



Улучшение антиоксидантной защиты фармнутриентом, полученным по криогенной технологии

Т.В. Блинова, Л.А. Страхова, Р.С. Рахманов, С.А. Колесов, Р.С. Хайров,
А.В. Тарасов

ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии»
Роспотребнадзора, Нижний Новгород

Контактная информация: д.м.н. Блинова Татьяна Владимировна, btvdn@yandex.ru

В работе представлены данные о влиянии пищевого продукта, приготовленного по криогенной технологии, на окислительный стресс, антиоксидантную способность сыворотки, уровни глутатиона и метаболитов оксида азота у пловцов при интенсивных физических нагрузках. Показано, что у спортсменов, принимавших пищевой продукт, повышалась эффективность работы антиоксидантных систем, системы глутатиона и оксида азота относительно группы плацебо.

Ключевые слова: окислительный стресс, антиоксидантная способность, глутатион, оксид азота, физические нагрузки.

Введение

Мнения исследователей относительно роли окислительного стресса и антиоксидантной защиты организма при физической активности неоднозначны. Согласно наблюдениям, значительные физические нагрузки (ЗФН) у спортсменов приводят к увеличению производства свободных радикалов и снижению антиоксидантных резервов, что требует корректирующих действий [3, 8]. В то же время ряд исследований свидетельствует о том, что плановые регулярные тренировки с последующим

увеличением физической активности способствуют адаптации организма к ЗФН, что может препятствовать накоплению свободных радикалов и значительно активировать антиоксидантную защиту организма [5, 6]. С целью поддержания толерантности к ЗФН необходимо проведение целого комплекса различных мероприятий, включающих в т.ч. сбалансированное питание и прием биологически активных веществ, которые могут снизить интенсивность окислительного стресса [4, 5]. Использование низкотемпературной (криогенной) техно-

логии переработки пищевого сырья позволили создать высококачественные пищевые продукты из натуральных овощей, фруктов, ягод, злаков, животного белка (ППКТ) [1]. Получены доказательные научные данные об эффективности таких продуктов при включении в рацион питания лиц с различными функциональными и патологическими нарушениями в организме [2].

Целью настоящей работы явилась оценка влияния пищевых продуктов, приготовленных по криогенной технологии, на системы глутатиона, оксида азота, свободнорадикального окисления при интенсивных физических нагрузках.

Материалы и методы

Для наблюдения были выбраны спортсмены-пловцы – молодые мужчины в возрасте $23 \pm 2,5$ года. Спортсмены были разделены на две группы – основную ($n=15$) и контрольную ($n=15$). Тренировочный процесс у всех спортсменов был разделён на три этапа по 15 дней каждый. На втором этапе интенсивность физических нагрузок была увеличена в два раза. Группу сравнения составили мужчины, сопоставимые по возрасту, не занимающиеся спортом ($n=25$). Спортсменам основной группы на втором этапе (период ЗФН) в рацион питания был введен многокомпонентный ППКТ из белково-растительного сырья. Инновация приготовления ППКТ заключалась в использовании двух стадий заморозки при измельчении сырья. Это позволило получить порошки сверхтонкого измельчения с размером частиц 10-

150 мкм. Данная технология позволяет сохранить биологические свойства веществ, защитить их от окисления, увеличить концентрацию в 6-18 раз, достигнуть лёгкого усвоения веществ. В состав продукта входили арбузные семечки, шиповник, овес, шпинат, морская капуста, яичный белок. ППКТ принимали ежедневно из расчета 20 г на 70 кг массы тела. Спортсмены контрольной группы принимали порошок плацебо, содержащий лактозу.

Забор крови у спортсменов проводили три раза. Интегральные показатели окислительного стресса (TOS) и общей антиоксидантной способности сыворотки (TAS) определяли с помощью наборов реагентов «PerOx (TOS/TOC) Kit» и «ImAnOx (TAS/TAC) Kit» фирмы «Immundiagnostik» (Германия). Градацию уровней TOS и TAS (высокий, средний, низкий) оценивали согласно рекомендациям производителей наборов. Уровень общего глутатиона (TG), восстановленного (GS) и окисленного (GSSG) определяли в цельной крови по методу Элмана [7]. Определение в сыворотке крови уровня суммарных метаболитов оксида азота проводили с помощью набора реагентов «Total Nitric Oxide and Nitrate/Nitrite» производства «RaD Systems» (США).

