УДК 613:663/.664.002.35:796.015.642 (045)

К.В. Потапова, О.Е. Бакуменко

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУХОГО СМЕШИВАНИЯ И ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ВКУСОАРОМАТИЧЕСКИХ ДОБАВОК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОБЕЛКОВОГО ПРОДУКТА СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ

Исследования в области разработки продуктов спортивного питания являются весьма актуальными ввиду повышения спроса на данные виды продукции. В сфере спортивной индустрии с каждым годом все больше набирают популярность высокобелковые смеси, которые необходимы для быстрого набора мышечной массы, а также для своевременного восстановления организма после тренировок и в период соревнований. Нами обоснован состав высокобелкового продукта для питания спортсменов в соревновательный и тренировочный период и разработана его рецептура. При производстве сухих высокобелковых смесей актуальной является технология сухого смешивания. В ходе исследования изучен процесс сухого смешивания компонентов, который проводился на барабанном смесителе периодического действия «Турбула» С-2.0. Выявлена зависимость между концентрацией витамина С и оптической плотностью фильтратов, позволившая установить наилучшую продолжительность перемешивания смеси. При изучении потребительских свойств продукта определены оптимальные концентрации вкусоароматических добавок в рецептуре, изучены органолептические показатели сухих смесей; выбраны две вкусоароматические добавки, которые наиболее полно отвечают органолептическим характеристикам исследуемого продукта. На завершающем этапе исследования проведена дегустационная оценка с участием потенциальных потребителей, на основании которой для разрабатываемого высокобелкового продукта спортивного питания был выбран сухой натуральный ароматизатор «Лесная ягода». Представлен состав высокобелковой сухой смеси и даны рекомендации по применению.

Высокобелковый продукт, сухое смешивание компонентов, концентрат сывороточных белков, пребиотик, вкусоароматические добавки, спортсмены.

Введение

Современный спорт характеризуется интенсивными физическими, психическими и эмоциональными нагрузками. Процесс подготовки к соревнованиям включает, как правило, двух- или даже трехразовые ежедневные тренировки, оставляя все меньше времени для отдыха и восстановления физической работоспособности. Значимой составляющей жизни для большинства профессиональных спортсменов является питание. Грамотное построение рациона спортсмена – важное требование при организации тренировочного процесса. Повышенные физические нагрузки являются причиной возникновения у спортсменов дополнительных потребностей в пищевых веществах, в том числе в белке и основных микронутриентах (витаминах, минеральных веществах и др.). Однако традиционное питание не может обеспечить сбалансированное поступление в организм легкоусвояемых белков и незаменимых аминокислот, не перенасыщая при этом излишками нежелательных веществ – простых углеводов, насыщенных жиров и др.

Использование специализированных продуктов, обладающих высокой биологической и пищевой ценностью и легкой усвояемостью, позволяет, благодаря определенной направленности их физико-химического состава, оперативно вносить корректировки в питание спортсменов, обеспечивать организм энергией и пищевыми веществами адекватно энергозатратам, способствуя сохранению высокой работоспособности и готовности к выполнению очередной физической нагрузки в условиях многоразовых тренировок [1].

В последние годы в области разработки и применения специализированных высокобелковых продуктов для питания спортсменов наметилось стремительное развитие. В настоящее время (преимущественно за рубежом) разработан и выпускается достаточно широкий ассортимент данной группы продуктов, однако их промышленное производство в нашей стране весьма ограниченно [2].

Большую популярность приобретают специальные питательные высокобелковые смеси, дающие возможность быстро утолить голод и помочь организму не терять тонус до/после тренировки или между основными приемами пищи. Все более расширяющееся отечественное производство и использование специализированных продуктов в питании спортсменов требует объективного научного обоснования принципов их создания.

В связи с вышеизложенным, целью работы является исследование процесса сухого смешивания и подбор вкусоароматической добавки для высокобелкового продукта спортивного питания, способствующего набору мышечной массы и поддержанию ее спортсменами-силовиками, предпочтительно после проведения тренировочных мероприятий.

