры по потреблению населением — яблоки и озимая пшеница. В технологию их производства были включены: органо-минеральный комплекс АКМ (смесь серпентинита и бурого угля) под яблоневые деревья в норме 1 т/га и консорциум почвенных микроорганизмов, внесенный в почву перед высевом озимой пшеницы в дозе 2 л/га. Исследования проводились в условиях Кабардино-Балкарской республики в 2023-2024 гг. В результате исследования было установлено, что представленные средства повышали концентрацию в плодах яблок 5 из 8 незаменимых аминокислот на 10,2-32,3%, и всех незаменимых аминокислот в зерне озимой пшеницы — на 23,7-57,5%. Фаза эксперимента, связанная со скормливанием яблок (45 мг/сутки/особь) и зерна озимой пшеницы (30 мг/сутки/особь) на протяжении 54 дней, продемонстрировала улучшение показателей крови лабораторных крыс. Клинический и биохимический анализы выявили достоверное увеличение содержания гемоглобина и эритроцитарного гемоглобина, улучшившими кислородное обеспечение организма. Была отмечена нормализация системы гемостаза у опытных крыс за счет увеличения изначально сниженного уровня тромбоцитов. Было улучшено морфо-функциональное состояние печени, что связано со уменьшением содержания в крови АЛТ и АСТ, достигнутым за счет антитоксического действия аминокислот.

**Ключевые слова:** средства биоактивации почвы, качество продукции, незаменимые аминокислоты, показатели крови, эритроциты, гемоглобин

**Благодарности:** работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки РФ (FZZR-2023-0010).

Original article

## THE EFFECT OF THE AMINO ACID COMPOSITION OF APPLE FRUITS AND WINTER WHEAT GRAINS FORMED UNDER THE INFLUENCE OF SOIL BIOLOGICAL ACTIVATION AGENTS ON RAT BLOOD PARAMETERS IN A BIOLOGICAL EXPERIMENT

Yu.K. Altudov<sup>1</sup>, I.Kh. Borukaeva<sup>1</sup>, A.Kh. Zaniilov<sup>1</sup>, M.A. Konov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov, Nalchik, Russia

<sup>2</sup>Scientific and production enterprise «Radium», Moscow, Russia

**Abstract.** Essential amino acids as a component of protein molecules determine the value of agricultural products. The mammalian body, including humans, which is not adapted to synthesize a sufficient amount of essential amino acids, compensates for their deficiency by consuming food. In conditions of agriculture intensification, there is a decrease in the food quality. The reason is the degradation of natural fertility. The existing agricultural technologies are mainly aimed at increasing the gross yield. In practice, the need of soils for restoration measures is taken into account much less often. It is known that soil fertility is closely related to the activity of its microflora. Recognized methods of compensation (bioactivation) of the number of beneficial microorganisms are the introduction of organic, organo-mineral soil fertilizers and agronomically valuable strains of microorganisms into the soil. The leading crops in terms of consumption by the population — apples and winter wheat — were used as objects of research. The technology of their production included: the organo-mineral complex (a mixture of serpentinite and brown coal) for apple trees at a rate of 1 t/ha and a consortium of soil microorganisms introduced into the soil before sowing winter wheat at a dose of 2 l/ha. The research was conducted in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic in 2023-2024. As a result of the study, it was found that the presented products increased the concentration of 5 out of 8 essential amino acids in apple fruits by 10.2-32.3%, and all essential amino acids in winter wheat grain by 23.7-57.5%. The phase of the experiment associated with feeding apples (45 mg/day/individual) and winter wheat grains (30 mg/day/individual) for 54 days demonstrated an improvement in blood parameters of laboratory rats. Clinical and biochemical analyses revealed a significant increase in the content of hemoglobin and erythrocyte hemoglobin, which improved the oxygen supply of the body. Normalization of the hemostasis system in experimental rats was noted due to an increase in the initially reduced platelet level. The morpho-functional state of the liver was improved, which is associated with a decrease in the blood content of ALT (Alanine Aminotransferase) and AST (Aspartate Aminotransferase), achieved due to the antitoxic effect of amino acids.

