

DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-5-930  
УДК 796.015.6



Научная статья

## ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО РАВНОВЕСИЯ У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ ОРИЕНТИРОВЩИКОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ГЛЮКОЗОЭЛЕКТРОЛИТНОГО НАПИТКА С ДОБАВЛЕНИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ

*Е.А. Бирюкова, Д.Р. Хусаинов, Е.В. Бурцева,  
Н.П. Мишин, Н.С. Трибрат*

*В реальных условиях высокоинтенсивной тренировочной и соревновательной нагрузки спортсменов важнейшее значение для спортивной успешности имеет сохранение показателей энергетического метаболизма и кислотно-основного равновесия в диапазоне гомеостатической нормы. Одним из возможных способов поддержания кислотно-щелочного баланса спортсмена может выступать применение гомеостатических электролитных напитков, которые могут оказывать достаточно быстрый эффект. В связи с этим, в настоящей работе мы определили следующую цель исследования: провести анализ возможности использования функционального напитка «Алустон» (ФНА) производства АО «Алуштинский эфирно-масличный завод» для поддержания кислотно-щелочного баланса спортсменов и возможного повышения работоспособности, продолжительности тренировки, устойчивости спортсменов к длительным физическим нагрузкам высокой интенсивности.*

***Методы:** использовали протокол ступенчато повышающейся нагрузки на велоэргометре Kettler (Hmbq, Германия). Забор капиллярной крови у спортсменов осуществляли в состоянии покоя перед началом нагрузки и сразу после ее завершения с помощью капилляра Ерос (Erosal Inc., Канада). Биохимические показатели крови pH, содержание CO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub>, [Na<sup>+</sup>], [K<sup>+</sup>], [Ca<sup>2+</sup>], [Cl<sup>-</sup>], [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>], Лактат, Глюкоза, Crea, Hct, Hb, BE(ecf), BE(b) регистрировались анализаторами Erosreader и Eroschost (Erosal Inc., Канада). **Показано,** что ФНА способствует стабилизации анионных интервалов, уменьшает выра-*

женность смещения стандартного (BE-ef) и истинного (BE-b) избытка оснований в отрицательный диапазон, что можно расценивать как более выраженную сохранность «прочности» буферных систем крови, способствовал уменьшению напряженности в паре ацидоз-алкалоз. Кроме того, прием ФНА, вероятно, смещает фазу ферментации креатина на более поздние нагрузочные этапы.

Последний экспериментальный факт требует дальнейших исследований, а также, остается актуальным модификационные изменения состава, концентрационного соотношения активных компонентов в напитке «Алустон».

**Ключевые слова:** кислотно-основное равновесие; катионно-анионное равновесие; спортсмены; спортивное ориентирование; глюкозо-электролитный напиток

**Для цитирования.** Бирюкова Е.А., Хусаинов Д.Р., Бурцева Е.В., Мишин Н.П., Трибрат Н.С. Изменение показателей кислотно-основного равновесия у высококвалифицированных спортсменов ориентировщиков под влиянием глюкозоэлектролитного напитка с добавлением растительных экстрактов // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2023. Т. 15, №5. С. 137-152. DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-5-930

Original article

## THE ACID-BASE CHANGES IN HIGHLY QUALIFIED ORIENTER SPORTSMEN UNDER THE INFLUENCE OF GLUCOSE ELECTROLYTE DRINK WITH THE PLANT EXTRACTS ADDITION

*E.A. Biryukova, D.R. Khusainov, E.V. Burtseva,  
N.P. Mishin, N.S. Tribрат*

*In real conditions of high-intensity training and competitive load of athletes, the most important for sports success is the preservation of energy metabolism indicators, and, in particular, the acid-base balance in the range of homeostatic normal values. One of the possible ways to maintain the acid-base balance of an athlete is the use of homeostatic electrolyte drinks, which can have a fairly rapid effect. In this regard, for our work we have identified the following **goal of the study**: to analyze the possibility of using the functional drink “Aluston” (FDA) produced by JSC “Alushta Essential Oil Plant” to maintain the acid-base balance*

*of athletes and a possible increase in performance, training duration, resistance of athletes to long-term physical activity of high intensity.*

**Methods:** Stepwise loading protocol was used on a Kettler bicycle ergometer (Hmbq, Germany). Capillary blood sampling from athletes was carried out at rest before the start of the load and immediately after it was completed using an Epoc capillary (Epocal Inc., Canada). Biochemical parameters of blood like pH, concentration of CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub>, [Na<sup>+</sup>], [K<sup>+</sup>], [Ca<sup>2+</sup>], [Cl<sup>-</sup>], [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>], Lactate, Glucose, Crea, Hct, Hb, BE(ecf), BE(b) were recorded by the Epocreader and Epochost analyzers (Epocal Inc., Canada). **It was shown** that FDA contributes to the stabilization of anion gaps, reduces the severity of the shift of the standard (BE-ecf) and true (BE-b) excess bases into the negative range, which can be regarded as a more pronounced preservation of the “strength” of blood buffer systems, and contributed to a decrease in tension in the pair acidosis-alkalosis. In addition, FDA supplementation likely shifts the phase of creatine fermentation to later loading stages.

