

ОЦЕНКА ОПТИМИЗАЦИИ ПИТАНИЯ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ В АРКТИКЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫМ ПРОДУКТОМ, ПРОИЗВЕДЕННЫМ ПО КРИТИЧЕСКИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ: КОГОРТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

¹Р. С. Рахманов*, ¹Е. С. Богомолова, ²Д. А. Нарутдинов, ¹С. А. Разгулин, ¹Н. Н. Потехина

¹ Приволжский исследовательский медицинский университет, г. Нижний Новгород, Россия

² Красноярский государственный медицинский университет имени профессора
В. Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск, Россия

ВВЕДЕНИЕ. В условиях Крайнего Севера отмечается повышенная потребность и недостаточное потребление витаминов и минеральных веществ.

ЦЕЛЬ. Оценить эффективность оптимизации питания военнослужащих в Арктике многокомпонентным продуктом, произведенным по критически низкотемпературной технологии, по витаминно-минеральной насыщенности организма.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В пробах крови у военнослужащих определяли витамины (B_9 , B_{12} и D – по 25-гидроксивитамину D) и минералы (K, Na, Ca ионизированный и общий, P, Mg, Fe). Основная группа ($n = 30$) принимала продукт, произведенный по критически низкотемпературной технологии, 21 день (декларация соответствия ЕАЭС: № RU Д-РУ. РА03.В69039/24 от 19.04.2024 г.); сравнения ($n = 28$) – питание обычное. Расчетным методом определили содержание макронутриентов, витаминов и минералов.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Выявлен дефицит витамина B_9 (в группах сравнение – основная у 32,1–53,3 %); железо находилось в нижней зоне референтного значения, дефицит и недостаточность витамина D (у 70,0–93,3 %), кальция ионизированного (у 35,7 % и 16,7 %), магния (у 20,0 % и 16,7 %); фосфор на уровне нижней границы нормы. Эффективность многокомпонентного продукта в питании проявилась наличием статистически значимых различий между исходными показателями и после его приема – увеличением витаминов (B_9 – на 9,9 %, B_{12} – на 15,2 %, 25ОН витамина D – на 13,4 %), минеральных веществ (Ca ионизированный – на 5,0 %, Ca общий – на 6,0 %, P – на 11,1 %, Fe – на 29,8 %, Mg – на 2,6 %).

ОБСУЖДЕНИЕ. На Севере выдача витаминных препаратов недостаточно эффективна, питание продуктами местной сырьевой базы затрудняет реализацию; разработанный для восполнения дефицита витаминов и минеральных веществ витаминно-минеральный комплекс не апробирован в рационе питания военнослужащих. Продукт из растительного сырья и яичной скорлупы, кроме витаминов, минералов и макронутриентов содержит компоненты, выполняющие функции экзогенных регуляторов метаболизма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Недостаточная обеспеченность организма витаминами D, B_9 и минералами указывала на признаки фолиево-дефицитной анемии и возможное нарушение фосфорно-кальциево-магниевого обмена. Концентрированный пищевой продукт обеспечивает поступление нутриентов, которые повышают витаминно-минеральную насыщенность организма.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, многокомпонентный продукт питания, эффективность по витаминно-минеральному балансу организма

*Для корреспонденции: Рахманов Рофаиль Салыхович, e-mail: raf53@mail.ru

*For correspondence: Rofail S. Rakhmanov, e-mail: raf53@mail.ru

Для цитирования: Рахманов Р.С., Нарутдинов Д.А., Богомолова Е.С., Разгулин С.А., Потехина Н.Н. Оценка оптимизации питания военнослужащих в Арктике многокомпонентным продуктом, произведенным по критически низкотемпературной технологии: когортное исследование // *Морская медицина*. 2025. Т. 11, № 5. С. 76–85.

doi: <https://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2025-11-1-76-85>; EDN: <https://elibrary.ru/KDRNPQ>

For citation: Rakhmanov R.S., Narutdinov D.A., Bogomolova E.S., Razgulin S.A., Potekhina N.N. Evaluation of nutrition optimization for military personnel in Arctic with a multicomponent product produced using critically low-temperature technology: cohort study // *Marine Medicine*. 2025. Vol. 11, № 1. P. 76–85.

doi: <https://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2025-11-1-76-85>; EDN: <https://elibrary.ru/KDRNPQ>

© Авторы, 2025. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины Федерального медико-биологического агентства». Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа» в соответствии с лицензией CCBY-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-ShareAlike» / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при указании автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

EVALUATION OF NUTRITION OPTIMIZATION FOR MILITARY PERSONNEL IN ARCTIC WITH A MULTICOMPONENT PRODUCT PRODUCED USING CRITICALLY LOW-TEMPERATURE TECHNOLOGY: COHORT STUDY

¹Rofail S. Rakhmanov*, ²Denis A. Narutdinov, ¹Elena S. Bogomolova, ¹Sergey A. Razgulin,
¹ Natalia N. Potekhina

¹Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

²Krasnoyarsk State Medical University named after Professor B. F. Voyno-Yasenetsky,
Krasnoyarsk, Russia

INTRODUCTION. There is an increased need and insufficient consumption of vitamins and minerals in the conditions of the Far North.