**Keywords:** soil bioactivation agents, product quality, essential amino acids, blood counts, erythrocytes, hemoglobin

**Acknowledgments:** the article was prepared within the framework of the state assignment of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (FZZR-2023-0010).

**Введение.** Обеспечение населения Земли белком является одной из ключевых проблем, связанных с обеспечением человечества качественным продовольствием. К началу XXI от дефицита пищевого белка страдало не менее половины населения планеты [1].

Оценка белковой полноценности пищевой продукции тесно связана с важнейшей характеристикой ее биологической ценности — аминокислотным составом, так как аминокислоты являются важнейшими компонентами молекул белков [2, 3].

Из более, чем 200 аминокислот, только 20 входят в состав белков и 8 из них являются незаменимыми, а 1 условно незаменимой, которые не синтезируются в организме человека. Их недостаток ограничивает процесс регенерации в клетках [4] и обуславливает снижение

иммунитета, умственной и физической работоспособности человека [5].

Биологическая ценность протеиногенных аминокислот, часть которых синтезируется в организме, заключается в поддержании роста животных и человека посредством образования белков в нем. Те же аминокислоты, которые не синтезируются в организме или интенсивность синтеза которых недостаточна для обеспечения регенеративных процессов в клетке, называются незаменимыми [4]. К таким аминокислотам относятся треонин, дефицит которого вызывает задержку роста организма; валин, недостаток которого сопровождается нарушением координации движений; изолейцин входит в состав иммуноглобулинов; лейцин активизирует эндокринную систему, повышает иммунитет; фенилаланин повышает умственную активность, улучшает работу печени и поджелудочной железы; гистидин отвечает за когнитивное развитие детей, входит в состав нуклеиновых кислот, участвует в синтезе гемоглобина; лизин обеспечивает рост костной ткани, повышает устойчивость к вирусам; метионин, дефицит которого сопровождается ожирением, анемией, атрофией мышц, риском развития цирроза печени. Условно незаменимой аминокислотой является аргинин, ответственный за регенерацию тканей и повышение иммунной системы. [3].

Одной из основных причин белкового голода на Земле является деградация естественного плодородия и снижение качества почвы — основного средства сельскохозяйственного производства [6]. Ухудшение почвенных характеристик связано со сформировавшейся инерционностью интенсивного земледелия, целью которого в первую очередь является рост валовых сборов урожая и в меньшей степени уделяется внимание физиологическим показателям произведенной продукции.

Из всех продуктов растительного происхождения к наиболее распространенным продуктами массового потребления относятся яблоки [7] и пшеничная мука [8]. Следовательно, повышение качества фруктов и зерна озимой пшеницы по аминокислотному составу посредством использования соответствующих технологий в процессе производства (биофортификация) отвечает целям и задачам повышения качества пищи, что способствует профилактике и контролю неинфекционных заболеваний населения [9].

Восстановление естественного и реализация эффективного плодородия почвы во многом связано с активностью почвенной микрофлоры [10-11]. Следовательно, приемы и средства, повышающие уровень биологической активности почвы, могут рассматриваться в качестве эффективных элементов технологий биофортификации, которые в итоге могут стать основой технологий здоровьесбережения.

**Целью** исследования является оценка влияния повышенного содержания незаменимых аминокислот в плодах яблок и зерне озимой пшеницы, сформированного под влиянием средств и приемов биологической активации почвы на показатели клинического и биологического анализа крови крыс.

**Материалы и методы.** Оценка влияния приема биологической активации почвы на изменение аминокислотного состава яблок (сорт Гала Шнико ред) проводилось в производственных условиях на базе ООО «Центр «Питомник» (Баксанский р-н, Кабардино-Балкарской республики). В качестве средства биоактивации почвы использовался органо-минеральный комплекс АКМ (анионит-катионт-мелиорант) [12; 13].

Внесение производилось в приствольные круги деревьев из расчета 1 тонна на 1 га.

Зерно озимой пшеницы (сорт Южанка) было произведено на участке многолетних наблюдений (№ 82) Института сельского хозяйства Кабардино-Балкарского научного центра РАН, входящий в географическую сеть опытов с удобрениями (Геосеть). Почва представлена обыкновенным мицеллярно-карбонатным остаточно-луговым черноземом с содержанием гумуса 3,23-3,32% [14; 15].

