

Разработка и оценка качества напитка для спортсменов на основе минеральной воды, обогащенного аминокислотами

В. О. ТОЛМАЧЕВ, аспирант

С. Л. ТИХОНОВ, доктор технических наук, профессор (e-mail: tihonov75@bk.ru)

Н. В. ТИХОНОВА, доктор технических наук, доцент

Уральский государственный экономический университет, ул. 8 марта, 62, Екатеринбург, 620144, Российская Федерация

Резюме. Научно обоснована и разработана рецептура напитка для спортсменов на основе минеральной воды, обогащенной природной метакремниевой кислотой и аминокислотами с разветвленной углеводной цепью (АРУЦ). Исследования проводили в 2017–2018 гг. В состав напитка входит вода минеральная природная питьевая столовая «АРДВИ», фруктоза, комплексная пищевая добавка – Аспартам, регулятор кислотности – лимонная кислота, АРУЦ, цитрат натрия, ароматизатор «Киви», консерванты (бензоат натрия и сорбат калия). Предварительно оценивали качество минеральной воды, затем определяли основные ингредиенты напитка и их качество. Анализы выполняли в пятикратной повторности. Производство напитка включало следующие этапы: приемка сырья; подготовка минеральной воды; последовательное приготовление и внесение компонентов купажного сиропа, приготовление напитка; розлив, укупорка, бракераж, маркировка, упаковка и передача готовой продукции на склад; хранение и транспортировка готовой продукции. Напиток готовили в синхронно-смесительной установке из купажного сиропа и подготовленной воды в соотношении 1:5 (допускается другое разведение). Готовый напиток разливали в бутылки из полимерных материалов типа ПЭТФ. Внешний вид напитка – прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений, бесцветная, с фруктовым вкусом и ароматом киви. Допускается незначительный естественный осадок минеральных солей. Через 14 месяцев хранения органолептические показатели, основной ионный состав, количество биологически активного компонента напитка – метакремниевой кислоты (53,4 мг/дм³) и содержание АРУЦ (глицин – 0,10; валин – 2,1; изолейцин – 1,3 лейцин – 0,30 г/100 мл) существенно не изменялись. Микробиологические показатели напитка после производства и хранения в течение 14 месяцев соответствовали норме. Употребление 200 мл напитка обеспечивает от 72 до 93 % потребности организма спортсменов в кремнии и до 95 % в АРУЦ. Рекомендуемый срок хранения – 12 месяцев при температуре от 0 до 25 °С и относительной влажности воздуха не выше 85 %.

Ключевые слова: напиток, питание спортсменов, кремний, аминокислоты, технология, качество.

Для цитирования: Толмачев В. О., Тихонов С. Л., Тихонова Н. В. Разработка и оценка качества напитка для спортсменов на основе минеральной воды, обогащенного аминокислотами // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 1. С. 53–56. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10113.

Рациональное питание и соблюдение питьевого режима – важные факторы, влияющие на эффективность занятий спортом. Сегодня подготовка спортсмена включает 1300...1500 ч в год [1], на сборах проводят по 2...3 тренировки в день по 2...3 ч каждая с высокими соревновательными нагрузками. Так, в игровых видах спорта количество соревнований составляет 70...85 в год, у пловцов – 100, у велосипедистов – 150 в год [2].

В результате у спортсмена усиливается обмен веществ, активизируются адаптационные процессы, способствующие повышению выносливости, силы, скоростных качеств, что способствует росту спортивных результатов. С другой стороны, эти же нагрузки,

стимулируя интенсивные затраты энергоресурсов, минеральных веществ и витаминов, могут привести к уменьшению работоспособности, замедлению восстановительных и адаптационных реакций, а также к серьезным нарушениям здоровья.

Поэтому совершенствование системы подготовки спортсменов должно осуществляться по двум взаимосвязанным направлениям. Первое предусматривает оптимизацию тренировочных и соревновательных нагрузок, а также тренировочных средств. Второе направление – создание условий, при которых выполняемая спортсменом работа вызывала бы адаптационные перестройки организма, гарантировавшие достижение высоких спортивных результатов.

