






Повышение эффективности газообмена при алиментарной биокоррекции пищевого статуса студентов и преподавателей инженерного ВУЗа






Наталья С. Родионова ¹	rodionovast@mail.ru	 0000-0002-6940-7998
Евгений С. Попов ¹	e_s_popov@mail.ru	 0000-0003-3303-3434
Наталья А. Захарова ¹	pastukhova_na@mail.ru	 0000-0002-1584-0024
Наталья С. Черкасова ¹	cherkasovanatalia@mail.ru	 0000-0002-8235-4575
Владимир А. Шолин ¹	daztergritch@gmail.com	 0000-0002-8567-6346

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Представлены результаты исследований алиментарной коррекции эффективности процессов газообмена в легких на примере студентов и преподавателей инженерного ВУЗа при ежедневном употреблении пищевых продуктов с известными биокорректирующими свойствами: 3,5 г масла из зародышей пшеницы (МЗП), 50 г муки из жмыха зародышей пшеницы (МЖЗП), 6,5 г концентрированного тканевого рыбного жира (КТРЖ) и их комбинаций с биомассой консорциума лакто- и бифидобактерий (10 г). Эффективность газообменных процессов оценивали на основе анализа дыхательного коэффициента, концентрацию углекислого газа (CO₂) и кислорода (O₂) в выдыхаемой газовой смеси определяли с помощью газоанализатора TESTO-310, капнографа МДГ-1201, значения которых фиксировали до и после ежедневного употребления исследуемых продуктов в течение 30 дней. Опытная группа состояла из добровольцев - преподавателей и студентов ВУЗа в возрасте от 16 до 65 лет, разделенных по 3-м возрастным группам: 16-24, 25-44 и 45-65 лет. Установлено, что наиболее эффективным антигипоксантом является МЖЗП, во всех возрастных группах повышение средних значений ДК составило 0,041 ед., а относительно исходных значений – 4,8%. При употреблении МЗП, изменение ДК составило 0,032, прирост относительно исходных показателей – 3,7%. По 1-ой, 2-ой и 3-ей возрастным группам среднее изменение ДК составило: 0,031, 0,036 и 0,043 ед., относительно исходных показателей рост составил 3,5, 4,2 и 5,0% соответственно. Доказано, что комбинирование исследуемых биокорректоров с активными формами пробиотических микроорганизмов обеспечивает более активное антигипоксантное действие для всех исследуемых продуктов, во всех возрастных группах. Эффективность МЗП возросла, повышение ДК составило 0,049 ед., для КТРЖ - 0,024 ед. Рост ДК относительно исходных значений составил 5,7 и 2,9% соответственно. Синергизм действия биокорректоров в комбинации с пробиотиками, по возрастным группам составил - 0,035, 0,033 и 0,038 ед., что относительно исходных показателей составило 4,1, 3,8 и 4,5%. Полученные данные позволяют констатировать возможность значимого алиментарного воздействия на эффективность газообмена в легких, доказывают антигипоксантные свойства МЗП, МЖЗП, КТРЖ, а также повышение эффективности комбинаций данных биокорректоров с активными формами пробиотических микроорганизмов.

Ключевые слова: дыхательный коэффициент, биокорректоры, рацион питания, пробиотические микроорганизмы, масло, зародыши пшеницы, мука, жмых, криоконцентрирование, рыбный жир

Increasing the efficiency of gas exchange during alimentary biocorrection of the nutritional status of students and teachers of an engineering university

Natalya S. Rodionova ¹	rodionovast@mail.ru	 0000-0002-6940-7998
Evgeny S. Popov ¹	e_s_popov@mail.ru	 0000-0003-3303-3434
Natalya A. Zaharova ¹	pastukhova_na@mail.ru	 0000-0002-1584-0024
Natalya S. Cherkasova ¹	cherkasovanatalia@mail.ru	 0000-0002-8235-4575
Vladimir A. Sholin ¹	daztergritch@gmail.com	 0000-0002-8567-6346

¹ Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. The results of studies of the alimentary correction of the efficiency of gas exchange processes in the lungs are presented on the example of students and teachers of an engineering university with the daily use of food products with known bio-corrective properties: 3.5 g of wheat germ oil (MZP), 50 g of flour from wheat germ meal (MZHP), 6.5 g of concentrated tissue fish oil (CTR) and their combinations with the biomass of the consortium of lacto- and bifidobacteria (10 g). The efficiency of gas exchange processes was assessed based on the analysis of the respiratory coefficient, the concentration of carbon dioxide (CO₂) and oxygen (O₂) in the exhaled gas mixture was determined using a TESTO-310 gas analyzer, an MDG-1201 capnograph, the values of which were recorded before and after daily consumption of the studied products during 30 days. The experimental group consisted of volunteers - teachers and university students aged 16 to 65 years, divided into 3 age groups: 16-24, 25-44 and 45-65 years old. It was found that the most effective antihypoxant is MZHP, in all age groups the increase in the mean values of DC was 0.041 units, and relative to the initial values - 4.8%. With the use of MW, the change in DC was 0.032, an increase relative to the initial indicators - 3.7%. For the 1st, 2nd and 3rd age groups, the average change in DC was: 0.031, 0.036 and 0.043 units, relative to the initial indicators, the growth was 3.5, 4.2 and 5.0%, respectively. It has been proven that the combination of the investigated biocorrectors with active forms of probiotic microorganisms provides a more active antihypoxant effect for all investigated products, in all age groups. The efficiency of the minimum wage has increased, the increase in DC was 0.049 units, for CTR - 0.024 units. The growth of DC relative to the initial values was 5.7 and 2.9%, respectively. The synergism of the action of biocorrectors in combination with probiotics, by age groups, was 0.035, 0.033 and 0.038 units, which relative to the initial indicators was 4.1, 3.8 and 4.5%. The data obtained make it possible to state the possibility of a significant alimentary effect on the efficiency of gas exchange in the lungs, prove the antihypoxant properties of MZP, MZHP, CTR, as well as an increase in the effectiveness of combinations of these biocorrectors with active forms of probiotic microorganisms.