Контрольная партия зерна произведена на фоне с 1/2 расчетной дозы минеральных удобрений (N57; P12,5; K24,5). Опытная партия произведена с тем же количеством минеральных удобрений и с предварительным внесением комплекса почвенных микроорганизмов (*Pseudomonas fluorescens* (um. A-33), *Azotobacter vinelandii* ИБ-4, *Trichoderma viridae* и *Trichoderma harzianum*). Концентрация живых клеток более  $1 \times 10^9$ . Внесение в почву осуществлялось в вечернее время штанговым опрыскивателем из расчета 2 л/га.

Содержание независимых аминокислот в плодах яблок и зерне озимой пшеницы определялось методом высокоэффективной жидкостной хроматографии по ГОСТ 32195-2013 на базе учебно-научного центра коллективного пользования — «Сервисная лаборатория комплексного анализа химических соединений» РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева.

Содержание и кормление крыс проводилось на базе медицинской академии Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова. Экспериментальные животные представлены крысами линии Wistar, по 10 шт. в каждой группе. Первая группа — опытная получала яблоки и зерно озимой пшеницы с повышенным содержанием незаменимых аминокислот в норме 45 и 30 мг в сутки на каждую особь. Особи контрольной группы получали яблоки и зерно, произведенные на участках без внесения средств биоактивации почвы.

Клинический анализ крови крыс (уровень лейкоцитов, лимфоцитов, промежуточных клеток, гранулоцитов в крови, процентное содержание лимфоцитов, промежуточных клеток и др. показателей (табл.1) проводился на автоматическом гематологическом анализаторе MicroCC-20Plus.

Биохимический анализ крови (АлАТ, АсАТ, альбумин, билирубин общий, глюкоза, креатинин, мочевины, кальций) проводился в клинике Vet Union (г. Нальчик, ул. Байсултанова, д. 25) на базе ИНВИТРО (ветеринарная лаборатория, г. Ессентуки). Продолжительность кормления 54 дня. Исследования проводились в период 2023-2024 год.

**Результаты и обсуждение.** Анализ содержания незаменимых аминокислот в плодах яблок и зерне озимой пшеницы продемонстрировал возможность повышения физиологической ценности пищевой продукции за счет использования средств биоактивации почвы — органо-минеральных удобрений и агрономически ценных штаммов микроорганизмов (рис. 1, 2).

Как видно из диаграммы (рис. 1) 5 незаменимых аминокислот из 8 (треонин, валин, изолейцин, лейцин, гистидин) демонстрируют рост концентрации в плодах под влиянием внесенного био-органоминерального комплекса АКМ. Особенно эффективно под действием АКМ синтезируются лейцин, изолейцин и гистидин, концентрация которых в плодах опытного участка выше, чем контрольного на 10,2%; 32,3% и 19,3%, соответственно.

Две аминокислоты метионин и лизин не претерпевают существенного изменения. Разница между вариантами находится в пределах погрешности — 1,5-3,7%. Снижение содержания отмечается по одному показателю — фенилаланину — на 13,4%.

Анализ зерна оз. пшеницы демонстрирует ярко выраженное влияние средства биоактивации почвы на содержание аминокислот (рис. 2).

Содержание всех рассматриваемых аминокислот в зерне, произведенном на биоактивированном участке оказалось существенно выше чем в зерне контрольного варианта. Разброс составил 23,7-57,5%. Максимальному росту были подвержены метионин, ответственный на липидный обмен, мышечный тонус, состояние печени и аргинин, чья функция сводится к регенерации тканей, повышению иммунной системы и высвобождению гормонов. [3]. Было отмечено повышение их концентрации на 57,5% и 40,7% соответственно.

Концентрация треонина, валина, изолейцина, лейцина, фенилаланина, гистидина и лизина выросла на 27,5; 23,7; 29,1; 32,4; 32,0; 24,8; 25,3% соответственно.