The last experimental fact requires further research, and also, modification changes in the composition, concentration ratio of active components in the “Aluston” drink remain relevant.

**Keywords:** acid-base state; cation-anion balance; athletes; sports orienteering; glucose-electrolyte drink

**For citation.** Biryukova E.A., Khusainov D.R., Burtseva E.V., Mishin N.P., Tribat N.S. The Acid-Base Changes in Highly Qualified Orienter Sportsmen under the Influence of Glucose Electrolyte Drink with the Plant Extracts Addition. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2023, vol. 15, no. 5, pp. 137-152. DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-5-930

## Введение

В реальных условиях высокоинтенсивной тренировочной и соревновательной нагрузки спортсменов важнейшее значение для спортивной успешности имеет сохранение показателей энергетического метаболизма в диапазоне гомеостатической нормы [6, 11, 13]. При этом ключевое значение для достижения спортивной результативности отводят показателям кислотно-основного равновесия крови (КОР) капиллярной крови [13, 16] как маркеров выносливости, тренированности и готовности спортсмена к физическим нагрузкам [3, 15]. Некоторые авторы [2, 4, 8] отмечают высокую вариативность активности ферментативных систем, участвующих в поддержании нормального КОС крови даже у высококвалифицированных спортсменов. По результатам цикла предыдущих исследований нами пока-

зана информативная значимость таких показателей, как катионно-анионный состав, кислотно-основной баланс; содержание лактата, креатинина и газового состава в смешанной венозной крови квалифицированных спортсменов ориентировщиков [7, 14]. На значимость перечисленных маркеров указывают многие авторы, особо подчеркивая значимость системы креатинфосфокиназы и лактатного пути [1, 2, 4, 6, 10, 17]. Поддержание этих показателей в пределах нормы является существенной составляющей для эффективной спортивной деятельности, в том числе и спортсменов ориентировщиков. В литературе предлагаются различные варианты сохранности кислотно-щелочного баланса: особая структура питания спортсменов [9, 12, 13], правильная тренировочная интенсивность и объём нагрузки [18]. Одним из возможных способов поддержания кислотно-щелочного баланса спортсмена может выступать применение гомеостатических электролитных напитков, которые могут оказывать достаточно быстрый эффект. В связи с этим, в настоящей работе мы определили следующую **цель исследования**: провести анализ возможности использования функционального напитка «Алустон» (ФНА) производства АО «Алуштинский эфирно-масличный завод» для поддержания КОР спортсменов и возможного повышения работоспособности, продолжительности тренировки, устойчивости спортсменов к длительным физическим нагрузкам высокой интенсивности.

### Материалы и методы

Экспериментальное исследование проведено на базе Центра коллективного пользования «Экспериментальная физиология и биофизика» и научно-клинического центра «Технологии здоровья и реабилитации» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского». В исследовании приняли участие 12 квалифицированных спортсменов-ориентировщиков мужского пола (сборная команда Республики Крым по спортивному ориентированию; 6 мастеров и 6 кандидатов в мастера спорта по спортивному ориентированию бегом). Возраст спортсменов находился в диапазоне от 18 до 31 года, вес – от 60 до 80 кг, рост – от 170 до 205 см. Исследование проведено в течение базового мезоцикла подготовительного периода тренировочного процесса. Все спортсмены дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании согласно этическим стандартам научных исследований в спорте и физической активности 2022 г. (выписка из протокола №1, заседания Комитета по этике ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского» от 25.01.2022).

Изучение эффекта приема ФНА на биохимические показатели крови спортсменов было выстроено в несколько последовательных этапов.

**1 этап** – плацебо: биохимический анализ крови до, в процессе выполнения и после физической нагрузки до отказа на фоне однократного приема напитка плацебо (бутилированная вода с добавлением ароматизатора, имитирующего органолептические свойства исследуемого напитка – 200 мл за 15 мин до выполнения нагрузочного тестирования).

**2 этап** – основной этап (не ранее 14, но не позднее 21 дня после первого этапа): биохимический анализ крови до, в процессе выполнения и после физической нагрузки до отказа на фоне однократного приема функционального напитка «Алустон» (200 мл 15 мин до выполнения нагрузочного тестирования).