Эти условия обеспечивают применением средств педагогического, медико-биологического и психологического характера, стимулирующих работоспособность и восстановительные реакции спортсменов, а также подготовкой в различных климатических и географических условиях (в первую очередь, в среднегорье и высокогорье), барокамерах и др.

Рациональное питание и питьевой режим повышают эффективность подготовки [3]. Спортивные напитки восстанавливают объем жидкости, потерянной организмом в результате физической нагрузки. Наиболее популярны напитки, содержащие, наряду с другими необходимыми нутриентами, специализированные комплексы аминокислот, макро- и микроэлементов, витаминов и витаминоподобных веществ. По своему назначению спортивные напитки делят на две группы:

употребляемые во время занятий спортом (изотонические, в том числе с антиоксидантами);

употребляемые после окончания физических упражнений (гипотонические).

Изотонические напитки обычно содержат 4...10 % углеводов (сахара, сахарозы, глюкозы, фруктозы, декстрозы и др.), что обеспечивает работоспособность при высоких физических нагрузках, увеличивает выносливость, предотвращает истощение запасов гликогена [4].

Поддержание кислородного баланса в крови при длительных нагрузках (2...3 ч) достигается с помощью антиоксидантов, добавляемых в напитки или включаемых отдельно в рацион спортсменов. В качестве антиоксидантов широко используют токоферолы, каротиноиды, флавоноиды. Основная их функция заключается в инактивации свободных радикалов, количество которых активно возрастает при интенсивных физических нагрузках и приводит к разрушению клеточных мембран, гибели и перерождению самих клеток [5].

Спортивные напитки второй группы отличаются тем, что в их состав, наряду с витаминами, минералами и углеводами, включают гидролизаты различных растений – сои, пшеницы и др. Эти напитки должны обеспечить быстрое восстановление физической формы спортсменов [6]. Показано, что такой эффект достигается благодаря повышению уровня незаменимых аминокислот в организме, усиленному синтезу гликогена,

ресинтезу гликогена в мышцах, поступлению инсулина в кровь и удалению избытка молочной кислоты через почки и потовые железы. Важное значение в механизме этих превращений играет глюкокортикоидный гормон кортизон, концентрация которого увеличивается в крови при высоких нагрузках [7, 8, 9]. Кортизон стимулирует образование глюкозы в печени путем дезаминирования свободных, в том числе незаменимых, аминокислот, что приводит к их дефициту [10]. С учетом этого, а также на фоне подавления ресинтеза белка при интенсивной мышечной работе, содержание незаменимых аминокислот, в частности, аминокислот с разветвленной углеродной цепью (АРУЦ) в организме спортсменов должно пополняться с помощью питания, в том числе специализированных напитков.

Известно, что потребностью организма человека в АРУЦ, к которым относят изолейцин, лейцин и валин, составляет до 35...40 % от общей потребности в незаменимых аминокислотах. Суточная норма лейцина для человека равна 1,1...1,2 г. Он хорошо всасывается при пероральном введении, проникает через гематоэнцефалический барьер и обладает особо выраженной способностью стимулировать биосинтез белка, клеточный метаболизм, рост клетки, формируя структуру белковой молекулы (фолдинг). АРУЦ трансаминируются в мышцах в кетокислоты, которые затем утилизируются в реакциях глюконеогенеза в печени. При умеренной физической нагрузке пул АРУЦ сохраняется на постоянном уровне, несмотря на активацию процессов распада белка [11, 12]. Однако при тяжелой и длительной физической нагрузке окисление АРУЦ в скелетных мышцах часто превышает их высвобождение из мышечных белков. В результате концентрация АРУЦ в крови падает, что способствует транспорту триптофана в ЦНС и повышению образования серотонина в мозге [13, 14]. Одним из последствий этого эффекта может быть развитие усталости центрального происхождения. Употребление напитков, содержащих АРУЦ, позволяет восстановить работоспособность при высоких физических нагрузках.