**Влияние рациона на показатели крови крыс.** За период кормления лабораторных крыс яблоками и зерном озимой пшеницы (02.12.2023г. — 24.01.2024г.) у опытных крыс отмечалось статистически значимое изменение следующих показателей (табл. 1): уменьшилось изначально повышенное содержание лейкоцитов в крови ( $p < 0,05$ ), процентное содержание промежуточных форм ( $p < 0,001$ ), что привело к нормализации лейкоцитарной формулы. Статистически значимо увеличилось содержание гранулоцитов в крови ( $p < 0,01$ ), что свидетельствовало об усилении неспецифического клеточного иммунитета и повышении резистентности крыс к различным повреждающим факторам.

Важным результатом опыта стало достоверное увеличение содержания гемоглобина в крови ( $p < 0,01$ ), что привело к повышению кислородной емкости крови опытных крыс и улучшению кислородного обеспечения организма крыс. Увеличение среднего эритроцитарного гемоглобина ( $p < 0,001$ ) свидетельствовало о том, что после опыта гипохромные эритроциты стали нормохромными, что, несмотря на отсутствие достоверного возрастания количества эритроцитов в крови, улучшило кислородный баланс организма. Достоверно увеличился изначально сниженный уровень тромбоцитов в крови ( $p < 0,01$ ), тромбоцитокрит ( $p < 0,01$ ) и коэффициент больших тромбоцитов ( $p < 0,001$ ), что привело к нормализации системы гемостаза у опытных крыс.

В контрольной группе отмечалось статистически значимое увеличение эритроцитов в крови ( $p < 0,01$ ) без достоверного возрастания уровня гемоглобина в крови, в результате чего средняя концентрация гемоглобина в эритроците и средний эритроцитарный гемоглобин остались без изменений, что не привело к улучшению кислородного обеспечения организма. Несмотря на достоверное увеличение ширины распределения эритроцитов по объему ( $p < 0,05$ ), его значение оставалось в пределах нормы и не являлось признаком патологии. Статистически значимое увеличение количества тромбоцитов в крови ( $p < 0,05$ ) привело к возрастанию гематокрита ( $p < 0,05$ ). Снижение коэффициента больших тромбоцитов ( $p < 0,01$ ) свидетельствовало о повышении риска развития кровотечений и кровоизлияний.

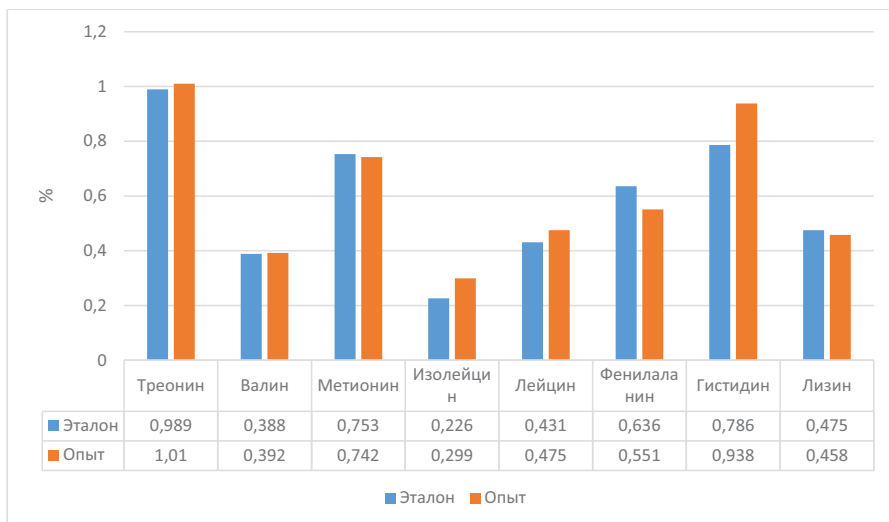


Рисунок 1. Влияние биоактивации почвы на содержание незаменимых аминокислот в плодах яблок  
Figure 1. The effect of soil bioactivation on the content of essential amino acids in apple fruits