Научная новизна работы заключается в следующем: при изучении процесса сухого смешивания выявлена зависимость между концентрацией витамина С и оптической плотностью фильтратов, позволившая установить оптимальную продолжительность перемешивания смеси, при этом содержание витамина С было наиболее высоким. Установлено, что для получения сухой высокобелковой смеси с

хорошими органолептическими показателями целесообразно использовать натуральный ароматизатор «Лесная ягода». Обоснован состав высокобелковой смеси, способствующей при регулярном употреблении восполнению витаминов и минеральных веществ у спортсменов в соревновательный и тренировочный периоды, и разработана ее рецептура.

Объект и методы исследования

В качестве основы высокобелкового продукта был выбран концентрат сывороточных белков (КСБ-УФ). Для проведения эксперимента использовали следующее сырье: аминокислоты – глютамин и аргинин; пребиотический препарат на основе гуммиарабика и олигосахаридов FLORACIA®; витаминно-минеральный премикс, сухие ароматизаторы четырех производителей – Stockmeierfood, Moguntia, СоюзОптТорг и Wild; в качестве подсластителя использовали мальтодекстрин [3].

В качестве объекта исследования была выбрана смесь, состоящая из КСБ-УФ, витаминно-минерального премикса, пребиотика и вкусоароматической добавки. При оценке состава и свойств изучаемого объекта использовались методы исследования, полностью удовлетворяющие общепринятым стандартам: метод измерения массовой доли общего азота и определение массовой доли белка (по ГОСТ 23327–98), метод определения массовой доли влаги (по ГОСТ 29246–91), метод определения физических и органолептических показателей (по ГОСТ 29245–91), метод определения активной кислотности (по ГОСТ 30648.5–99), метод измерения массовой доли витамина С (по ГОСТ 30627.2–98) [4, 5, 6, 7].

При выполнении экспериментальной части работы применялись общепринятые и стандартные методы исследования. Измерения проводили не менее чем в трех-пятикратных повторностях. Полученные данные обрабатывались методами математической статистики.

Результаты и их обсуждение

Учитывая, что для восстановления мышц после тренировки и последующего их роста необходимо поступление в организм белка, основу исследуемого продукта составил КСБ-УФ, выделенный из молочной сыворотки методом ультрафильтрации и дальнейшей распылительной сушки ретентата – молока, в котором сконцентрирована белковая и жировая составляющие, а углеводный и минеральный состав не изменены.

Для укрепления иммунного статуса спортсмена и быстрого восстановления после тренировок в продукт внесено дополнительное количество аргинина и глютамина (1,82 и 2 г соответственно в пересчете на 100 г продукта, что соответствует 15 % от физиологической нормы потребления этих веществ лицами с V группой физической активности).

При интенсивной тренировке, связанной с накоплением мышечной массы, организму требуются витамины и минеральные вещества, в связи с чем продукт обогащен витаминами B_1, B_2, B_6, PP и С и минеральными веществами – Ca, Mg, Zn, Fe, I, Mn, P, Cu.

Продолжительные физические нагрузки усугубляют проблемы со стороны желудочно-кишечного тракта, которые могут препятствовать успешному выступлению спортсмена или его тренировке. В целях устранения данной проблемы в высокобелковый продукт внесена комплексная пищевая добавка FLORACIA®, представляющая собой пищевое волокно с выраженным пребиотическим эффектом [8].

Учитывая, что пищевой рацион спортсмена не всегда изобилен и зачастую не имеет приятного аромата, для улучшения потребительских качеств продукта был подобран ароматизатор, наиболее полно удовлетворяющий вкусам и предпочтениям спортсменов.

Процесс сухого смешивания проводили на барабанном смесителе периодического действия «Турбула» С-2.0 (рис. 1).

Рис. 1. Смеситель типа «Турбула» С-2.0

Преимуществами барабанных смесителей по отношению к другим являются простота конструкции и надежность в эксплуатации, возможность смешивания материалов без разрушения частиц, широкий диапазон рабочих объемов, минимум негативных воздействий центробежных сил. Помимо этого, данный способ перемешивания не ведет к образованию «мертвых зон» и разогреву продукта, как в случае со смесителями, оборудованными мешалками [9, 10].