Keywords: respiratory quotient, biocorrectors, diet, probiotic microorganisms, oil, wheat germ, flour, cake, cryoconcentration, fish oil

Для цитирования

Родионова Н.С., Попов Е.С., Захарова Н.А., Черкасова Н.С., Шолин А.В. Повышение эффективности газообмена при алиментарной биокоррекции пищевого статуса студентов и преподавателей инженерного ВУЗа // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 1. С. 138–145. doi:10.20914/2310-1202-2021-1-138-145

For citation

Rodionova N.S., Popov E.S., Zaharova N.A., Cherkasova N.S., Sholin A.V. Increasing the efficiency of gas exchange during alimentary biocorrection of the nutritional status of students and teachers of an engineering university. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2021. vol. 83. no. 1. pp. 138–145. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2021-1-138-145

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Экология современного мира, особенно мегаполисов, обуславливает увеличение потребности нашего организма в кислороде, недостаток которого не покрывается в течение дня. Длительное нахождение в помещениях с большим количеством людей, малоподвижный образ жизни, высокие умственные и нервные нагрузки являются весомыми факторами, оказывающими влияние на проявление гипоксии, наступающее в организме при неадекватном снабжении тканей и органов кислородом или при нарушении утилизации кислорода. Патологическими последствиями возникновения гипоксии являются различные заболевания бронхолегочной системы, а именно хроническая обструктивная болезнь легких, бронхиальная астма, хроническая сердечная недостаточность, ожирение, вирусные заболевания и др. Одной из функций дыхания является газообмен в альвеолах легких, обеспечивающий за счет диффузии молекулярного кислорода и двуокиси углерода адекватную метаболическому запросу концентрацию этих газов в артериальной крови. Показателем эффективности газообмена является дыхательный коэффициент (ДК), рассчитываемый как отношение количества, выделенного из легких углекислого газа (CO_2) к потребленному за тот же период времени кислороду (O_2), который показывает, какие вещества преимущественно окисляются [1, 2]. При окислении белков ДК равен 0,81, жиров – 0,7, углеводов – 1,0, при смешанном питании – 0,82. При голодании, когда в организме усиливается диссимиляция жиров, ДК может падать до 0,6 и превышать 1,0 при интенсивном накоплении в организме жиров. Также ДК может превышать 1,0 при гипервентиляции легких, за счет дополнительного выведения из организма CO_2 , находившегося в связанном состоянии [3].

В основе всех процессов жизнедеятельности организма лежат энергетические превращения. Потенциальная энергия органических соединений, поступающих с пищей, переходит в тепловую, механическую, электрическую, энергию химических связей, которая затем расходуется на пластические процессы, совершение мышечной работы, дыхания, пищеварения, кровообращения, поддержание температуры тела, преодоление осмотических сил во время секреторных и выделительных процессов, поддержание мембранных потенциалов. В свою очередь процесс трансформации пищи в энергию зависит от множества физиологических, биохимических и технологических факторов.

Изменяя состав пищевых систем посредством введения биологически активных соединений – биокорректоров (витамины, ферменты, антиоксиданты, эубиотики), возможно оказывать биокорректирующее воздействие на совокупность обменных процессов, в частности газообмена в легких, корректировать гипоксические состояния, восстанавливать равновесное состояние биосистем организма [4].

В качестве алиментарных биокорректоров были исследованы биологически активные добавки: масло из зародышей пшеницы «Витазар» (МЗП), мука из жмыха зародышей пшеницы «Витазар» (МЖЗП), криоконцентрированный тканевый рыбный жир «Эйконол» (КТРЖ), активированный консорциум лакто- и бифидобактерий «Биоматрикс», имеющий в составе *Streptococcus thermophilus*, *Casei subsp. Rhamnosus*, *L. acidophilus*, *L. plantarum*, *L. fermentum*, *B. bifidum*, *B. longum*, *B. Adolescentis* в концентрации активных клеток не менее 10^9 КОЕ/г на молочной основе.

Биокорректирующие свойства МЗП обусловлены высоким содержанием витаминов А, Д, Е, полиненасыщенных жирных кислот, октокозанола и подтверждены обширными клиническими испытаниями в терапии различных заболеваний – сердечно-сосудистых, гастроэнтерологических, диабета, гепатита, бесплодия, ожоговых и раневых повреждений и т. д. [4–6].