Для определения изменения биохимических показателей крови спортсменов в условиях физической нагрузки использовали протокол ступенчато повышающейся нагрузки на велоэргометре Kettler (Hmbq, Германия) с начальной величиной нагрузки 50 Вт., с последующим увеличением на 50 Вт, каждые 3 минуты с максимумом 400 Вт в течении трех минут, если отказ не последует ранее [5].

Забор капиллярной крови у спортсменов осуществляли в состоянии покоя перед началом нагрузки с подушечки пальца с помощью специализированного капилляра Eros (производство Erosal Inc., Канада), а также сразу после завершения нагрузки. Регистрация биохимических показателей крови осуществлялась с использованием системы анализа крови Erosreader и Eroschost (производство Erosal Inc., Канада), для этого, образец не позднее чем, через 30 секунд после забора, вводили в специальную тест карту. Рассчитывались следующие показатели крови: pH, содержание  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$ ,  $[\text{Na}^+]$ ,  $[\text{K}^+]$ ,  $[\text{Ca}^{2+}]$ ,  $[\text{Cl}^-]$ ,  $[\text{HCO}_3^-]$ , Лактат, Глюкоза, Crea, Hct, Hb, BE(ecf), BE(b).

В состав функционального напитка «Алустон» входит природный минеральный комплекс в виде морской соли Черного моря, полученный природным выпариванием в акватории озера Сасык-Сиваш; природный витаминный комплекс растительного происхождения в виде водных экстрактов плодов шиповника и листа крапивы. Основные электролиты, входящие в состав морской соли: натрий ( $\text{Na}^+$  – 37,6 мг/100 мл напитка), калий ( $\text{K}^+$  – 21,2 мг/100 мл напитка), кальций ( $\text{Ca}^{2+}$  – 1,6 мг/100 мл напитка). Витамины С (0,2 г/100мл), В1 (1,6 мкг/100 мл), В2 (3,2 мкг/100 мл), В4 (0,6 мг/100 мл), В5 (22 мкг/100 мл), В6 (3,52 мкг/100 мл), В9 (0,6 мкг/100 мл), РР (28,9 мкг/100 мл), К1 (22 мкг/100 мл) и витамин Н (0,008 мкг/100 мл).

В качестве источника энергии в состав функционального напитка входят углеводы мальтодекстрин 6 г/100мл и глюкоза 2 г/100мл.

Результаты обрабатывали с использованием пакета программ Statistica 10.0. Проверка соответствия статистических данных закону нормального распределения проводилась с помощью критерия Шапиро-Уилка. Статистически значимые различия определялись с помощью критерия Дана. И в разделе результатов работы рассмотрены только те биохимические показатели крови спортсменов, которые достигали достоверного уровня значимости отличий (от  $p \leq 0,05$ ).

### Результаты и их обсуждение

Результаты велоэргометрического тестирования у квалифицированных спортсменов-ориентировщиков свидетельствуют о увеличении толерантности к интенсивной физической нагрузке в условиях применения ФНА, так общий объём выполненной работы в серии «плацебо» составил  $1329,10 \pm 149,18$  Вт, а в условиях применения ФНА – увеличился на 9,5% ( $p \leq 0,05$ ) в сравнении с группой, принимавшей плацебо и составил  $1455,00 \pm 148,60$  Вт.

Изменение концентрации ионов. Первыми опишем изменения показателей концентрации ионов в крови спортсменов (табл. 1). В содержании катионов проявлялось увеличение концентрации ионов натрия и калия после приема ФНА. Концентрация ионов натрия возростала всего на 1,14%, но при этом уровень отличий достигал достоверной значимости при  $p \leq 0,05$ .

Таблица 1.

**Изменение концентрации катионов и анионов в крови спортсменов ориентировщиков под влиянием функционального напитка «Алустон» ( $M \pm m$ ) ( $n = 12$ ).**

Показатель ммоль/л	Плацебо		Функциональный напиток «Алустон»	
	До нагрузки	После нагрузки	До нагрузки	После нагрузки
$\text{HCO}_3^-$	$25,50 \pm 0,54$	$22,52 \pm 0,82$ ( $p \leq 0,05$ )	$24,63 \pm 0,51$	$22,99 \pm 0,59$ ( $p \leq 0,05$ )
$\text{Na}^+$	$141,91 \pm 0,68$	$142,91 \pm 0,56$	$140,55 \pm 0,61$	$142,1 \pm 0,38$ ( $p \leq 0,05$ )
$\text{K}^+$	$4,59 \pm 0,18$	$5,54 \pm 0,16$ ( $p \leq 0,01$ )	$4,58 \pm 0,16$	$5,70 \pm 0,23$ ( $p \leq 0,01$ )

**Примечание:** p – уровень достоверности изменений относительно фона.

Без приема ФНА концентрация ионов натрия оставалась примерно на фоновом уровне.