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программы «SPSS» (SPSSInc., Chicago, IL, США).

Результаты исследований

Различия в показателях GS и GSSG, TOS и TAS, общих метаболитов (NOx) основной и контрольной групп представлены в табл. 1-4.

Таблица 1

Показатели GS и GSSG (ммоль/л) в крови спортсменов-пловцов основной и контрольной групп, Med (25; 75%)

Этапы исследования	Основная группа (n=15)		Контрольная группа (n=15)		p**
	GS	GSSG	GS	GSSG	
1	713,9 (635,7; 753,0)	84,7 (60,3; 107,6)	713,9 (635,7; 717,4)	84,7 (49,0; 143,8)	$p_{GS}=0,49$ $p_{GSSG}=0,24$
2	792,1 (678,0; 873,6)	74,9 (39,1; 79,8)	792,1 (713,9; 792,1)	79,8 (48,9; 88,6)	$p_{GS}=0,50$ $p_{GSSG}=0,49$
3	753,0 (638,9; 753,0)	60,1 (10,1; 71,7)	713,9 (635,7; 713,9)	78,0 (39,1; 78,5)	$p_{GS}=0,06$ $p_{GSSG}=0,41$
p*	$p_{1,2}=0,05$ $p_{2,3}=0,26$ $p_{1,3}=0,19$	$p_{1,2}=0,10$ $p_{2,3}=0,04$ $p_{1,3}=0,003$	$p_{1,2}=0,06$ $p_{2,3}=0,008$ $p_{1,3}=0,31$	$p_{1,2}=0,23$ $p_{2,3}=0,23$ $p_{1,3}=0,07$	
Группа сравнения (n=25)	GS (ммоль/л) – 817,1 (749,2; 892,1) GSSG (ммоль/л) – 60,1 (39,1; 60,3)				

Примечание: p* – достоверность показателей между разными исследованиями в основной и контрольной группах; p** – достоверность показателей между основной и контрольной группами в одном исследовании.

Таблица 2

Частота уровней TOS (%) и его количественная характеристика (Med (25;75%)) у спортсменов-пловцов основной и контрольной групп

Уровень TOS, статистические показатели	Основная группа (n=15)			Контрольная группа (n=15)		
	Этапы исследования					
	1	2	3	1	2	3
Низкий	53,4	53,4	80,0	46,7	53,4	46,7
Средний	26,6	33,3	20,0	20,0	16,6	23,3
Высокий	20,0	13,3	0	33,3	30,0	30,0
TOS (мкмоль/л)						
Медиана	181,2	154,2	131,0	244,8	176,3	179,9
25% квартиль	51,4	121,2	94,2	94,2	119,9	101,6
75% квартиль	195,9	226,5	149,3	343,2	237,5	310,9
p*	p _{1,2} =0,410, p _{1,3} =0,026, p _{2,3} =0,002			p _{1,2} =0,41, p _{1,3} =0,08, p _{2,3} =0,08		
p**	p _{1,1} =0,18; p _{2,2} =0,21; p _{3,3} =0,04					

Примечание: p* – достоверность показателей между этапами исследования в основной и контрольной группах; p** – достоверность показателей между основной и контрольной группами в одном этапе исследования.

Таблица 3

Частота уровней TAS (%) и ее количественная характеристика
(Med (25;75%)) у спортсменов-пловцов основной и контрольной групп

Уровень TAS, статистические показатели	Основная группа (n=15)			Контрольная группа(n=15)		
	Этапы исследования					
	1	2	3	1	2	3
	TAS (%)					
Низкий	0	6,7	13,3	0	26,7	20,0
Средний	26,7	20,0	6,7	33,7	40,0	13,3
Высокий	73,3	73,3	80,0	66,3	33,3	66,7
TAS (мкмоль/л)						
Медиана	330,1	328,0	370,0	336,7	295,9	348,5
25% квартиль	321,5	315,5	333,9	319,6	274,8	293,8
75% квартиль	344,2	330,8	374,1	347,9	319,4	368,9
p*	p _{1,2} =0,16, p _{1,3} =0,10, p _{2,3} =0,01			p _{1,2} =0,003, p _{1,3} =0,380, p _{2,3} =0,003		
p**	p _{1,1} =0,410; p _{2,2} =0,014; p _{3,3} =0,280					

Примечание: p* – достоверность показателей между этапами исследования в основной и контрольной группах; p** – достоверность показателей между основной и контрольной группами в одном этапе исследования.