Побочным продуктом производства МЗП является белково-углеводная составляющая зародыша (жмых) с остаточным содержанием масла 6–8% [7], зарегистрированная, как БАД мука «Витазар» [8–10]. Остаточная липидная фракция в муке из жмыха зародышей пшеницы (МЖЗП) идентична по химическому составу отпрессованному маслу и гипотетически сохраняет его биологические активные свойства. Кроме того, МЖЗП содержит до 30% полноценного по аминокислотному составу белка, до 30% углеводов, представленных пентозанами, моно-, ди-, олиго- и полисахаридами. В значительных количествах в МЖЗП содержатся витамины В₁, В₂, В₆, РР, Е, К, макро- и микроэлементы – Zn, Mn, Mg, Ca, K, Fe, Se, P.

Криоконцентрированный тканевый рыбный жир (КТРЖ) – БАД «Эйконол» – ценный активный биорегулятор обменных процессов. Его получают в результате физико-химического воздействия на рыбное сырье, позволяющего разрушить мембрану клетки, с последующим механическим отделением липидной фракции от остальной части обработанного сырья. КТРЖ является источником ПНЖК ω -3 – эйкозапентаеновой и докозагексаеновой, витаминов А, Д и Е.

Клинические исследования, проведенные в ряде стран, однозначно показали, что липиды морских организмов являются эффективным средством коррекции нарушений липидного обмена в организме человека, профилаксируют заболевания сердечно-сосудистой системы, повышенную свертываемость крови и др. [11–13].

К биокорректирующим свойствам пробиотических микроорганизмов относятся трофическое и энергетическое обеспечение макроорганизма, энергообеспечение эпителия, стимуляция иммунной системы, образование иммуноглобулинов, регулирование перистальтики кишечника, участие в регуляции, дифференциации и регенерации эпителия кишечника, обеспечение цитопротекции, детоксикация, выведение эндо- и экзогенных токсичных соединений, разрушение мутагенов, активация лекарственных соединений, образование сигнальных молекул (нейро- и транмиттеров), поддержание ионных, физических и химических параметров гомеостаза приэпителиальной зоны, поставка субстратов для липо- и глюконогенеза [14–17].

Целью работы является сравнительное исследование антигипоксантных нутриентов растительного (МЗП, МЖЗП) и животного (КТРЖ) происхождения и их влияния на эффективность газообмена с оценкой ДК, на примере студентов и преподавателей ВУЗа, а также выявление роли пробиотического фактора в повышении антигипоксантных свойств целевых биологически активных веществ.

Содержание биоактивных компонентов в исследуемом МЗП составило: витамина Е – 180–200 мг/100 г, поликозанола – 1,5–8,0 мг/100 г, ПНЖК – 60 г/100 г, МЖЗП содержал белка – 30–35 г/100 г, ПНЖК – 3–4 г/100 г, усвояемых углеводов – 45–47 г/100 г, пищевых волокон – 18–26 г/100 г, витамина Е – 25–30 мг/100 г (производство ООО «Пулат», РФ); КТРЖ содержал витаминов А – 6,60 мг/100 г, D – 100 мкг/100 г, Е – 100 мг/100 г, ПНЖК – не менее 25 г/100 г (производство ООО НПП «Тринита», РФ); биомасса консорциума лакто- и бифидобактерий «Биоматрикс» (*Streptococcus thermophilus*, *Casei subsp. Rhamnosus*, *L. acidophilus*, *L. plantarum*, *L. fermentum*, *B. bifidum*, *B. longum*, *B. adolescentis*) характеризовалась концентрацией активных клеток не менее 10^9 КОЕ/мл, титруемая кислотность составляла 80–100°Т, рН 4,61–4,65 (производство ФГБОУ ВО ВГУИТ, РФ). Рост биомассы проводили на обезжиренном молоке в диапазоне температур 37–42 °С до рН 4,4–4,7, нормативное время ферментации составляло 12–14 часов.

Дыхательный коэффициент (ДК) рассчитывали, как отношение концентраций выделяемого из организма углекислого газа (CO_2) в составе выдыхаемой газо-воздушной смеси, к поглощаемому за то же время кислороду (O_2).

Для исследования концентрации O_2 и CO_2 в выдыхаемой газовой смеси использовали газоанализатор TESTO-310 «ООО Тесто Рус», чувствительность прибора по O_2 составила: диапазон концентраций 0 – 21% об, разрешение 0,01% об, погрешность $\pm 0,2\%$ об, по CO_2 диапазон концентраций: 0 – 100% об., разрешение 0,01% об, погрешность $\pm 0,2\%$ об., а также капнограф МДГ-1201, диапазон измерения концентрации CO_2 составлял 0 – 13% об, погрешность $\pm 0,3\%$. В помещении (лабораторно-лекционной аудитории) принудительная вентиляция и кондиционирование отсутствовали, проветривание помещения не проводили, факторы, оказывающие существенное влияние на исходное содержание кислорода в помещении были минимизированы. Определение концентрации O_2 и CO_2 в выдыхаемой газовой смеси осуществляли сразу по окончании 90 минут аудиторных лекционных занятий, во время которых двигательная активность у всех студентов и преподавателей одинакова и минимальна. Перед проведением экспериментальных исследований пациент находился в состоянии покоя в течение 10 мин. Для получения стабильных и более значимых по уровню содержания CO_2 результатов, набор воздуха в легкие сопровождали задержкой выдоха не менее, чем на 15–20 сек до установления постоянных показателей концентрации O_2 и CO_2 на дисплее прибора.