Нередко спортсмены в ходе тренировочного процесса растягивают мышцы и травмируют связки. Один из факторов, предупреждающих возникновение травм – дополнительное поступление в организм микроэлемента кремния. Он необходим для сцепления волокон коллагена и эластина, что придает соединительной ткани прочность и упругость. Связанный кремний входит в состав белковых комплексов. Доказательством эффективности кремния в формировании соединительной и костной тканей служит его роль в адаптивной реакции после перелома кости или разрыва связок, когда концентрация кремния в травмированных тканях возрастает в 50...200 раз при одновременном ее снижении в крови в 4 раза. При дефиците этого микроэлемента уменьшается масса хрящевой ткани и эластичность костей, повышается ломкость ногтей и волос [15, 16, 17].

Потребность организма человека в кремнии составляет 30 мг в сутки [18], у спортсменов она возрастает на 70 % [19, 20]. Усвояемость кремния зависит от формы, в которой он поступает с пищей. Хорошо усваиваются кремниевые кислоты – они быстро всасываются и с кровью транспортируются к органам и тканям, при этом избыток кремния выводится через мочевыделительную систему и его концентрация в биологических жидкостях остается в пределах физиологической нормы [17].

Доля отечественных напитков для спортсменов на

потребительском рынке составляет всего 10...15 % от общего количества, при этом ассортимент российских напитков насчитывает не более 10 наименований.

Цель исследований – разработка напитка для спортсменов на основе минеральной воды «АРДВИ», обогащенной природной метакремниевой кислотой и АРУЦ.

Условия, материалы и методы. Исследования проводили в 2017–2018 гг. согласно ГОСТ 6687.5-86, ГОСТ 6687.2-90, ГОСТ 30712-2001, ГОСТ 6687.4-86 в 5-кратной повторности.

Пробы воды «АРДВИ», используемой для производства напитка, отбирали в соответствии с ГОСТ 31861. Ее исследование на соответствии требованиям ГОСТ Р 54316-2001, ТР ТС 021/2011, МУ МЗ РФ №2000/34, СанПиН 2.6.1.2523-09 и ТУ 9185-004-37881001-12 выполняли в ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий», ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области», ФГБНУ «ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности».

Данные обрабатывали с помощью программных продуктов MS Excel, STATISTICA 10 с использованием t-критерия Стьюдента и представляли в виде средней арифметической (M) и ее ошибки (m).

Для производства напитка использовали сырье, соответствующее требованиям ТР ТС 021/2011, ТР ТС 029/2012, качество которого было подтверждено документами, разрешающими применение для производства пищевых продуктов, согласно требованиям органов Роспотребнадзора: вода минеральная природная питьевая столовая «АРДВИ» ТУ 9185-004-37881001-12; фруктоза К.С. 1,7; комплексная пищевая добавка – Аспартам (E951); регулятор кислотности – лимонная кислота (E330); аминокислоты с разветвленной углеродной цепью (валин, изолейцин, лейцин); цитрат натрия, ароматизатор «Киви» FM006116; бензоат натрия (E211) и сорбат калия (E202). У готового напитка исследовали органолептические, физико-химические и микробиологические показатели в начале розлива и далее в течение розлива. Периодичность контроля может меняться в зависимости от производительности линии розлива.

Результаты и обсуждение. В ходе исследований была разработана технологическая схема производства напитка, включающая следующие этапы: приемка сырья; подготовка воды (вода минеральная природная питьевая столовая «АРДВИ»); последовательное приготовление и внесение компонентов купажного сиропа, приготовление напитка; розлив, укупорка, бракераж, маркировка, упаковка и передача готовой продукции на склад; хранение и транспортировка готовой продукции.

Приемку сырья и материалов осуществляли на основании требований Ф.7.1-01-13; Ф.8.2-01.06; Ф.7.1-01-07, подготовку воды – в соответствии с ТИ 9185-37881001-13-2017 и ТИ 10-5031536-73-90.