Эффективность процесса сухого смешивания оценивалась по содержанию в смеси витамина С. Данный витамин вносится в продукт в незначительном количестве, следовательно, равномерное распределение аскорбиновой кислоты по всему объему смеси определяет эффективность смешивания. Коэффициент загрузки ($К_{заг}$) брали равным 0,5, а частота вращения барабана смесителя составляла 50 об/мин.

Для определения оптимальной продолжительности перемешивания, при которой содержание в смеси витамина С было наиболее высоким, были проведены измерения оптической плотности фильтратов навесок, взятых из трех разных точек смеси через 30, 40 и 50 мин перемешивания. С помощью калибровочного графика (рис. 2) выявлены значе-

ния концентраций витамина С в фильтратах (мг/см^3) [11].

Массовую долю витамина С вычисляли по формуле:

$$X = (P_c \cdot V) / m, \quad (1)$$

где X – массовая доля витамина С в фильтрате; P_c – массовая доля витамина С в фильтрате, определенная по калибровочной кривой, мг/см^3; V – общий объем разведения продукта, см^3; m – масса пробы продукта, взятая для измерения, г.

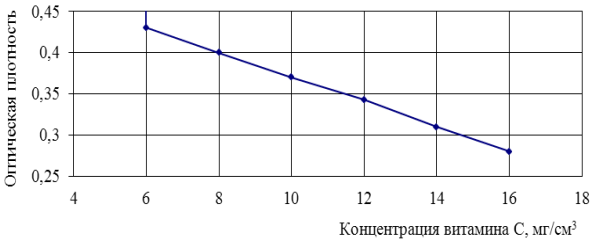

Рис. 2. Зависимость содержания витамина С от оптической плотности фильтратов

Определив массовую долю витамина С в исследуемом фильтрате и учитывая количество использованной для эксперимента сухой смеси, перевели массовую концентрацию витамина в массу, измеренную в граммах. Результаты эксперимента представлены в табл. 1 и на рис. 3.

Таблица 1

Зависимость концентрации витамина С (г) в смеси от режима перемешивания

№ пробы	Время перемешивания, мин		
	30	40	50
1	0,059	0,06	0,06
2	0,057	0,06	0,06
3	0,056	0,06	0,06
Среднее значение, г	0,057333	0,06	0,06

Установлено, что перемешивать смесь необходимо в течение 40 минут, так как при этом режиме достигается равномерное распределение витамина С по всему объему сухой смеси.

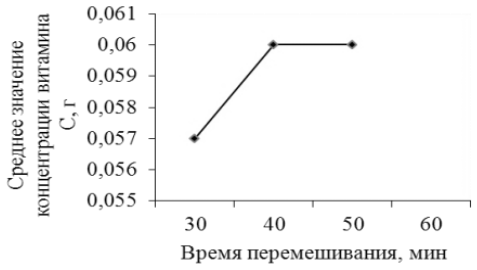

Рис. 3. Зависимость концентрации витамина С от времени перемешивания

Для проведения органолептического анализа была создана дегустационная комиссия в составе 16 человек (спортсмены-силовики в возрасте от 18 до 35 лет).

Для подбора вкусоароматических добавок использовались ароматизаторы: Stockmeierfood (1Ф), Moguntia (2Ф), СоюзОптТорг (3Ф), Wild (4Ф), разрешенные для использования в пищевой промышленности органами Роспотребнадзора [4].

Нами изучены оптимальные концентрации ароматизаторов и органолептические показатели сухих смесей. Эксперимент проводили следующим образом: 10 г основной смеси (с использованием пребиотического препарата на основе гуммиарабика и фруктоолигосахаридов) с добавлением исследуемого ароматизатора в количестве от 0,5 до 1 г разбавляли в 100 см^3 воды температурой 20–22 ^{o}С.

Вкус и аромат готового продукта оценивались по пятибалльной шкале (рис. 4).