Определение каждого из исследуемых показателей проводили в трехкратной повторности у всех обследуемых студентов и преподавателей с последующим получением среднеарифметических значений.

Оценку достоверности полученных среднеарифметических значений исследуемых параметров проводили по непараметрическому критерию статистики Манна-Уитни.

В процессе исследований пациенты-добровольцы были разделены на четыре группы. Первой группе выдавали по 3,5 г МЗП, вторая группа употребляла МЖЗП в количестве, обеспечивающем поступление 3,5 г масла, что соответствовало 50 г жмыха, в виде кулинарного изделия [13]. Третья и четвертая группа употребляли пробиотическую эмульсию, содержащую 3,5 г МЗП или 6,5 г КТРЖ в комбинации с 10 г биомассы лакто- и бифидобактерий. Стабильность эмульсий составляла не менее 70–75%, благодаря высокой экзополисахаридной активности биомассы пробиотиков. Данные пищевые формы употреблялись добровольцами не зависимо от приемов пищи, без коррекции основного рациона. Длительность экспериментальных исследований составила 30 дней, в начале приема и в конце приема биокорректоров контролировали исследуемые показатели. В день отбора проб исследуемые биокорректоры испытываемым

не выдавались, временной интервал между употреблением исследуемых продуктов и забором проб составлял не менее 24-х часов.

В состав четырех опытных групп пациентов добровольно вошли мужчины и женщины в возрасте от 16 до 65 лет – студенты и преподаватели Воронежского государственного университета инженерных технологий, ежедневно проводящие не менее 6 часов в одинаковых

условиях – помещениях университета. Все обследуемые ранее не употребляли исследуемые биокорректоры.

Численность опытных групп составила 70, 36, 58 и 51 человек соответственно, численность контрольных групп, которые не употребляли исследуемые продукты, была аналогичная (таблица 1).

Таблица 1.

Состав и численность экспериментальных групп

Table 1.

Composition and number of experimental groups

Биокорректор Biocorrector	Возраст пациентов, лет Patient age, years			Итого Total
	16–24	25–44	45–65	
МЗП MZP	35	18	17	70
МЖЗП MZHP	24	5	7	36
Пробиотическая эмульсия с включением МЗП Probiotic emulsion with the inclusion of MZP	28	20	10	58
Пробиотическая эмульсия с включением КТРЖ Probiotic emulsion with CTR inclusion	21	20	10	51

Оценка значений дыхательного коэффициента во всех возрастных группах показала, что наиболее эффективным антигипоксантом является МЖЗП, повышение средних значений ДК по всем возрастным группам составило 0,041 ед. При приеме МЗП уровень ДК повысился на 0,032 ед., также, в среднем по всем возрастным группам (рисунок 1).

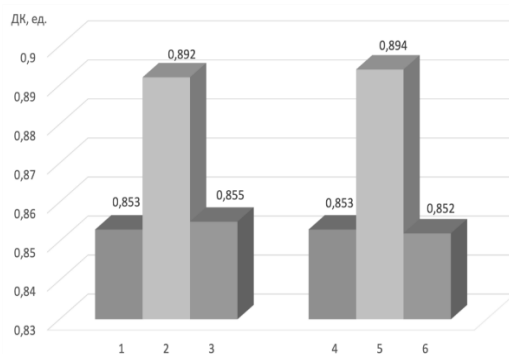


Рисунок 1. Средние численные значения ДК по исследуемым возрастным группам (1 (4) – до приема МЗП (МЖЗП); 2 (5) – после 30 дней приема МЗП (МЖЗП); 3 (6) – контрольная группа (в течение всего периода)

Figure 1. Average numerical values of DC for the studied age groups (1 (4) – before taking MZP (MZHP); 2 (5) – after 30 days of taking MZP (MZHP); 3 (6) – control group (during the entire period)

При сопоставлении полученных результатов с возрастом пациентов установлено, что в 1-ой, 2-ой и 3-ей возрастных группах повышение

ДК составило 0,031, 0,036 и 0,043 соответственно (рисунок 2).

В соответствии с рассчитанными значениями критерия Манна-Уитни установлено, что выявленные различия среднеарифметических значений исследуемых показателей являются достоверными (таблица 2).