Напиток готовили на синхронно-смесительной установке из купажного сиропа и подготовленной воды в соотношении 1:5 (допускается другое разведение). Купажный сироп готовили путем внесения при постоянном перемешивании компонентов в следующей последовательности: водный раствор аминокислот (глицин, валин, изолейцин, лейцин), водный раствор подсластителя; водный раствор лимонной кислоты, водный раствор ароматизатора; водный раствор кон-

Таблица. Физико-химические показатели и содержание биологически активных компонентов в напитке для спортсменов на основе минеральной воды «АРДВИ», обогащенного АРУЦ ($M \pm m$)

Показатель	После производства	Через 14 месяцев хранения	Регламентируемые показатели качества
Внешний вид	Прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений. Допускается незначительный естественный осадок минеральных солей.		
Цвет		Бесцветный	
Вкус		Фруктовый	
Аромат		Киви	
Основной ионный состав, мг/л:			
HCO ⁻	384,1±1,2	382,5±0,3	300...500
SO ²⁺ ₄	87,6±0,5	83,8±0,9	70...90
Cl ⁻	114,2±0,3	117,4±0,5	100...140
Ca ²⁺	92,3±0,2	92,1±0,1	70...120
Mg ²⁺	81,4±0,5	78,3±0,7	60...100
(Na+K) ⁺	76,5±0,8	79,2±0,8	60...90
Минерализация, г/дм ³	0,8±0,1	0,8±0,1	0,6...1,2
H ₂ SiO ₃ , мг/дм ³	53,4±0,2	53,3±0,4	40...60
Аминокислоты, г/100 мл:			
Глицин	0,10±0,01	0,10±0,01	0,05...2,0
Валин	2,1±0,2	2,1±0,2	1,5...2,5
Изолейцин	1,3±0,1	1,3±0,1	1,0...2,0
лейцин	0,30±0,02	0,30±0,01	0,1...0,5
Кислотность, см ³ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1,0 моль, дм ³ на 100 см ³ напитка	2,0±0,3	2,0±0,3	менее 3

Через 14 месяцев хранения при температуре 20...25 °С и относительной влажности воздуха не выше 75...80 % органолептические показатели, основной ионный состав, количество биологически активного компонента напитка – метакремниевой кислоты (H₂SiO₃) и содержание АРУЦ не изменялись (см. табл.). Микробиологические показатели разработанного напитка после производства и хранения в течение 14 месяцев соответствовали требованиям ТР ТС 21/2011.

Разработанный напиток относится к изотоническим. Употребление напитка благодаря входящим в его состав аминокислотам и минеральным веществам воды «АРДВИ» позволяет восстановить физическую форму спортсмена после

серванта; вода минеральная природная питьевая столовая «АРДВИ» до расчетного объема. Приготовленный сироп перед розливом выдерживали не менее получаса для достижения стабильности по органолептическим и физико-химическим показателям.

Непосредственно перед розливом готовили модельный напиток, для чего в лаборатории купажный сироп, предназначенный для розлива, и минеральную воду доводили до температуры 20 °С и смешивали согласно рецептуре в соотношении 1:5. Полученный модельный напиток перемешивали и исследовали его органолептические свойства (внешний вид, вкус, цвет и аромат) и титруемую кислотность на соответствие рецептурным значениям. Полученное значение кислотности напитка использовали в качестве контрольного и для запуска линии розлива.

Готовый напиток разливали в бутылки из полимерных материалов типа ПЭТФ. Дозирование напитка производили по объему. Потребительскую тару герметично укупоривали с применением укупорочных средств в соответствии с ГОСТ Р 52844-2007, ГОСТ 8.579-2002.

Внешний вид напитка – прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений, бесцветная, с фруктовым вкусом и ароматом киви. Допускается незначительный естественный осадок минеральных солей.

высокой физической нагрузки. Напиток рекомендован к употреблению в количестве 200 мл через 30...40 мин. после тренировки, что обеспечивает от 72 до 93 % потребности организма спортсменов в кремнии и до 95 % в АРУЦ согласно МР 2.3.1.2432-08 [19].

На основании проведенных исследований в соответствии с МУ 4.2.727-99 и требованиями ГОСТ 28188-2014 установлены регламентируемые показатели качества напитка (см. табл.), срок и режим хранения: 12 месяцев при температуре хранения от 0 °С до 25 °С и относительной влажности воздуха не выше 85 %.