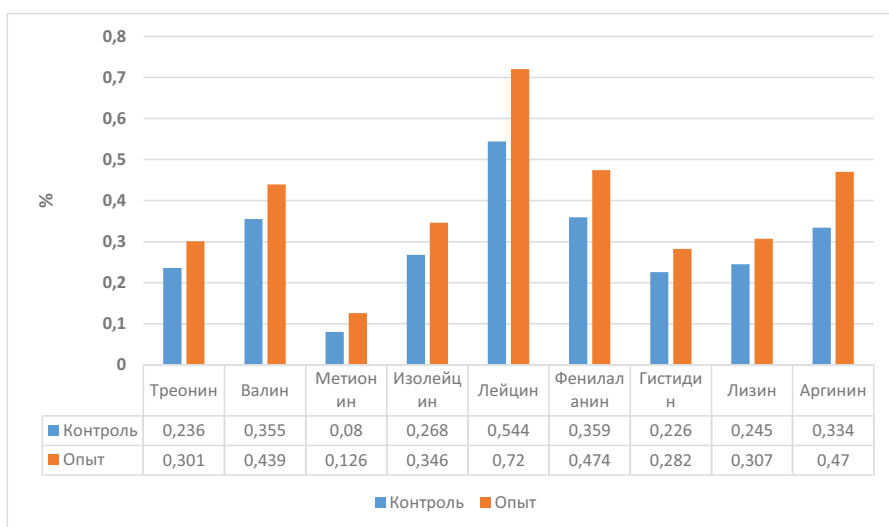


Рисунок 2. Влияние биоактивации почвы на содержание аминокислот в зерне озимой пшеницы  
Figure 2. The effect of soil bioactivation on the amino acid content in the grain of winter wheat

Таблица 1. Данные клинического анализа крови крыс (M±m)  
Table 1. Data from clinical blood analysis of rats (M±m)

Показатели	Опытная группа n=10		Контрольная группа n=10		Референсные значения
	До	После	До	После	
Уровень лейкоцитов в крови, 10 <sup>9</sup> /л	11,36±2,15	6,45±1,07*	6,24±0,75	7,41±0,76	6-10
Уровень лимфоцитов в крови, 10 <sup>9</sup> /л	5,96±0,76	3,64±0,75	1,83±0,62	3,35±0,62*	2,5-16,1
Уровень промежуточных клеток в крови, 10 <sup>9</sup> /л	2,33±0,10	0,73±0,05	0,82±0,10	0,61±0,11	1-3
Уровень гранулоцитов в крови, 10 <sup>9</sup> /л	3,66±0,96	4,28±0,62	0,82±0,18	1,67±0,19	0,5-11,6
Процентное содержание лимфоцитов, %	45,14±4,39	45,08±5,44	52,66±4,68	53,92±4,69	50-70
Процентное содержание промежуточных клеток, %	20,64±2,72	6,18±0,84***	22,22±3,26	37,32±3,27	3,00-10,0
Процентное содержание гранулоцитов, %	30,90±3,80	51,88±3,37**	31,92±3,93	29,04±3,94	10-51
Уровень эритроцитов в крови, 10 <sup>12</sup> /л	4,92±0,39	5,18±0,46	4,71±0,62	7,00±0,63**	7,0-10,0
Уровень гемоглобина в крови, г/л	106,40±5,67	123,62±2,62**	104,54±12,76	112,80±9,55	120-160
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, г/л	304,80±1,46	303,54±14,20	277,86±42,01	297,84±42,02	320,00-360,00
Средний эритроцитарный гемоглобин, пг	18,62±0,26	31,14±2,44***	19,46±0,24	19,72±0,24	34,3-35,5
Средний объем эритроцитов, fl	61,06±0,94	66,44±0,86	59,47±2,66	62,94±2,66	45-50
Ширина распределения эритроцитов по объему, КВ, %	13,22±0,31	14,96±0,51	12,37±0,63	14,46±0,73*	10,00-15,00
Ширина распределения эритроцитов по объему, СКВ, fl	32,88±2,31	37,91±2,26	29,38±1,51	31,98±1,51	35,00-56,00
Гематокрит, %	32,94±1,97	37,08±6,28	30,96±3,63	36,02±3,64*	35-45
Уровень тромбоцитов, 10 <sup>9</sup> /л	275,00±62,69	522,64±62,29**	189,67±31,67	346,45±31,68*	400-570
Средний объем тромбоцитов, fl	6,48±0,26	6,82±0,48	6,66±0,28	5,98±0,28	7,00-11,00
Ширина распределения тромбоцитов по объему, %	12,82±0,61	11,44±0,27	11,72±0,52	11,42±0,53	10,00-18,00
Тромбоцитокрит, %	0,17±0,03	0,37±0,03**	0,2134±0,08	0,30±0,08	0,10-0,50
Коэффициент больших тромбоцитов, %	6,62±1,03	15,16±0,92***	7,425±0,78	4,63±0,78**	13,00-43,00