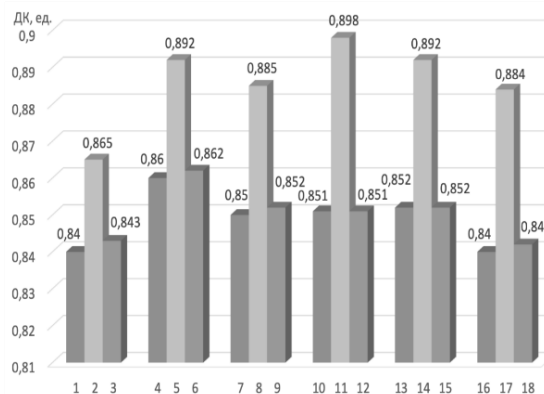


Рисунок 2. Значения ДК в исследуемых возрастных группах (1, 4, 7 (10, 13, 16) – до приема МЗП (МЖЗП) в 1-ой, 2-ой и 3-ей возрастных группах; 2, 5, 8 (11, 14, 17) – после 30 дней приема МЗП (МЖЗП) в 1-ой, 2-ой и 3-ей возрастных группах; 3, 6, 9 (12, 15, 18) – контрольная группа (в течение всего периода)

Figure 2. DC values in the studied age groups (1, 4, 7 (10, 13, 16) – before the intake of MZP (MZHP) in the 1st, 2nd and 3rd age groups; 2, 5, 8 (11, 14, 17) – after 30 days of intake of MZP (MZHP) in the 1st, 2nd and 3rd age groups; 3, 6, 9 (12, 15, 18) – control group (during the entire period)

Таблица 2.
Рассчитанные значения критерия Манна–Уитни

Table 2.
Calculated values of the Mann–Whitney test

После курса приема МЗП After the course of taking MZP	После курса приема МЖЗП After the course of taking MZHP
I группа (Group), $U_{кр} = 113,0$ (30,0)	
97,5	23,5
II группа (Group), $U_{кр} = 99,0$ (5,0)	
73,5	4,0
III группа (Group), $U_{кр} = 87,0$ (8,0)	
68,0	3,5

На основе анализа результатов экспериментальных исследований установлено, что исследуемые биокорректоры МЗП и МЖЗП могут быть отнесены к алиментарным факторам биокорректирующего действия, обеспечивающим повышение эффективности газообмена легких в возрастных группах от 18 до 65 лет. На примере исследуемых биокорректоров, содержащих одинаковое количество целевого. БАВ – липидной фракции зародышей пшеницы, доказана возможность принципиально нового интегрального подхода в оценке биологической активности пищевых объектов различной природы. Более высокая эффективность воздействия МЖЗП обусловлена значительным содержанием в ее составе спектра потенциально полезных нутриентов – минеральных элементов, водорастворимых витаминов, пребиотиков, протеинов.

Следующим этапом экспериментальных исследований являлось подтверждение гипотезы о возможности повышения эффективности действия целевых БАВ посредством их сочетания с пробиотическими микроорганизмами и проведение сравнительной оценки биокорректирующего действия пробиотических эмульсий с МЗП и КТРЖ [11–13].

Установлено, что комбинирование исследуемых биокорректоров с пробиотическими микроорганизмами специфично для каждого исследуемого биокорректора (рисунок 3). Для пробиотической эмульсии с КТРЖ выявлено менее выраженное влияние на повышение ДК по сравнению с эмульсией, содержащей МЗП. При приеме пробиотической эмульсии с МЗП и КТРЖ ДК повысился на 0,049 и 0,024 ед. соответственно.

В результате проведенных экспериментальных исследований установлена корреляция между возрастом пациентов и достигаемым

антигипоксическим эффектом от приема рассматриваемых пробиотических форм, так в 1-ой, 2-ой и 3-ей возрастных группах выявлено повышение ДК на 0,035, 0,033 и 0,038 ед. соответственно (рисунок 4). Результаты экспериментальных исследований по приёму пробиотической эмульсии с МЗП позволяют констатировать более выраженное повышение уровня ДК на 0,017 ед. по сравнению с эффектом от приема МЗП.

Достоверность приведённых данных подтверждена значениями критерия Манна–Уитни (таблица 3).

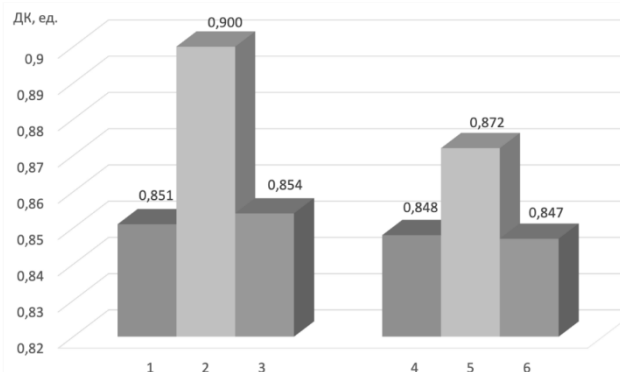


Рисунок 3. Средние численные значения ДК по исследуемым возрастным группам (1 (4) – до приема МЗП (КТРЖ); 2 (5) – после 30 дней приема МЗП (КТРЖ); 3 (6) – контрольная группа (в течение всего периода)

Figure 3. Average numerical values of DC for the studied age groups (1 (4) – before taking MZP (CTR); 2 (5) – after 30 days of taking MZP (CTR); 3 (6) – control group (during the entire period)