Выводы. На основании проведенных исследований разработана рецептура и технология изготовления напитка для спортсменов. Биологически активными компонентами в напитке служат кремний и аминокислоты с разветвленной углеводной цепью. Через 14 месяцев хранения органолептические, микробиологические, физико-химические показатели напитка, а также содержание биологически активных веществ достоверно не изменялись. Употребление рекомендуемой нормы напитка (200 мл) обеспечивает от 72 до 93 % потребности организма спортсменов в кремнии и до 95 % в АРУЦ. Установлены регламентируемые показатели качества напитка, срок и режим хранения: 12 месяцев при температуре от 0 до 25 °С и относительной влажности воздуха не выше 85 %.

Литература.

1. Герасименко Н. Ф., Позняковский В. М., Челнакова Н. Г. Методологические аспекты полноценного, безопасного питания: значение в сохранении здоровья и работоспособности // Человек. Спорт. Медицина. 2017. № 1. Т. 17. С. 79–86.
2. Ветрова О. В., Румянцева Л. А., Истомин А. В. Гигиеническое обоснование использования специализированных пищевых продуктов в питании спортсменов // Гигиена и санитария. 2018. Т. 97. № 7. С. 648–653.
3. Clarkson P. M. Trace Minerals // Nutrition in Sport / ed. R. M. Maughan. Blackwell Science Ltd., 2000. Pp. 339–355.
4. Краснова И. С., Токаев Э. С. Изотонический напиток для регидрации при высоких физических нагрузках // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2011. № 2-3. С. 59–61.
5. Куркин В. А., Куркина А. В., Авдеева Е. В. Флавоноиды, как биологически активные соединения лекарственных растений // Фундаментальные исследования. 2013. № 11. С. 1897–1898.
6. Биологически активные добавки и препараты ЗАО «Алтайвитамины» в подготовке высококвалифицированных спортсменов // Препараты ЗАО «Алтайвитамины» для спортивной медицины: метод. материалы. Бийск, 2006. 32 с.
7. Оценка метаболического состояния лыжников-гонщиков высокой квалификации при развитии локально-региональной мышечной выносливости / А. С. Бахарева, И. П. Исаев, О. Б. Цейликман и др. // Теория и практика физической культуры. 2016. № 3. С. 12–13.

8. Погодина С. В., Алексанянц Г. Д. Анализ глюкокортикоидной активности в организме высококвалифицированных спортсменов различных половозрастных групп // *Теория и практика физической культуры*. 2016. № 9. С. 49–51.
9. Тамбовцева Р. В., Никулина И. А. Особенности гормональной регуляции энергетического обмена у спортсменов различной специализации при выполнении предельной работы // *Теория и практика физической культуры*. 2016. № 1. С. 28–30.
10. Leucine and protein metabolism in obese Zucker rats / P. She, K. C. Olson, Y. Kadota, etc. // *PLoS One*. 2013. Vol. 8. No. 3. Pp. 59443.
11. Шейбак В. М. Лейцин, изолейцин, валин: биохимические основы разработки новых лекарственных средств: монография. Гродно: ГрГМУ, 2014. 244 с.
12. Influence of ingesting a solution of branched-chain amino acids on perceived exertion during exercise / E. Blomstrand, P. Hassmen, S. Ek, etc. // *Acta. Physiol. Scand.* 1997. Vol. 159. Pp. 41–49.
13. Preference for a solution of branched-chain amino acids plus glutamine and arginine correlates with free running activity in rat / M. Smruga, M. Kameishi, T. Tanaka, etc. // *Nutr Neurosci*. 2002. Vol. 5. Pp. 189–199.
14. Stipanuk M. H. Leucine and protein synthesis: mTOR and beyond // *Nutr Rev*. 2007. Vol. 65. Pp. 122–129
15. Климова Е. В. Анализ биодоступности кремния в продуктах питания (Бельгия) // *Экологическая безопасность*. 2011. № 2. С. 532.
16. Климова Е. В. О повышенных потерях макро- и микроэлементов при занятии спортом и целесообразности компенсации биологически активными добавками // *Пищевая и перерабатывающая промышленность*. 2010. № 1. С. 197.
17. К вопросу о поведении кремния в природе и его биологической роли / В. В. Вапиров, В. М. Феоктистов, А. А. Венкович и др. // *Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия: Общественные и гуманитарные науки*. 2017. № 2. С. 95–102.
18. МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации (от 18.12.08). М.: ФГУП «ИнтерСЭН», 2008. 39 с.
19. Влияние кремнийсодержащей воды «АРДВИ» на регенерацию мягких тканей и долгосрочную оставленную мышечную болезненность / О. А. Толмачев, В. О. Толмачев, В. М. Позняковский и др. // *Человек. Спорт. Медицина*. 2017. № 5. Т. 17. С. 73–84.
20. Влияние профессиональной физической нагрузки различного уровня у девушек-спортсменок на содержание макро- и микроэлементов в различных биоиндикаторных средах / И. П. Зайцева, Н. А. Агаджанян, А. В. Скальный и др. // *Теория и практика физической культуры*. 2016. № 6. С. 45–48.