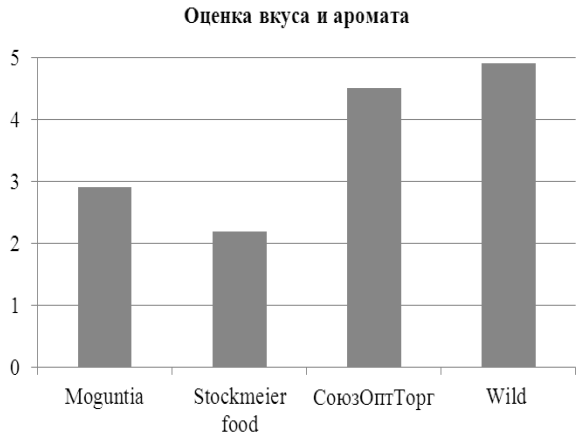

Рис. 4. Средние результаты оценки дегустационной комиссии (предел отклонения ±0,2)

В ходе исследований выявлено, что натуральные ароматизаторы «Лесная ягода» и «Банан» (фирм Wild и СоюзОптТорг в концентрации 7 и 8 г в пересчете на 100 г продукта соответственно) наиболее полно отвечают органолептическим характеристикам высокобелкового продукта, так как имеют натуральный приятный вкус и аромат.

Была проведена дегустационная оценка вкусоароматических добавок «Банан» (СоюзОптТорг, с концентрацией 2,4 г на 30 г продукта, растворенной в 300 см^3 воды) и «Лесная ягода» (Wild, с концентрацией 2,1 г на 30 г продукта, растворенной в 300 см^3 воды). По результатам дегустации сделан вывод, что высокобелковый продукт спортивного питания со вкусом «Лесная ягода» обладает более явным спектром приятных оттенков по вкусовым и ароматическим характеристикам, что повлияет на более высокий спрос на рынке спортивного питания.

Исследуемый высокобелковый продукт для спортивного питания представляет собой сухой порошок и может использоваться спортсменами путем восстановления его водой или молоком. Состав его представлен в табл. 2.

Таблица 2

Состав исследуемого высокобелкового продукта

Ингредиенты	Единица измерения	Количество на одну порцию (30 г)
КСБ	г	23,6
Глютамин	г	2,0
Аргинин	г	1,4
Пребиотический препарат	г	2,0
Витаминный премикс	мг	45,5
Минеральный премикс	мг	606,3
Ароматизатор	мг	112,8
Подсластитель	мг	165,2
Итого	г	29,9

При средней калорийности рациона 4000 ккал для людей с V группой физической активности физиологическая норма потребления белка при употреблении одной порции продукта составила 28 % [12]. Суточная потребность в витаминах составила (мг/%): С – 27, B_1 – 22, B_2 – 21, B_6 – 25, РР – 17 соответственно; в минеральных веществах (мг/%): кальции – 15, магнии – 17, цинке – 20, железе – 16, йоде – 15, марганце – 19, меди – 16 соответственно.

Для приготовления разовой порции продукта необходимо смешать 30 г порошка с 250–300 $см^3$ обезжиренного молока или воды. Количество порций должно составлять от 1 до 3 в сутки, в зависимости от массы тела спортсмена и интенсивности физической нагрузки (утром во время завтрака, после физических нагрузок и за два-три часа до сна).

Выводы

Таким образом, на основании проведенных исследований обоснован состав высокобелкового продукта для питания спортсменов в соревновательный и тренировочный период. Установлено, что основу продукта составит концентрат сывороточных белков. В рецептуру также входит пребиотическое волокно, витаминно-минеральный премикс и аминокислоты – аргинин и глютамин.

Изучен процесс сухого смешивания компонентов. Показано, что для лучшего их распределения по массе продукта целесообразно использовать барабанный смеситель периодического действия с коэффициентом загрузки 0,5 и частотой вращения 50 об/мин. Оптимальная продолжительность перемешивания смеси составила 40 мин. При такой продолжительности компоненты равномерно распределены по массе продукта.

На основании дегустационной оценки выбран ароматизатор «Лесная ягода» (Wild). Показано, что его содержание в рецептуре должно соответствовать 2,4 г при пересчете на 30 г продукта (что составляет разовую порцию для приема).

Список литературы

1. Бакуменко, О.Е. Технология обогащенных продуктов питания для целевых групп. Научные основы и технология: монография / О.Е. Бакуменко. – Москва: ДеЛи плюс, 2013. – 287 с.