OBJECTIVE. Evaluate the effectiveness of optimizing the nutrition of military personnel in the Arctic with a multicomponent product produced by a critically low-temperature technology of vitamin and mineral saturation of the body.

MATERIALS AND METHODS. Vitamins (B9, B12 and D - 25-hydroxyvitamin D each) and minerals (K, Na, Ca ionized and total, P, Mg, Fe) were determined in blood samples from servicemen. The main group (n = 30) took the product produced by critically low-temperature technology for 21 days (declaration of conformity of the EAEC: No. RU D-RU. RA03.B69039/24 of 19.04.2024); comparisons (n = 28) took the usual diet. The content of macronutrients, vitamins and minerals was determined by the calculation method.

RESULTS. Deficiency of vitamin B9 was revealed (in comparison groups - basic in 32,1-53,3 %); iron was in the lower zone of reference value, deficiency and insufficiency of vitamin D (in 70,0-93,3 %), ionized calcium (in 35,7 % and 16,7 %), magnesium (in 20,0 % and 16,7 %); phosphorus at the level of lower limit of norm. The effectiveness of the multicomponent product in nutrition was manifested by the presence of statistically significant differences between the initial indicators and after its intake - an increase in vitamins (B9 - by 9.9 %, B12 - by 15.2 %, 25OH vitamin D - by 13.4 %), minerals (Ca ionized - by 5.0 %, Ca total - by 6.0 %, P - by 11.1 %, Fe - by 29.8 %, Mg - by 2.6 %).

DISCUSSION. In the North, the issuance of vitamin preparations is not efficient enough, nutrition with products from the local raw material base makes it difficult to implement; the vitamin-mineral complex developed to fill the deficiency of vitamins and minerals has not been tested in the diet of servicemen. The product from vegetable raw materials and eggshells, in addition to vitamins, minerals and macronutrients, contains components that perform the functions of exogenous regulators of metabolism.

CONCLUSION. Insufficient supply of vitamins D, B9 and minerals indicated signs of folium-deficiency anemia and possible disorder of phosphorus-calcium-magnesium metabolism. Concentrated food product provides nutrients that increase vitamin and mineral saturation of the body.

KEYWORDS: marine medicine, multicomponent food product, efficiency on vitamin-mineral balance of the body

Введение. Питание лиц организованных коллективов (военнослужащих, вахтовых рабочих, моряков) в условиях Крайнего Севера по энергетической ценности обеспечивает энергообмен организма, но отмечается повышенная потребность и недостаточное потребление витаминов и минеральных веществ [1–5].

Используемые и внедряемые новые методы коррекции дефицита микронутриентов дают положительный результат, но имеют ряд недостатков. Так, дополнительная выдача синтетических витаминных препаратов недостаточно эффективна [6]. Профилактическое питание с использованием продуктов местной сырьевой базы затруднено в условиях Арктики на морских судах, судах военно-морского флота и требует соответствующего технологического оборудования для его хранения, его невозможно масштабировать на весь Крайний Север [7]. Специально разра-

ботанный с учетом эндемики Арктической зоны витаминно-минеральный комплекс в составе рациона питания военнослужащих, предложенный для восполнения дефицита микронутриентов, не прошел апробацию в условиях Арктики [8].

В связи с этим актуальным остается изыскание способа насыщения пищевого рациона лиц, работающих в экстремальных условиях Крайнего Севера, эссенциальными микронутриентами, а также веществами, обладающими биологической активностью.

Цель. Оценить эффективность оптимизации питания военнослужащих в Арктике многокомпонентным продуктом, произведенным по критически низкотемпературной технологии, по витаминно-минеральной насыщенности организма.

Материалы и методы. Когортное исследование было проведено в летний период. Объектом на-

блюдения стали военнослужащие ($n = 58$) в возрасте $35,7 \pm 3,4$ года, проходящие службу по контракту (ВПСК), осуществляющие деятельность в Арктике. Критерии включения в наблюдение – I-II группа здоровья, отсутствие в течение 1 мес острых заболеваний и обострения хронических.

Питание ВПСК было организовано по рациону общевойскового пайка (норма № 1 с дополнительной выдачей продуктов в районах Крайнего Севера)¹. Основное обеспечение продуктами питания на год осуществлялось в период летнего завоза морским транспортом. Когорта была разделена на две группы. Лица 1-й группы ($n = 30$) в течение 21 сут получали по 10 г (две чайные ложки) многокомпонентного продукта питания, произведенного по критически низкотемпературной технологии (ПКНТ)²; декларация соответствия ЕАЭС: № RU Д-РУ. РА03.В69039/24 от 19.04.2024 г. Состав ПКНТ: арония, брокколи, ламинария, морковь, семена жмыха льна, скорлупа куриных яиц. Его принимали во время ужина, добавляя во второе блюдо. Лица 2-й группы ($n = 28$) продукт, а также биологически активные добавки к пище не принимали. Эффективность оптимизированного питания оценивали по динамике уровней витаминов и минеральных веществ в крови.