В ситуации с ионами калия также наблюдалось увеличение их концентрации в крови у спортсменов ориентировщиков после нагрузочной пробы на велоэргометре: на 20,6% ( $p \leq 0,01$ ) в группе «плацебо» и на 24,4% ( $p \leq 0,01$ ) при приеме ФНА.

В содержании анионов достоверный уровень отличий продемонстрировали только анионы угольной кислоты, концентрация которых уменьшалась на 12% в группе плацебо на 6,6% в группе ФНА при  $p \leq 0,05$  в обоих случаях (табл. 1).

Изменение анионного разрыва. Как видно из таблицы 2 показатель Агар после нагрузки в условиях приема плацебо достоверно увеличивался на 19,5 % при  $p \leq 0,05$ . На фоне приема ФНА этот показатель не демонстрировал достоверных изменений (табл. 2).

Предсказуемо АгарК значимо увеличивался как в случае плацебо, так и при приеме ФНА: на 14,5% ( $p \leq 0,05$ ) и на 19,2% ( $p \leq 0,05$ ), соответственно.

Таблица 2.

**Изменение анионного разрыва у спортсменов ориентировщиков под влиянием функционального напитка «Алустон». (M ± m) (n = 12).**

Показатель ммоль/л	Плацебо		Функциональный напиток «Алустон»»	
	До нагрузки	После нагрузки	До нагрузки	После нагрузки
Агар	10,80±0,47	12,91±1,12 ( $p \leq 0,05$ )	10,70±0,45	12,09±0,68
АГарК	15,80±0,59	18,18±1,11 ( $p \leq 0,05$ )	15,10±0,38	17,73±0,68 ( $p \leq 0,05$ )

**Примечание:** p – уровень достоверности изменений относительно фона.

Таким образом, после нагрузочной пробы на велоэргометре на фоне приема ФНА у спортсменов ориентировщиков достоверно увеличивается концентрация ионов натрия в отличие от группы «плацебо». Но, при этом интегративные показатели анионной разницы между группами не отличаются и в числовом отношении в группе ФНА они смещаются, даже, менее выражено. Остальные концентрационные показатели ионов крови в группе спортсменов с ФНА полностью совпадают с таковыми группы «плацебо» и у обеих групп находятся в пределах нормы, которая для ионов натрия составляет 136 – 145 ммоль/л, калия – 3,5 – 5,5 ммоль/л,  $\text{HCO}_3^-$  – 20 – 27 ммоль/л; показателя Агар в норме находится в пределах 8-16 ммоль/л; для АГарК – до 20 ммоль/л.

Следовательно, прием ФНА не должен вызывать существенных отклонений в ионном составе крови спортсменов. Полностью подтверждают озвученную мысль изменения интегративных показателей анионного состава крови спортсменов, которые на фоне приема ФНА не демонстрировали существенных отличительных отклонений от соответствующих показателей группы «плацебо».

Изменение показателей избытка оснований и рН крови. Показатели стандартного (BE-esf) и истинного (BE-b) избытка оснований демонстрировали выраженное и достоверное смещение в отрицательную сторону. BE-esf от интервала 3,4 – -1,1 (фон) до 1,0 – -8,5; BE-b от 2,2 – -1,3 (фон) до 0,8 – -8,8 при  $p \leq 0,01$  для обоих показателей в группе плацебо (табл. 3).

В группе приема ФНА BE-esf смещался от интервала 3 – -3,3 (фон) до -0,1 – -6,3; BE-b от 2,2 – -2,8 (фон) до -0,6 – -5,8 при  $p \leq 0,001$  в обоих случаях.

Наблюдается снижение значения рН крови спортсменов в группе «плацебо» на 0,25 % при  $p \leq 0,054$ , что можно расценивать как слабое закисление крови, но только на уровне тенденции (табл. 3).

Смещение описанных показателей в отрицательную сторону указывает на дефицит оснований в крови спортсменов; чем более выражено их отрицательное значение, тем существеннее этот дефицит. Следует отметить, что в группе ФНА показатели стандартного (BE-esf) и истинного (BE-b) избытка оснований смещались в отрицательную сторону заметно менее выражено в отличие от «плацебо». И важным фактом является то, что в группе ФНА отрицательное смещение находилось на нижнем пределе нормы для нагрузочных проб (-5 – -6 у.е.), а в группе «плацебо» заметно удалялись от этой границы.

Действительно, достоверное смещение интервалов показателей избытка оснований у спортсменов ориентировщиков в сторону отрицательных значений может указывать на закисление крови после нагрузочной пробы, особенно в группе «плацебо». Но отличий между группами «плацебо» и ФНА в описанных показателях не наблюдалось, а также рН не демонстрировал достоверных отклонений. Поэтому говорить о значимом закислении вряд ли представляется возможным.