2. Первушин, В.В. Разработка технологии зернового батончика на основе автолизата пивных дрожжей: автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.18.01 / В.В. Первушин; Моск. гос. ун-т пищевых производств. – М., 2011. – 20 с.

3. Sportein Enriched protein / Академия Т. – Режим доступа: http://www.act.ru/internet_magazin/product/422990621.

4. Волков, Н.И. Биологически активные добавки в специализированном питании спортсменов / Н.И. Волков, В.И. Олейников. – М., ФиС, 2005. – 70 с.

5. ГОСТ 23327–98. Молоко и молочные продукты. Метод измерения массовой доли общего азота по Кьельдалю и определение массовой доли белка: введ. 01.01.2000. – М.: Стандартинформ, 1998. – 10 с. – (Национальный стандарт Российской Федерации).

6. ГОСТ 29246–91. Консервы молочные сухие. Методы определения влаги: введ. 01.07.1993. – М.: Стандартинформ, 1991. – 6 с. – (Национальный стандарт Российской Федерации).

7. ГОСТ 29245–91. Консервы молочные сухие. Методы определения физических и органолептических показателей: введ. 01.07.1993. – М.: Стандартинформ, 1991. – 7 с. – (Национальный стандарт Российской Федерации).

8. Мироедов, Р.Ю. Разработка технологии специализированного высокобелкового продукта для питания спортсменов: дис. … канд. техн. наук: 05.18.07 / Р.Ю. Мироедов; Моск. гос. ун-т прикладной биотехнологии. – М., 2008. – 159 с.

9. Коршиков, Ю.А. Разработка и исследование барабанного смесителя непрерывного действия при переработке пищевых сыпучих материалов: автореф. дис. … канд. техн. наук / Ю.А. Коршиков; Кемерово: Кузбассвузиздат, 1996. – 16 с.

10. Федосенков, Б.А. Разработка технологических способов и исследование процесса приготовления сухих пищевых композиций в смесительных агрегатах непрерывного действия: автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.18.04 / Б.А. Федосенков; КемТИПП. – Кемерово, 1996. – 17 с.

11. ГОСТ 30627.2–98. Продукты молочные для детского питания. Метод определения массовой доли витамина С (аскорбиновой кислоты): введ. 01.05.2000. – М.: Стандартинформ, 1998. – 11 с. – (Национальный стандарт Российской Федерации).

12. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432–08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации». – М.: Издание официальное. Минздрав России, 2008. – 39 с.

ФГБОУ ВПО «Московский государственный
университет пищевых производств»,
125080, Россия, г. Москва, Волоколамское шоссе, 11.
Тел.: +7 (499) 750-01-11,
e-mail: info@mgupp.ru

SUMMARY

K.V. Potapova, O.E. Bakumenko

STUDY OF DRY MIXING AND SUBSTANTIATION OF CHOICE OF FLAVORS FOR PRODUCTION OF PROTEIN-RICH SPORTS NUTRITION PRODUCTS

Research on the development of sports nutrition products is highly relevant due to the increasing demand for this type of the product. Protein-rich mixtures required for rapid buildup of muscle mass and for timely recovery of the body after training and during competitions, are gaining more and more popularity in the sport industry in recent years. In this paper the composition of protein-rich foods for athletes engaged in competitions and training has been justified and the recipes have been developed. Dry mixing technology is significant for the production of high-protein dry mixtures. The object of the investigation is the process of dry mixing, which has been held on a drum batch mixer "Turbula" C-2.0. To receive high quality product the most rational blending modes have been set up. The physical and chemical characteristics of the resulting product have been investigated; the investigation has revealed that the product complies with the current standards. During the study of the consumer properties of the food the optimum concentrations of flavor additives have been determined, organoleptic characteristics of dry mixtures have been investigated, and, as a result, two flavors that meet the organoleptic indices of the target product have been selected. Based on the focus group tasting the product at the final stage of the study a dry natural flavoring called "Wild Berry" has been selected for protein-rich sports nutrition products. The composition of protein-rich dry mixture has been presented and recommendations for its use have been provided.