Примечание. \*, \*\*, \*\*\* - наличие статистически значимых различий между показателями основной группы до и после гипокситерапии (p<0,05; p<0,01; p<0,001 соответственно)

У крыс опытной группы после опыта отмечалось статистически значимое уменьшение содержания в крови АЛТ (p<0,05) и АСТ (p<0,05), что являлось результатом улучшения морфофункционального состояния печени (табл. 2).

В контрольной группе достоверных изменений показателей не было; уменьшение содержания общего билирубина не имело клинического значения, так как было в пределах нормы (Таблица 2).

Добавление опытным крысам в пищевой рацион продуктов с повышенным содержанием незаменимых аминокислот привело к статистически значимому повышению содержания гемоглобина в крови. Это стало возможным благодаря повышенному содержанию изолейцина в зерне, который, являясь протеиногенной аминокислотой, оказывает стимулирующее влияние на синтез гемоглобина. Повышение содержания тромбоцитов и коэффициента больших тромбоцитов, также можно объяснить протеиногенным действием изолейцина. Нормализация лейкоцитарной формулы после опыта связана, по-видимому, с действием лейцина, который необходим для повышения иммунитета.

Статистически значимое уменьшение содержания в крови АЛТ и АСТ можно объяснить антиоксидантным действием изолейцина, в результате чего произошло улучшение морфофункционального состояния печени.

**Заключение.** В результате исследования было установлено, что повышение аминокислотного статуса пищевой растительной продукции как показателя его белковой ценности возможно достичь посредством модификации традиционной системы удобрения сельскохозяйственных культур органико-минеральными и микробиологическими средствами биологической активации почвы. Данные средства и приемы могут быть рассмотрены в качестве элементов технологии биофортификации и здоровьесбережения, так как установлено достоверное влияние растительной продукции с улучшенным аминокислотным составом на показатели крови лабораторных крыс; в частности, на улучшение кислородного обеспечения



Таблица 2. Данные биохимического анализа крови крыс (M±m)  
Table 2. Data of biochemical analysis of rat blood (M±m)

Показатели	Опытная группа n=10		Контрольная группа n=10		Референсные значения
	До	После	До	После	
АлАТ, Ед/л	91,64±4,10	69,83±5,18*	54,86±7,57	54,86±7,57	20-92
АсАТ, Ед/л	285,42±16,71	196,62±37,37*	164,82±84,67	164,82±84,67	72,3-196
Альбумин, г/л	33,21±0,81	33,61±0,82	30,81±1,30	30,81±1,30	38-48
Билирубин общий, ммоль/л	2,22±0,12	1,82±0,27	1,72±0,04*	1,72±0,04*	<17,0
Глюкоза, ммоль/л	5,08±0,21	5,61±0,47	7,97±1,22	7,97±1,22	2,7-7,4
Креатинин, ммоль/л	45,81±5,73	48,65±12,81	58,84±5,73	58,84±5,73	20-88
Мочевина, ммоль/л	7,24±0,53	7,42±1,19	5,92±1,98	5,92±1,98	2,4-3,4
Кальций, ммоль/л	1,57±0,06	1,58±0,14	1,49±0,10	1,49±0,10	1,2-3,2

организма крыс, повышение иммунологической реактивности и резистентности к повреждающим факторам, нормализацию системы гемостаза и улучшение морфофункционального состояния печени.

Фактором, обеспечивающим прорывную модель развития региона в современных условиях, являются фундаментальные институциональные преобразования [16]. Создание технологий здоровьесбережения и их внедрение в агропромышленный комплекс может стать основой модернизации экономики аграрно развитых регионов и перспективным направлением, способным повысить конкурентоспособность аграрной отрасли и обеспечить прорывную модель развития.