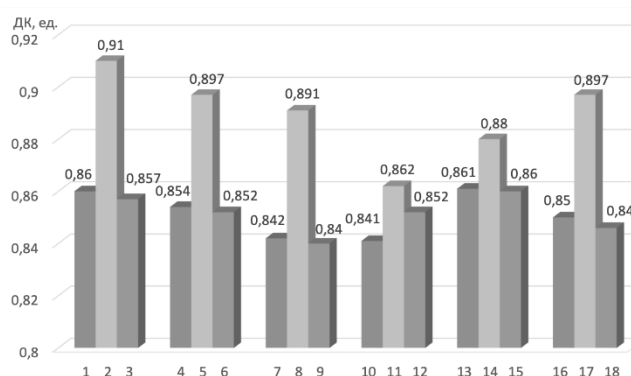


Рисунок 4. Значения ДК в исследуемых возрастных группах (1, 4, 7 (10, 13, 16) – до приёма МЗП (КТРЖ) в 1-ой, 2-ой и 3-ей возрастных группах; 2, 5, 8 (11, 14, 17) – после 30 дней приёма МЗП (КТРЖ) в 1-ой, 2-ой и 3-ей возрастных группах; 3, 6, 9 (12, 15, 18) – контрольная группа (в течение всего периода)

Figure 4. DC values in the studied age groups (1, 4, 7 (10, 13, 16) – before taking MZP (CTR) in the 1st, 2nd and 3rd age groups; 2, 5, 8 (11, 14, 17) – after 30 days of taking MZP (CTR) in the 1st, 2nd and 3rd age groups; 3, 6, 9 (12, 15, 18) – control group (during the entire period)

Таблица 3.
 Рассчитанные значения критерия
 Манна-Уитни

Table 3.
 Calculated values of the Mann-Whitney test

После курса приема пробиотической эмульсии с включением МЗП After a course of taking probiotic emulsion with the inclusion of MZP	После курса приема пробиотической эмульсии с включением КТРЖ After a course of taking probiotic emulsion with the inclusion of CTR
I группа (Group), $U_{кр} = 23,0$ (23,0)	
16,5	16,0
II группа (Group), $U_{кр} = 23,0$ (23,0)	
15,0	18,0
III группа (Group), $U_{кр} = 23,0$ (23,0)	
17,0	17,5

Экспериментально установленные положительные эффекты от приёма МЗП, МЖЗП и КТРЖ при коррекции лёгочного газового обмена коррелируют с медико-биологическими показателями их применения в терапии различных заболеваний [4–7, 11–14].

Заключение

На основе анализа результатов экспериментальных исследований установлено, что наиболее эффективным антигипоксантом является МЖЗП (выявлено повышение средних значений ДК на 0,041 ед., что относительно исходных значений составляет 4,8%). Менее выраженные изменения исследуемых параметров зафиксированы при приеме МЗП, увеличение уровня ДК зафиксировано на 0,032 ед., прирост относительно исходных показателей составил 3,7%.

При сопоставлении полученных результатов с возрастом пациентов установлено, что в 1-ой, 2-ой и 3-ей возрастных группах среднее изменение ДК составило 0,031, 0,036 и 0,043 ед., относительно исходных показателей рост составил 3,5, 4,2 и 5,0% соответственно.

Анализ полученных данных показал, что совмещение употребления исследуемых биокорректоров с пробиотическими микроорганизмами в активной форме обеспечивает более значимый антигипоксанта́ный эффект во всех возрастных группах. Выявлено повышение уровня ДК на 0,035, 0,033 и 0,038 ед. в 1-ой, 2-ой и 3-ей возрастных группах соответственно, что относительно исходных показателей составило 4,1, 3,8 и 4,5%. Установленные эффекты специфичны для каждого исследуемого биокорректора – для МЗП 0,049 ед., для КТРЖ – 0,024 ед., рост ДК относительно исходных значений составил 5,7 и 2,9% соответственно. Выявленные результаты экспериментальных исследований убедительно доказывают роль алиментарных биокорректоров в повышении эффективности газового обмена в легких вне зависимости от пола и возраста, что является особенно актуальным для лиц, страдающих легочными формами заболеваний, а также для повышения работоспособности лиц, находящихся в закрытых помещениях при малой подвижности и умственных нагрузках.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Гранта Президента Российской Федерации (регистрационный номер – МД-5536.2021.5).