Protein-rich product, dry component blending, whey protein concentrate, prebiotic, flavor-aromatic additives, athletes.

References

1. Bakumenko O.E. *Tekhnologiia obogashchennykh produktov pitaniia dlia tselevykh grupp. Nauchnye osnovy i tekhnologiia* [Technology-rich food for the target groups. Fundamentals and technology] / O.E. Bakumenko. - Moscow: Delhi plus, 2013 - 287 p.
2. Pervushin V.V. *Razrabotka tekhnologii zernovogo batonchika na osnove avtolizata pivnykh drozhzhei*. Diss. kand. tekhn. nauk [Development of technology for the cereal bar on the basis of autolyzed brewer's yeast. Cand. tech. sci. diss.]. Moscow, 2011. 154 p.
3. *Sportein Enriched protein.* Available at: http://www.ac-t.ru/internet_magazin/product/422990621.
4. Volkov N.I., Olejnikov V.I. *Biologicheski aktivnye dobavki v spetsializirovannom pitanii sportsmenov* [Dietary supplements for specialized nutrition of athletes]. Moscow, FiS, 2005. 70 p.
5. *GOST 23327 - 98. Moloko i molochnye produkty. Metod izmereniia massovoi doli obshchego azota po K'el'daliu i opredelenie massovoi doli belka* [State Standard 23327 – 98. Milk and milk products. Method of measuring the mass fraction of total Kjeldahl nitrogen and protein determination of the mass fraction]. Moscow, Standartinform Publ., 1998. 10 p.
6. *GOST 29246 - 91. Konservy molochnye sukhie. Metody opredeleniia vlagi* [State Standard 29246 – 91. Canned milk dry. Methods for determination of moisture]. Moscow, Standartinform Publ., 1991. 6 p.
7. *GOST 29245 - 91. Konservy molochnye sukhie. Metody opredeleniia fizicheskikh i organolepticheskikh pokazatelei* [State Standard 29245 - 91. Canned milk dry. Methods for determining the physical and organoleptic characteristics]. Moscow, Standartinform Publ., 1991. 7 p.
8. Miroedov R.Y. *Razrabotka tekhnologii spetsializirovannogo vysokobelkovogo produkta dlia pitaniia sportsmenov*. Diss. kand. tekhn. nauk [Development of technology for specialized high-protein foods for athletes. Cand. tech. sci. diss.]. Moscow, 2008. 159 p.
9. Korshikov Y.A. *Razrabotka i issledovanie barabannogo smesitelia nepreryvnogo deistviia pri pererabotki pishchevykh sypuchikh materialov.* Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Development and research of drum continuous mixer with food processing bulk materials. Cand. tech. sci. autoabstract diss.]. Kemerovo, 1996. 16 p.
10. Fedossenko B.A. *Razrabotka tekhnologicheskikh sposobov i issledovanie protsessa prigotovleniia sukhikh pishchevykh kompozitsii v smesitel'nykh agregatakh nepreryvnogo deistviia*. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Development of technological methods and study the process of preparation of dry food compositions in the mixing unit of continuous action. Cand. tech. sci. autoabstract diss.]. Kemerovo, 1996. 17 p/
11. *GOST 30627.2 – 98. Produkty molochnye dlia detskogo pitaniia. Metod opredeleniia massovoi doli vitamina C (askorbinovoi kisloty)* [State Standard 30627.2 – 98. Milk products for baby food. Method for determination of vitamin C (ascorbic acid)]. Moscow, Standartinform Publ., 1998. 11 p.
12. *MR 2.3.1.2432-08. Normyi fiziologicheskih potrebnostey v energii i pischevyih veschestvah dlya razlichnyih grupp naseleniya Rossiyskoy Federatsii* [MR 2.3.1.2432-08. Norms of physiological needs for energy and nutrients for different groups of the population of the Russian Federation]. Moscow, Ministerstvo zdravoohraneniya RF, 2008. 42 p.

Moscow State University of Food Production,
11, Volokolamskoe Highway, Moscow, 125080, Russia.
Phone: +7 (499) 750-01-11,
e-mail: info@mgupp.ru

Дата поступления: 18.01.2015