Таблица 4

Показатель количества общих NOx (Med (25%;75%)) в сыворотке крови
спортсменов-пловцов основной и контрольной групп в динамике исследования,
мкмоль/л

Этапы исследования	Основная группа (n=15)	Контрольная группа (n=15)	p**
1	114,5 (97,9; 120,8)	108,3 (102,1; 112,4)	p _{1,1} =0,400
2	127,1 (95,8; 145,1)	89,5 (66,6; 97,9)	p _{2,2} =0,009
3	137,8 (116,6; 137,8)	116,9 (81,0; 129,1)	p _{3,3} =0,250
p*	p _{1,2} =0,160 p _{2,3} =0,470 p _{1,3} =0,030	p _{1,2} =0,029 p _{2,3} =0,060 p _{1,3} =0,490	
Группа сравнения (n=25)	27,6 (20,6; 32,4)		

Примечание: p* – достоверность показателей между этапами исследования в основной и контрольной группах; p** – достоверность показателей между основной и контрольной группами в одном этапе исследования.

Заключение

Интенсивные физические нагрузки приводят к нарушениям работы системы оксидантов-антиоксидантов организма спортсмена. Отсутствует положительная динамика окисленного глутатиона и общего количества пероксидов, у одной трети спортсменов сохраняется высокий уровень окислительного стресса и низкий уровень общей антиоксидантной способности сыворотки, в период значительных физических нагрузок наблюдается снижение общих метаболитов. ППКТ оказывает положительный эффект на систему антиоксидантной защиты: снижается количество окисленного глутатиона, уменьшается высокий и повышается низкий уровни окислительного стресса, снижается общее количество пероксидов, увеличивается содержание общих метаболитов. Положительное действие ППКТ, основанное, по-видимому, на эффекте витаминов и минералов, свидетельствует о недостаточной сбалансированности обычного рациона питания спортсменов по витаминно-минеральному составу. Данный ППКТ может быть применен у спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта. Интегральные показатели окислительного стресса, фракций глутатиона (восстановленного и окисленного) можно рекомендовать для мониторинга состояния окислительного стресса и антиоксидантной защиты у спортсменов при значительных физических нагрузках.

Список литературы

1. Рахманов Р.С., Груздева А.Е. Продукты направленного действия – новое направление в нутрициологии. Ч. 2. – Н. Новгород: Поволжье. – 2012. – 130 с.

2. Рахманов Р.С., Потехина Н.Н., Истомин А.В., Басалыга В.Н., Сгибнев Д.В., Тарасов А.В. Оценка профилактической эффективности пищевых продуктов заданного состава при внебольничных пневмониях с неустановленным возбудителем // Вопросы питания. – 2017. – Вып. 86. – № 1. – С. 91-99.
3. Burgos C., Henríquez-Olguín C., Andrade D., Ramírez-Campillo R., Aráneda O., White A., Cerda-Köhler H. Effects of exercise training under hyperbaric oxygen on oxidative stress markers and endurance performance in young soccer players: A pilot study // J. of Nutrition and metabolism. – 2016. – doi: 10.1155/2016/5647407.
4. Dokumacioglu E., Iskender H., Aktas M.S., Hanedan B., Dokumacioglu A., Sen T.M., Musmul A. The effect of suiforaphane on oxidative stress and inflammation in rats with toxic hepatitis induced by acetaminophene // Bratislava Medical Journal. – 2017. – No. 118(8). – Pp. 453-459.
5. Fatouros I.G., Jamurtas A.Z., Villiotou V., Poulipoulou S., Fotinakis P., Taxildaris K., Delicostantinos G. Oxidative stress responses in older men during endurance training and detraining // Med. Sci. Sports Exerc. – 2004. – No. 36. – Pp. 2065-72.
6. Groussard C., Rannou-Bekono F., Machefer G., Chevanne M., Vincent S., Sergeant O., Cillard J., Gratas-Delamarche A. Changes in blood lipid peroxidation markers and antioxidants after a single sprint anaerobic exercise // Eur. J. Appl. Physiol. – 2003. – No. 89. – Pp. 14-20.
7. Giustarini D., Fanti P., Matteucci E., Rossi R. Micro-method for the determination of glutathione in human blood // J. Chromatogr. B. Analyt. Technol. Biomed. Life Sci. – 2014. – V. 1. – No. 964. – Pp. 191-194.
8. Mrakic-Spota S., Gussoni M., Porcelli S., Pugliese L., Pavei G., Bellistri G., Montorsi M., Tacchini P., Vezzoli A. Training effects on ROS production determined by electron paramagnetic resonance in master swimmers // Oxid. Med. Cell Longev. – 2015. – doi: /10.1155/2015/804794.