Литература

- 1 Погодина С.В., Алексанянц Г.Д. Особенности физиологических механизмов регуляции газообмена в легких у пловцов разного возраста // Физиологическая культура, спорт – наука и практика. 2019. № 1. С. 53–58.
- 2 Шепилова А.В., Ненашева А.В. Эргоспирометрические показатели оценки физической работоспособности девушек-пловцов различных возрастных и квалификационных характеристик // Вестник ЮУрГУ. 2012. № 1. С. 61–65.
- 3 Норейко С.Б. Особенности газообмена здоровых людей работоспособного возраста // Медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. 2011. № 12. С. 61–63.
- 4 Rodionova N.S., Popov E.S., Syromyatnikov M.Y., Artemova E.A. Alimentary factors for the correction of nutritional status and physiological conditions // Proceedings of the 1st International Symposium Innovations in Life Sciences (ISILS 2019). Published by Atlantis Press, 2019. V. 7. P. 262–265. doi: 10.2991/isils-19.2019.64
- 5 Rundblad A., Holven K.B., Bruheim I., Myhrstad M.C. et al. Effects of fish and krill oil on gene expression in peripheral blood mononuclear cells and circulating markers of inflammation: a randomised controlled trial // Journal of nutritional science. 2018. V. 7. doi: 10.1017/jns.2018.2
- 6 Ottestad I., Nordvi B., Vogt G., Holck M. et al. Bioavailability of n-3 fatty acids from n-3-enriched foods and fish oil with different oxidative quality in healthy human subjects: a randomised single-meal cross-over study // Journal of nutritional science. 2016. V. 5. doi: 10.1017/jns.2016.34
- 7 Вишняков А.Б., Власов В.Н. Зародыш здоровья. Москва: Колос, 2011. 72 с.
- 8 Rodionova N.S., Popov E.S., Pozhidaeva E.A., Kustov V. Yu. et al. Impact of mechanical activation on the prebiotic properties of plant biological resources // International Journal of Civil Engineering and Technology. 2019. V. 10. № 01. P. 1718–1730.
- 9 Голубева Л.В., Долматова О.И., Пожидаева Е.А. Новый кисломолочный продукт с вкусовыми компонентами растительного происхождения // Пищевая промышленность. 2016. № 12. С. 18–20.
- 10 Пожидаева Е.А., Швырева М.А., Дымовских Я.А. Исследование выживаемости молочнокислых микроорганизмов в условиях отрицательных температур // Актуальная биотехнология. 2017. № 2. С. 263.
- 11 Исаев В.А., Симоненко С.В. Влияние образа жизни и Эйконола на физиологическую адаптацию жирового компонента крови при артериальной гипертензии // Вопросы питания. 2016. Т. 85. № 5. С. 120–127.

- 12 Исаев В.А., Симоненко С.В. Морепродукты в комплексной терапии воспалительных процессов // Пищевая промышленность. 2015. № 1. С. 30–31.
- 13 Исаев В.А., Ашмарин И.П. Эйконол, комплекс ПНЖК, оптимизирующих когнитивную активность человека // Физиология человека. 2000. Т. 26. С. 99–104.
- 14 Eamonn M.M. Prebiotics and Probiotics in Digestive Health // *Clinical Gastroenterology and Hepatology*. 2019. V. 17. № 2. P. 333–344. doi: 10.1016/j.cgh.2018.09.028
- 15 Kerry R.G., Patra J. K Benefaction of probiotics for human health: A review // *Journal of Food and Drug Analysis*. 2018. V. 26. № 3. P. 927–939. doi: 10.1016/j.jfda.2018.01.002
- 16 Daliri E.B.M., Lee B.H. New perspectives on probiotics in health and disease // *Food Science and Human Wellness*. 2015. V. 4. № 2. P. 56–65. doi: 10.1016/j.fshw.2015.06.002
- 17 Valdovinos-García L.R., Abreu A.T., Valdovinos-Díaz M.A. Probiotic use in clinical practice: Results of a national survey of gastroenterologists and nutritionists // *Revista de Gastroenterología de México (English Edition)*. 2019. V. 84. № 3. P. 303–309. doi: 10.1016/j.rgmxe.2018.10.001
- 18 Chang C.J., Lin T.L., Tsai Y.L., Wu T.R. et al. Next generation probiotics in disease amelioration // *Journal of food and drug analysis*. 2019. V. 27. № 3. P. 615–622. doi: 10.1016/j.jfda.2018.12.011
- 19 Kerry R.G., Patra J.K., Gouda S., Park Y. et al. Benefaction of probiotics for human health: A review // *Journal of food and drug analysis*. 2018. V. 26. № 3. P. 927–939. doi: 10.1016/j.jfda.2018.01.002
- 20 McMillan D.W., Henderson G.C., Nash M.S., Jacobs K.A. Effect of paraplegia on the time course of exogenous fatty acid incorporation into the plasma triacylglycerol pool in the postprandial state // *Frontiers in Physiology*. 2021. V. 12. doi: 10.3389/fphys.2021.626003