Изменение газового состава крови. В группе «плацебо» возросло парциальное давление кислорода от  $75,13 \pm 3,06$  ммHg до  $83,65 \pm 2,65$  ммHg (на 11,3 % при  $p \leq 0,01$ ). В случае приема ФНА значение этого показателя хоть и возросло от  $71 \pm 1,5$  ммHg до  $75,3 \pm 2,4$  ммHg (на 6 %), но изменение не достигало достоверного уровня.



Таблица 3.

**Изменение концентрации катионов и анионов в крови спортсменов ориентировщиков под влиянием функционального напитка «Алустон» (M ± m) (n = 12).**

Показатель у.е.	Плацебо		Функциональный напиток «Алустон»	
	До нагрузки	После нагрузки	До нагрузки	После нагрузки
pH	7,39±0,01	7,34±0,02 (p≤0,054)	7,39±0,01	7,36±0,01
BE(ecf)	3,4 – -1,1	1,0 – -8,5 (p≤0,01)	3 – -3,3	0,1 – -6,3 (p≤0,001)
BE(b)	2,2 – -1,3	0,8 – -8,8 (p≤0,01)	2,2 – -2,8	-0,6 – -5,8 (p≤0,001)

**Примечание:** p – уровень достоверности изменений относительно фона.

Концентрация углекислого газа снижалась, как в группе «плацебо», так и в группе ФНА. В первом случае этот показатель сдвигался от 26,79±0,58 ммоль/л до 23,79±0,86 ммоль/л (на 11,2 % при p≤0,01), во втором – от 25,85±0,53 ммоль/л до 24,28±0,61 ммоль/л (на 6,1 % при p≤0,05).

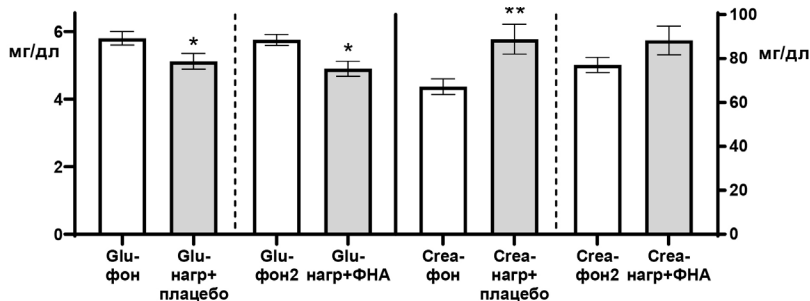
Выявленные отличия в парциальном давлении кислорода между группами «плацебо» и ФНА возможно указывают на менее выраженный дыхательный алкалоз в группе ФНА.

Крайне интересные результаты получены при анализе концентрации глюкозы, креатинина и лактата в крови. Из рисунков 1 и 2 видно, что в группе плацебо параллельно с использованием глюкозы задействуются и другие «быстрые» запасные энергетические активы, что выражается в достоверном приросте концентрации креатинина и лактата. Концентрация глюкозы снижается на 12 % (p≤0,05), креатинин возрастает на 32 % (p≤0,01), лактат – на 173 % от фонового уровня (p≤0,01).

В случае приема ФНА снижается содержание глюкозы на 18 % (p≤0,05) и возрастает концентрация лактата на 107 % (p≤0,01), но содержание креатинина не изменяется. Отмеченный феномен может указывать на сохранность креатина, что может стать залогом пролонгации энергетической готовности организма к дальнейшим нагрузкам.

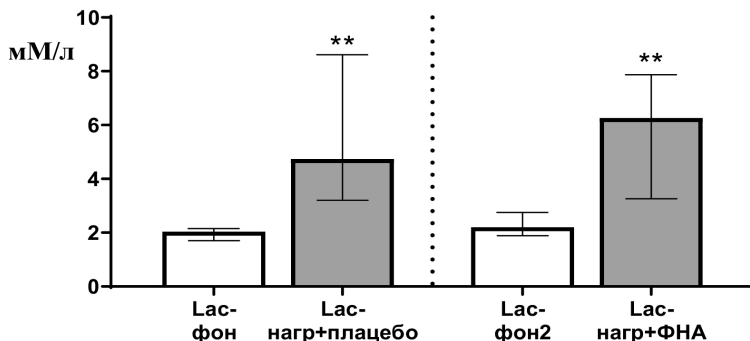
По описанным результатам можно резюмировать, что в условиях приема ФНА может изменяться приоритет энергетического баланса, в результате которого первично тратиться глюкоза и лактат, а ферментация креатина становится выраженным резервным механизмом. Но это предположение требует дальнейшей детальной экспериментальной проверки, в силу того,

что в группе ФНА могли сыграть дополнительные факторы, оказавшие влияние на энергетический баланс.