Development and Quality Evaluation of Drink for Athletes Based on Mineral Water Enriched with Amino Acids

V. O. Tolmachev, S. L. Tikhonov, N. V. Tikhonova

Ural State Economic University, ul. 8 Marta, 62, Ekaterinburg, 620144, Russian Federation

Abstract. It was scientifically substantiated and developed a formulation of drink for athletes based on mineral water, enriched with natural metasilicic acid and amino acids with a branched carbohydrate chain (AABCC). The studies were conducted in 2017–2018. The composition of the drink included natural mineral drinking water “Ardvi”, fructose, complex food additive Aspartame, acidity regulator (citric acid), AABCC, sodium citrate, flavoring material “Kiwi”, preservatives (sodium benzoate and potassium sorbate). The quality of the mineral water was preliminarily evaluated, then the main ingredients of the drink and their quality were determined. Analyzes were performed in five replications. Beverage production involved the following stages: acceptance of raw materials; mineral water preparation; consecutive preparation and introduction of components of blending syrup, preparation of the drink; bottling, corking, rejection, labeling, packaging, and transfer of finished products to the warehouse; storage and transportation of finished products. The drink was prepared by means of a synchronous mixing plant from blending syrup and prepared water in the ratio of 1:5 (other dilutions were allowed). The finished drink was bottled in polymeric materials such as PET. The appearance of the drink is clear liquid without sediment and foreign inclusions, colourless, with a fruity taste and aroma of kiwi. A slight natural precipitate of mineral salts is allowed. After 14 months of storage, organoleptic characteristics, the main ionic composition, the amount of the biologically active component of the drink – metasilicic acid (53.4 mg/dm³) and the content of AABCC (glycine – 0.10 g/100 mL; valine – 2.1 g/100 mL; isoleucine – 1.3 g/100 mL; leucine – 0.30 g/100 mL) did not change significantly. The values of microbiological indicators of the drink after production and storage for 14 months corresponded to the standard. Drinking 200 mL of the drink provides from 72 to 93% of the athletes’ needs in silicon and up to 95% in AABCC. The recommended shelf life is 12 months at a temperature from 0 to 25 Celsius degrees and relative air humidity not higher than 85%.

Keywords: drink; nutrition of athletes; silicon; amino acids; technology; quality.

Author Details: V. O. Tolmachev, post graduate student; S. L. Tikhonov, D. Sc. (Tech.), prof. (e-mail: tihonov75@bk.ru); N. V. Tikhonova, D. Sc. (Tech.), assoc. prof.

For citation: Tolmachev V. O., Tikhonov S. L., Tikhonova N. V. Development and Quality Evaluation of Drink for Athletes Based on Mineral Water Enriched with Amino Acids. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2019. Vol. 33. No. 1. Pp. 53–56 (in Russ.). DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10113.

ВНИМАНИЮ СОИСКАТЕЛЕЙ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ И ДРУГИХ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫХ ЛИЦ!

Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК» издает монографии и другую книжную продукцию с редактированием и всеми выходными данными.

Цены договорные.

Заявки отправлять по адресу: 101000, г. Москва, Моспочтамт, а/я 166.

Тел.: (963) 758-48-44. E-mail: agroapk@mail.ru