References

- 1 Pogodina S.V., Aleksanyants G.D. Features of physiological mechanisms of regulation of gas exchange in the lungs of swimmers of different ages. Physiological culture, sport – science and practice. 2019. no. 1. pp. 53–58. (in Russian).
- 2 Shepilova A.V., Nenashva A.V. Ergospirometric indicators for assessing the physical performance of female swimmers of various age and qualification characteristics. 2012. no 1. pp. 61–65. (in Russian).
- 3 Noreiko S.B. Features of gas exchange of healthy people of working age. Medico-biological problems of physical education and sports. 2011. no. 12. pp. 61–63. (in Russian).
- 4 Rodionova N.S., Popov E.S., Syromyatnikov M.Y., Artemova E.A. Alimentary factors for the correction of nutritional status and physiological conditions. Proceedings of the 1st International Symposium Innovations in Life Sciences (ISILS 2019). Published by Atlantis Press, 2019. vol. 7. pp. 262–265. doi: 10.2991/isils-19.2019.64
- 5 Rundblad A., Holven K.B., Bruheim I., Myhrstad M.C. et al. Effects of fish and krill oil on gene expression in peripheral blood mononuclear cells and circulating markers of inflammation: a randomised controlled trial. *Journal of nutritional science*. 2018. vol. 7. doi: 10.1017/jns.2018.2
- 6 Ottestad I., Nordvi B., Vogt G., Holck M. et al. Bioavailability of n-3 fatty acids from n-3-enriched foods and fish oil with different oxidative quality in healthy human subjects: a randomised single-meal cross-over study. *Journal of nutritional science*. 2016. vol. 5. doi: 10.1017/jns.2016.34
- 7 Vishnyakov A.B., Vlasov V.N. The germ of health. Moscow, Kolos, 2011. 72 p. (in Russian).
- 8 Rodionova N.S., Popov E.S., Pozhidaeva E.A., Kustov V.Yu. et al. Impact of mechanical activation on the prebiotic properties of plant biological resources. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2019. vol. 10. no. 01. pp. 1718–1730.
- 9 Golubeva L.V., Dolmatova O.I., Pozhidaeva E.A. New fermented milk product with flavoring components of plant origin. *Food industry*. 2016. no. 12. pp. 18–20. (in Russian).
- 10 Pozhidaeva E.A., Shvyreva M.A., Dymovskikh Ya.A. Study of the survival of lactic acid microorganisms in conditions of negative temperatures. *Actual biotechnology*. 2017. no. 2. pp. 263. (in Russian).
- 11 Isaev V.A., Simonenko S.V. Influence of lifestyle and Eikonol on physiological adaptation of blood fat component in arterial hypertension. *Nutrition issues*. 2016. vol. 85. no. 5. pp. 120–127. (in Russian).
- 12 Isaev V.A., Simonenko S.V., Khlyustov V.N. Seafood in complex therapy of inflammatory processes. *Food industry*. 2015. no. 1. pp. 30–31. (in Russian).
- 13 Isaev V.A., Ashmarin I.P. Eikonol, a complex of PUFAs that optimize human cognitive activity. *Human Physiology*. 2000. vol. 26. pp. 99–104. (in Russian).
- 14 Eamonn M.M. Prebiotics and Probiotics in Digestive Health. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*. 2019. vol. 17. no. 2. pp. 333–344. doi: 10.1016/j.cgh.2018.09.028
- 15 Kerry R.G., Patra J. K Benefaction of probiotics for human health: A review. *Journal of Food and Drug Analysis*. 2018. vol. 26. no. 3. pp. 927–939. doi: 10.1016/j.jfda.2018.01.002
- 16 Daliri E.B.M., Lee B.H. New perspectives on probiotics in health and disease. *Food Science and Human Wellness*. 2015. vol. 4. no. 2. pp. 56–65. doi: 10.1016/j.fshw.2015.06.002
- 17 Valdovinos-García L.R., Abreu A.T., Valdovinos-Díaz M.A. Probiotic use in clinical practice: Results of a national survey of gastroenterologists and nutritionists. *Revista de Gastroenterología de México (English Edition)*. 2019. vol. 84. no. 3. pp. 303–309. doi: 10.1016/j.rgmxe.2018.10.001
- 18 Chang C.J., Lin T.L., Tsai Y.L., Wu T.R. et al. Next generation probiotics in disease amelioration. *Journal of food and drug analysis*. 2019. vol. 27. no. 3. pp. 615–622. doi: 10.1016/j.jfda.2018.12.011
- 19 Kerry R.G., Patra J.K., Gouda S., Park Y. et al. Benefaction of probiotics for human health: A review. *Journal of food and drug analysis*. 2018. vol. 26. no. 3. pp. 927–939. doi: 10.1016/j.jfda.2018.01.002
- 20 McMillan D.W., Henderson G.C., Nash M.S., Jacobs K.A. Effect of paraplegia on the time course of exogenous fatty acid incorporation into the plasma triacylglycerol pool in the postprandial state. *Frontiers in Physiology*. 2021. vol. 12. doi: 10.3389/fphys.2021.626003

Сведения об авторах

Наталья С. Родионова д.т.н., профессор, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, rodionovast@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6940-7998>

Евгений С. Попов д.т.н., профессор, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий пр-т Революции, 19, Воронеж, 394036, Россия, e_s_popov@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3303-3434>

Наталья А. Захарова ассистент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, pastukhova_na@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1584-0024>

Наталья С. Черкасова студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, cherkasovanatalia@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8235-4575>

Владимир А. Шолин студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, daztergritch@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8567-6346>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Natalya S. Rodionova Dr. Sci. (Engin.), professor, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, rodionovast@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6940-7998>

Evgeny S. Popov Dr. Sci. (Engin.), professor, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, e_s_popov@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3303-3434>

Natalya A. Zaharova assistant, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, pastukhova_na@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1584-0024>

Natalya S. Cherkasova student, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, cherkasovanatalia@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8235-4575>

Vladimir A. Sholin student, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, daztergritch@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8567-6346>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 28/12/2020	После редакции 08/02/2021	Принята в печать 01/03/2021
Received 28/12/2020	Accepted in revised 08/02/2021	Accepted 01/03/2021