**Рис. 1.** Сравнение содержания глюкозы (Glu) и креатинина (Crea) в крови у спортсменов ориентировщиков после нагрузочной пробы (нагр) на велоэргометре без (плацебо) и на фоне приема функционального напитка «Алустон» (ФНА).

**Примечания:** \* – отличия от фоновых показателей при  $p \leq 0,05$ , \*\* – отличия от фоновых показателей при  $p \leq 0,01$ .



**Рис. 2.** Сравнение содержания лактата (Lac) в крови у спортсменов ориентировщиков после нагрузочной пробы на велоэргометре без и на фоне приема функционального напитка «Алустон» (представлены медиана и квартили).

**Примечания:** обозначения те же, что и на рис. 1

### Заключение

По результатам настоящего исследования можно заключить, что ФНА способствует стабилизации анионных интервалов и, в первую очередь, анионного интервала по натрию (Agar). Уменьшает выраженность смещения стандартного (BE-ecf) и истинного (BE-b) избытка оснований в отрицательный диапазон, что можно расценивать как более выраженную

сохранность «прочности» буферных систем крови. Также, прием ФНА способствовал уменьшению напряженности в паре ацидоз-алкалоз.

В целом, функциональный напиток «Алустон» продемонстрировал с разной степенью выраженности позитивное воздействие на все исследованные показатели и может рассматриваться как перспективный способ гомеостатической сохранности КОР спортсменов ориентировщиков. Также, следует сказать, что остается актуальным модификационные изменения состава, концентрационного соотношения и др. в напитке «Алустон» и этот поиск может стать основанием для последующих комплексных исследований.

**Конфликт интересов:** между авторами и авторами статьи с Алуштинским эфирно-масличным заводом конфликт интересов отсутствует.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, программа «Приоритет-2030» №075-15-2021-1323*

*This study was financially supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Priority-2030 program №075-15-2021-1323*

### **Список литературы**

1. Гунина Л., Безуглая В., Носач Е. Синдром перенапряжения у спортсменов: миокардиальные биохимические маркеры // Наука в олимпийском спорте. 2017. № 4. С. 27-35.
2. Динамика изменения показателей креатинфосфокиназы в микроцикле подготовки у элитных тяжелоатлетов / Сивохин И.П., Марденова Г.Б., Огиенко Н.А., Бекмухамбетова Л., Белегов А.Н., Калашников А.П. // Современные вопросы биомедицины. 2020. Т4 (3). С. 89-102.
3. Применение омиксных технологи в системе спортивной подготовки / Семенова Е.А., Валева Е.В., Булыгина Е.А., Губайдуллина С.И., Ахметов И.И. // Ученые записки Казанского университета. Серия естественные науки. 2017. Т. 159, кн. 2. С. 232-247.
4. Раджаббадиев Р.М. Биохимические маркеры адаптации высококвалифицированных спортсменов к различным физическим нагрузкам // Наука и спорт: современные тенденции. 2019. Т. 7, №2. С. 81-91.
5. Тавровская Т.В. Велозргометрия. Практическое пособие для врачей. СПб.: Кафедра факультетской терапии Алтайского государственного медицинского университета, 2007. 138 с. [http://raznopolozhno.narod.ru/med/met\\_vem.pdf](http://raznopolozhno.narod.ru/med/met_vem.pdf).
6. Тамбовцева Р.В., Войтенко Ю.Л., Плетнева Е.В. Метаболические эффекты анаэробной функции при кратковременных повторных нагрузках // Теория и практика физической культуры. 2015. № 12. С. 30-33.