#### Список источников

1. Гумеров Р. Как обеспечить продовольственную безопасность страны? // Российский экономический журнал. 2009. С. 6-11.
2. Кондратенко Е.П., Константинова О.Б., Соболева О.М., Ижмулкина Е.А., Вербицкая Н.В., Сухих А.С. Содержание белка и аминокислот в зерне озимых культур, произрастающих на территории лесостепи юго-востока Западной Сибири // Химия растительного сырья. 2015. № 3. С. 143-150.
3. Лысков Ю.А. Аминокислоты в питании человека // ЭИЖ. 2012. № 2. С. 88-105.
4. Гигиена питания / Под ред. К.С. Петровского. М.: Медицина, 1971. Т. 1. С. 511 с.
5. Gad Gallii, Rachel Amir // The Regulation of Essential Amino Acid Synthesis and Accumulation in Plants. Annual Review of Plant Biology 67(1). DOI: 10.1146/annurev-arplant-043015-112213.
6. Николаева М.А., Лебедева Т.П. Состояние и перспективы развития российского рынка яблок // СТЭЖ. 2016. № 2 (23). С. 106-109
7. Dwyer, J.T. Fortification and Health: Challenges and Opportunities / J.T. Dwyer, K.L. Wiemer, O. Dary, C.L. Keen, J.C. King, K.B. Miller, M.A. Philbert, V. Tarasuk, C.L. Taylor, P.C. Gaine, A.B. Jarvis, R.L. Bailey // Advanc

#### Информация об авторах:

**Альтудов Юрий Камбулатович**, доктор экономических наук, доктор технических наук, исполняющий обязанности ректора Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова, ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-2520-8267>, [yka@kbsu.ru](mailto:yka@kbsu.ru)

**Борукаева Ирина Хасанбиевна**, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой нормальной и патологической физиологии человека Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1180-228X>, [irborukaeva@yandex.ru](mailto:irborukaeva@yandex.ru)

**Занилов Амиран Хабидович**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник центра декарбонизации АПК и региональной экономики Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова, ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-8635-6501>, [amiran78@inbox.ru](mailto:amiran78@inbox.ru)

**Конов Магомет Абубекирович**, генеральный директор Научно-производственного объединения «Радий», [info@npp-radiy.ru](mailto:info@npp-radiy.ru)

#### Information about the authors:

**Yuri K. Altudov**, doctor of economics, doctor of technical sciences, acting rector of Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov, ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-2520-8267>, [yka@kbsu.ru](mailto:yka@kbsu.ru)

**Irina K. Borukaeva**, doctor of medical sciences, head of the department of normal and pathological human physiology of Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1180-228X>, [irborukaeva@yandex.ru](mailto:irborukaeva@yandex.ru)

**Amiran K. Zaniylov**, candidate of agricultural sciences, senior researcher at the center for decarbonization of agriculture and regional economy of Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov, ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-8635-6501>, [amiran78@inbox.ru](mailto:amiran78@inbox.ru)

**Magomet A. Konov**, general director of the scientific and production association «Radium», [info@npp-radiy.ru](mailto:info@npp-radiy.ru)

2. Kondratenko E.P., Konstantinova O.B., Soboleva O.M., Izhmulkina E.A., Verbitskaya N.V., Sukhoi A.S. (2015). The content of protein and amino acids in grain of winter crops growing in the territory of the forest-steppe of the south-east of Western Siberia. Chemistry of plant raw materials, no. 3, pp. 143-150.

3. Lysikov Yu.A. (2012). Amino acids in human nutrition. EIKG, no. 2, pp. 88-105.

4. Food hygiene. Edited by K.S. Petrovsky (1971). Moscow, Medicine, vol. 1, 511 p.

5. Gad Gallii, Rachel Amir // The Regulation of Essential Amino Acid Synthesis and Accumulation in Plants. Annual Review of Plant Biology 67(1). DOI: 10.1146/annurev-arplant-043015-112213.

6. Nikolaeva M.A., Lebedeva T.P. (2016). The state and prospects of development of the Russian apple market, no. 2 (23), pp. 106-109.

7. Dwyer J.T. (2015). Fortification and Health: Challenges and Opportunities. Advances in Nutrition, no. 6 (1): 124-131.

8. Kulabukhova D.Y. (2015). The global problem of providing humanity with protein. Theory and practice of modern science, no. 6 (6).