References

1. Rakhmanov R.S., Gruzdeva A.E. Produkty napravlennoogo deystviya – novoe napravlenie v nutritsiologii [Products of directional action are a new trend in nutritional science]. Part 2. Nizhny Novgorod: Povolzh'e. 2012. 130 p. (In Russian).

2. *Rakhmanov R.S., Potekhina N.N., Istomin A.V., Basalyga V.N., Sgibnev D.V., Tarasov A.V.* Otsenka profilakticheskoy ehffektivnosti pishchevykh produktov zadannogo sostava pri vnebol'nichnykh pnevmoniyah s neustanovlennym vozbuditелем [Evaluation of the preventive efficacy of nutrition products of a given composition in community-acquired pneumonia with an unidentified pathogen]. *Voprosy pitaniya* [Food questions]. 2017. Issue 86. No. 1. Pp. 91-99. (In Russian).
3. *Burgos C., Henriquez-Olguin C., Andrade D., Ramirez-Campillo R., Araneda O., White A., Cerda-Kohler H.* Effects of exercise training under hyperbaric oxygen on oxidative stress markers and endurance performance in young soccer players: A pilot study. *J. of Nutrition and metabolism*. 2016. doi: 10.1155/2016/5647407.
4. *Dokumacioglu E., Iskender H., Aktas M.S., Hanedan B., Dokumacioglu A., Sen T.M., Musmul A.* The effect of suiforaphane on oxidative stress and inflammation in rats with toxic hepatitis induced by acetaminophene. *Bratislava Medical Journal*. 2017. No. 118(8). Pp. 453-459.
5. *Fatouros I.G., Jamurtas A.Z., Villiotou V., Pouliopoulou S., Fotinakis P., Taxildaris K., Deliconstantinos G.* Oxidative stress responses in older men during endurance training and de-training. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2004. No. 36. Pp. 2065-72.
6. *Groussard C., Rannou-Bekono F., Machefer G., Chevanne M., Vincent S., Sergent O., Cillard J., Gratas-Delamarche A.* Changes in blood lipid peroxidation markers and antioxidants after a single sprint anaerobic exercise. *Eur. J. Appl. Pshysiol.* 2003. No. 89. Pp. 14-20.
7. *Giustarini D., Fanti P., Matteucci E., Rossi I R.* Micro-method for the determination of glutathione in human blood. *J. Chromatogr. B. Analyt. Technol. Biomed. Life Sci.* 2014. V. 1. No. 964. Pp. 191-194.
8. *Mrakic-Sposta S., Gussoni M., Porcelli S., Pugliese L., Pavei G., Bellistri G., Montorsi M., Tacchini P., Vezzoli A.* Training effects on ROS production determined by electron paramagnetic resonansce in master swimmers. *Oxid. Med. Cell Longev.* 2015. doi: /10.1155/2015/804794.

Improvement of antioxidant protection by nutrition products prepared of using cryogenic technology

T.V. Blinova, L.A. Strakhova, R.S. Rakhmanov, S.A. Kolesov, R.S. Khayrov, A.V. Tarasov

There is data present in this research on the effect of nutrition products prepared using cryogenic technology on oxidative stress, serum antioxidant capacity, glutathione levels and metabolites of nitric oxide in swimmers during intensive physical loads. It was demonstrated that the efficiency of antioxidant systems, glutathione systems and nitric oxide relative increased in athletes who took the food product in comparison to those who took a placebo.

Key words: oxidative stress, antioxidant capacity, glutathione, nitric oxide, physical loads.