7. Физиологические особенности процессов компенсации метаболических сдвигов в организме квалифицированных ориентировщиков при воздействии соревновательной нагрузки / Бирюкова Е.А., Хусаинов Д.Р., Мишин Н.П., Погодина С.В., Чуян Е.Н. // Теория и практика физической культуры. 2021. Том 5. С. 26-28.
8. Шамитова Е.Н., Александрова Н.Л., Михайлова К.Н. Биохимический контроль реакции организма на повышенную физическую нагрузку // Научное обозрение. Биологические науки. 2018. № 2. С. 27-31.
9. Alkaline water improves exercise-induced metabolic acidosis and enhances anaerobic exercise performance in combat sport athletes / Chycki J., Kurylas A., Maszczyk A., Golas A., Zajac A. // PLoS ONE 2018. Vol. 13(11). P. 7-9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205708>
10. Changes in the acid-base balance and lactate concentration in the blood in amateur ultramarathon runners during a 100-km run / Jastrzębski Z., Żychowska M., Konieczna A., Ratkowski W., Radzimiński Ł. // Biol. Sport. 2015. Vol. 32. P. 261-265. <https://doi.org/10.5604/20831862.1163372>
11. Deb S.K., Gough L.A., Sparks S. Sodium bicarbonate supplementation improves severe-intensity intermittent exercise under moderate acute hypoxic conditions // European Journal of Applied Physiology. 2018. Vol. 118(3). P. 607-615. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-3801-7>
12. Dietary Acid Load: Mechanisms and evidence of its health repercussions / Osuna-Padilla I.A., Leal-Escobar G., Garza-García C.A., Rodríguez-Castellanos F.E. // Nefrologia. 2019. Vol. 39. P. 343–354. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2019.08.001>
13. Dietary acid-base balance in high-performance athletes / Marius Baranauskas, Valerija Jablonskiene, Jonas Algis Abaravičius, Laimute Samsonien and Rimantas Stukas // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2020. Vol. 17(15), 5332. <https://doi.org/10.3390/ijerph17155332>
14. Effects of sodium bicarbonate, caffeine, and their combination on repeated 200-m freestyle performance / Pruscino C.L., Ross M.L., Gregory J.R., Savage B. // International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 2020. Vol. 18(2). P. 116-130. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.18.2.116>
15. Features of metabolic support of physical performance in highly trained cross-country skiers of different qualifications during physical activity at maximum load / Parshukova O.I., Varlamova N.G., Potolitsyna N.N., Lyudinina A.Y., Bojko, E.R. // Cells. 2021. Vol. 11(1), 39. <https://doi.org/10.3390/cells11010039>
16. Nam S. Effects of endurance exercise under hypoxia on acid-base and ion balance in healthy males // Physical Activity and Nutrition. 2020. Vol. 24(3). P. 7-12. <https://doi.org/10.20463/pan.2020.0015>

17. Park H.Y., Lim K. Intermittent hypoxic training for 6 weeks in 3000 m hypobaric hypoxia conditions enhances exercise economy and aerobic exercise performance in moderately trained swimmers // *Biology of Sport*. 2018. Vol. 35. P. 49-56. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2018.70751>
18. The effects of sodium bicarbonate ingestion on cycling performance and acid base balance recovery in acute normobaric hypoxia / Gough L.A., Deb S., Brown D., Sparks S. // *Journal of Sports Sciences*. 2019. V. 37. P. 1464-1471. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1568173>

### References

1. Gunina L., Bezuglaya V., Nosach E. *Nauka v olimpiyskom sporte*, 2017, no 4, pp. 27-35.
2. Sivokhin I.P., Mardenova G.B., Ogiyenko N.A., Bekmukhambetova L., Belegov A.N., Kalashnikov A.P. *Sovremennyye voprosy biomeditsiny* [Modern Issues of Biomedicine], 2020, V. 4, no 3, pp. 89-102.
3. Semenova E.A., Valeyeva E.V., Bulygina E.A., Gubaydullina S.I., Akhmetov I.I. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2017, V. 159, book 2, pp. 232-247.
4. Radzhabkadiyev R.M. *Nauka i sport: sovremennyye tendentsii* [Science and sport: modern tendencies], 2019, V. 7, no 2, pp. 81-91.
5. Tavrovskaya T.V. *Veloergometriya. Prakticheskoye posobiye dlya vra-chey*. SPb.: Kafedra fakul'tetskoy terapii Altayskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta, 2007, 138 p. [http://raznopolezno.narod.ru/med/met\\_vem.pdf](http://raznopolezno.narod.ru/med/met_vem.pdf).
6. Tambovtseva R.V., Voytenko YU.L., Pletneva E.V. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2015, no 12, pp. 30-33.
7. Biryukova E.A., Khusainov D.R., Mishin N.P., Pogodina S.V., Chuyan E.N. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2021, no 5, pp. 22-24.
8. Shamitova E.N., Aleksandrova N.L., Mikhaylova K.N. *Nauchnoye obozreniye. Biologicheskoye nauki*, 2018, no 2, pp. 27-31.
9. Alkaline water improves exercise-induced metabolic acidosis and enhances anaerobic exercise performance in combat sport athletes / Chyckj J., Kurylas A., Maszczyk A., Golas A., Zajac A. *PLoS ONE*, 2018, vol. 13(11), pp. 7-9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205708>
10. Changes in the acid-base balance and lactate concentration in the blood in amateur ultramarathon runners during a 100-km run / Jastrzębski Z., Żychowska M., Konieczna A., Ratkowski W., Radzimiński Ł. *Biol. Sport*, 2015, vol. 32, pp. 261-265. <https://doi.org/10.5604/20831862.1163372>
11. Deb S.K., Gough L.A., Sparks S. Sodium bicarbonate supplementation improves severe-intensity intermittent exercise under moderate acute hypoxic