9. Rozhdstvenskaya L.N., Rogova O.V. (2020). On the need to ensure the physical and economic accessibility of a healthy diet for the population. Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology, no.1, pp. 94-110.

10. Nikitin D.A. (2022). Microbiological indicators of ecological functions of soils (review) / D.A. Nikitin, M.V. Semenov, T.I. Chernov, N.A. Ksenofontova, A.D. Zhelezova, E.A. Ivanova, N.B. Khitrov, A.L. Stepanov. Soil Science, no. 2, pp. 228-243. DOI: 10.31857/S0032180X22020095.

11. Anderson T.H. (2010). Soil microbial biomass: The eco-physiological approach. Soil Biol. Biochem, vol. 42, issue 12, P. 2039-2043.

12. Grinets L.V., Senkova L.A., Mingalev S.K. (2019). Biological activity of soil. Agrarian education and science, no. 2, p. 14.

13. Konov M.A. Complex fertilizer: patent of the Russian Federation No. RU 2762361, application no. 2021114146 dated 05/19/2021: publ. 12/20/2021. 11 p.

14. Zaniylov A.H., Taov R.H., Aznaeva M.A., Khashkhodev I.T., Bakuev Zh.Kh., Satibalov A.V. (2023). The influence of the bio-organo-mineral complex of AKM on the biological activity of the soil, productivity of apple trees and fruit quality. Fruit growing and viticulture of the South of Russia, no. 84(6), pp. 121-135.

15. Fiapshv B.H., Khachetlov R.M., Shkhatseva S.H. (1971). On the effect of long-term fertilizer on the fertility elements of ordinary micellar-carbonate residual meadow (pre-Caucasian rerrasov) chernozem. Materials of the conference «Scientific foundations of rational use of soils of the North Caucasus and the way to increase their fertility» July 24-27, 1969, Nalchik, pp.31-325.

16. Borov A.H. (2023). The economy of the Kabardino-Balkarian Republic in the context of spatial differentiation of Russian society. Proceedings of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, no. 5(115), pp. 95-115. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-95-115.

8. Кулабухова Д.Ю. Глобальная проблема обеспечения человечества белком // Теория и практика современной науки. 2015. № 6 (6).

9. Рождественская Л.Н., Рогова О.В. О необходимости обеспечения физической и экономической доступности здорового питания населения // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2020. № 1. С. 94-110.

10. Никитин Д.А. и др. Микробиологические индикаторы экологических функций почв (обзор) // Почвоведение. 2022. № 2. С. 228-243. DOI: 10.31857/S0032180X22020095.

11. Anderson, T. H. Soil microbial biomass: The eco-physiological approach / T.H. Anderson, K.H. Domsch // Soil Biol. Biochem. 2010. V. 42. Issue 12. P. 2039-2043.

12. Гринетц Л.В., Сенькова Л.А., Мингалев С.К. Биологическая активность почвы // Аграрное образование и наука. 2019. № 2. с. 14.

13. Конов М.А. Комплексное удобрение: патент РФ № RU 2762361, заявка № 2021114146 от 19.05.2021: опубликована 20.12.2021. 11 с.

14. Занилов А.Х., Таов Р. Х., Азнаева М.А., Хашкожев И.Т., Бакуев Ж.Х., Сатибалов А.В. Влияние био-органоминерального комплекса АКМ на биологическую активность почвы, продуктивность яблони и качество плодов // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2023. № 4(6). С. 121-135.

15. Фиापшев Б.Х., Хачетлов Р.М., Шхацева С.Х. О влиянии длительного удобрения на элементы плодородия обыкновенного мицеллярно-карбонатного остаточного лугового (предкавказского реррасового) чернозема. Материалы конференции «Научные основы рационального использования почв Северного Кавказа и пути повышения их плодородия» 24-27 июля 1969г. Нальчик. 1971. с. 31-325.

16. Боров А.Х. Экономика Кабардино-Балкарской Республики в контексте пространственной дифференциации российского общества // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 5(115). С. 95-115. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-95-115.

#### References

1. Gumerov R. (2009). How to ensure the country's food security? Russian Economic Journal, pp. 6-11.