- conditions. *European Journal of Applied Physiology*, 2018, vol. 118(3), pp. 607-615. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-3801-7>
12. Dietary Acid Load: Mechanisms and evidence of its health repercussions / Osuna-Padilla I.A., Leal-Escobar G., Garza-García C.A., Rodríguez-Castellanos F.E. *Nefrologia*, 2019, vol. 39, pp. 343–354. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2019.08.001>
  13. Dietary acid-base balance in high-performance athletes / Marius Baranauskas, Valerija Jablonskiene, Jonas Algis Abaravičius, Laimute Samsonien and Rimantas Stukas. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2020, vol. 17(15), 5332. <https://doi.org/10.3390/ijerph17155332>
  14. Effects of sodium bicarbonate, caffeine, and their combination on repeated 200-m freestyle performance / Pruscino C.L., Ross M.L., Gregory J.R., Savage B. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2020, vol. 18(2), pp. 116-130. <https://doi.org/10.1123/ijnsnm.18.2.116>
  15. Features of metabolic support of physical performance in highly trained cross-country skiers of different qualifications during physical activity at maximum load / Parshukova O.I., Varlamova N.G., Potolitsyna N.N., Lyudinina A.Y., Bojko, E.R. *Cells*, 2021, vol. 11(1), 39. <https://doi.org/10.3390/cells11010039>
  16. Nam S. Effects of endurance exercise under hypoxia on acid-base and ion balance in healthy males. *Physical Activity and Nutrition*, 2020, vol. 24(3), pp. 7-12. <https://doi.org/10.20463/pan.2020.0015>
  17. Park H.Y., Lim K. Intermittent hypoxic training for 6 weeks in 3000 m hypobaric hypoxia conditions enhances exercise economy and aerobic exercise performance in moderately trained swimmers. *Biology of Sport*, 2018, vol. 35, pp. 49-56. <https://doi.org/10.5114/biol sport.2018.70751>
  18. The effects of sodium bicarbonate ingestion on cycling performance and acid base balance recovery in acute normobaric hypoxia / Gough L.A., Deb S., Brown D., Sparks S. *Journal of Sports Sciences*, 2019, vol. 37, pp. 1464-1471. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1568173>

#### ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

**Бирюкова Елена Александровна**, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры физиологии человека и биофизики  
*Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского*  
*проспект Академика Вернадского, 4, г. Симферополь, 295007, Российская Федерация*  
*biotema@mail.ru*

**Хусаинов Денис Рашидович**, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры физиологии человека и биофизики  
*Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского  
проспект Академика Вернадского, 4, г. Симферополь, 295007, Российская Федерация  
gangliu@yandex.ru*

**Бурцева Елена Владимировна**, кандидат фармакологических наук, доцент, доцент кафедры медицинской и фармацевтической химии  
*Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского  
проспект Академика Вернадского, 4, г. Симферополь, 295007, Российская Федерация  
burtsevaev2009@yandex.ru*

**Мишин Николай Петрович**, старший преподаватель кафедры теории и методики физической культуры  
*Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского  
проспект Академика Вернадского, 4, г. Симферополь, 295007, Российская Федерация  
mishinnick@yandex.ru*

**Трибрат Наталья Сергеевна**, кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой нормальной физиологии  
*Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского  
проспект Академика Вернадского, 4, г. Симферополь, 295007, Российская Федерация  
tribratnatalia@rambler.ru*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Yelena A. Biryukova**, PhD Biol.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University  
4, Prospekt Akademika Vernadskogo, Simferopol, 295007, Russian Federation  
biotema@mail.ru.*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2628-0923>*

*Scopus Author ID: 57224579779*

**Denis R. Khusainov**, PhD Biol.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University*

*4, Prospekt Akademika Vernadskogo, Simferopol, 295007, Russian Federation*

*gangliu@yandex.ru*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0974-6792>*

*Scopus Author ID: 14056388900*

*ResearcherID: AAU-3667-2020*

**Yelena V. Burtseva**, PhD Pharmacological

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University*

*4, Prospekt Akademika Vernadskogo, Simferopol, 295007, Russian Federation*

*burtsevaev2009@yandex.ru*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5418-7849>*

*Scopus Author ID: 57219241186*

*ResearcherID: 4261-2022*

**Nikolay P. Mishin**, senior lecturer

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University*

*4, Prospekt Akademika Vernadskogo, Simferopol, 295007, Russian Federation*

*mishinnick@yandex.ru*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4033-1157>*

*Scopus Author ID: 57224568143*

**Natalya S. Tribat**, PhD Biol.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University*

*4, Prospekt Akademika Vernadskogo, Simferopol, 295007, Russian Federation*

*tribratnatalia@rambler.ru*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6800-1419>*

*Scopus Author ID: 57190817496*

*ResearcherID: AAU-7523-2021*

Поступила 15.02.2023

После рецензирования 21.03.2023

Принята 01.04.2023

Received 15.02.2023

Revised 21.03.2023

Accepted 01.04.2023