У всех наблюдаемых, предварительно получив информированное добровольное согласие, стандартным методом отбирали пробы венозной крови для проведения исследований на витамины B_9 , B_{12} , D (по 25-гидроксивитамину D – 25ОН (D) и минеральные вещества (калий, Са ионизированный и Са общий, магний, натрий, органический фосфор и железо).

Аппаратура, которая была использована для определения показателей в крови у лиц групп сравнения:

- фолиевая кислота (B_9) – аппарат ВЭЖХ-МС AD SCIEX QTRAP 5500 (Германия); рефе-

рентные значения 5,0–9,0 нг/мл³;

- цианкобаламин (B_{12}) – автоматизированная система ARCHITECT® i2000 Abbott (США). Уровень < 32 пмоль/л считали дефицитом витамина B_{12} [9];

- 25ОНD – масс-спектрометр AB SCIEX QTRAP 5500 (Германия). Критерии дифференциации результатов: 5–10 нг/мл (глубокий дефицит); 10–20 нг/мл (дефицит), 20–30 нг/мл (недостаточность) и 30–100 нг/мл – оптимальный уровень [10];

- Са общий, P, Mg, Fe – анализатор AU5800 (США).

- K, Na, Са ионизированный – анализатор электролитов AVL9180 (США).

Исследования проб крови проводили в 1-й группе троекратно: в исходном состоянии, после приема ПКНТ (22-й день) и для подтверждения результата – еще через 10 дней (32-й день); в группе сравнения – в исходном состоянии на момент окончания приема продукта.

С использованием расчетного (по таблицам химического состава каждого монопродукта) метода было определено содержание витаминов и минеральных веществ в многокомпонентном продукте⁴.

Статистический анализ результатов выполнен при помощи общепринятых методов математической статистики с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2016 и пакета Statistica 6.1 (США). При параметрических показателях рассчитывали средние значения и их стандартные отклонения ($M \pm \sigma$), а также достоверность различий по t -критерию Стьюдента для $p < 0,05$; для непараметрических – медиану (Me) и значения интервалов Q25 и Q75, достоверность различий – по парному критерию Вилкоксона для $p < 0,05$.

Результаты. По расчетным данным в ПКНТ содержались макро-, микронутриенты, пищевые волокна (табл. 1).

Нижние значения средних величин витамина B_9 в крови в группах сравнения выходили за границы нормы. В исходном состоянии у 53,3 % лиц основной группы он был ниже референтной границы, в группе сравнения доля таких лиц достигала 32,1 %. К концу приема ПКНТ средняя величина в основной группе статистически значимо возросла на 9,9 %, а еще через 10

¹Постановление Правительства РФ от 29 декабря 2007 г. № 946 «О продовольственном обеспечении военнослужащих и некоторых других категорий лиц, а также об обеспечении кормами (продуктами) штатных животных воинских частей и организаций в мирное время» (в редакции от 18 сентября 2020 г., № 1484).

²Груздева А. Е. Способ получения биокорректоров из натурального сырья. Патент на изобретение № 2399296. 2010.

³Фолиеводефицитная анемия. Клинические рекомендации. Минздрав РФ, 2021. URL: <https://кр-рф-2021/17023?ysclid=slsvgxmqsxv153502174> (дата обращения 18.11.2024).

⁴Скурихин И. М., Тутельян В. А. Химический состав российских пищевых продуктов. М.: ДеЛи; 2002. 236 с.

Таблица 1

Содержание пищевых веществ в многокомпонентном продукте на 100 г вещества

Table 1

The content of nutrients in a multi-component product per 100 g of substance

Микронутриенты, в том числе макро- и микроэлементы				Макронутриенты и пищевые волокна	
витамины		минеральные вещества			
А, мг	0,701	К, мг	1266,71	Белки, г	12,16
Е, мг	2,7	Na, мг	154,88	Жиры, г, в том числе:	12,19
С, мг	145,87	Ca, мг	180,5	МНЖК	1,99
В ₁ мг	0,61	P, мг	375,16	ПНЖК	7,92
В ₂ , мг	0,32	Mg, мг	163,65	НЖК	1,2
В ₅ , мг	2,08	Fe, мг	7,03	Углеводы, г	44,28
В ₆ , мг	0,66	Cu, мг	0,52	Пищевые волокна	19,55
В ₉ мкг	28,56	Zn, мг	3,05		
РР, мг	2,24	Mn, мг	1,21		
D, мкг	6,81	Cr, мкг	24,5		
К, мкг	1974,7	Se, мкг	46,14		
Биотин, мкг	40,68	F, мкг	20,59		
В ₁₂ , мкг	7,917	J, мкг	319,13		

дней была выше исходного значения на 11,6 %. Рост данного витамина в сыворотке крови был отмечен у всех наблюдаемых, а у 13,3 % увеличился до референтной границы. Среди лиц группы сравнения снижение индивидуальных показателей относительно исходных значений к концу второго и третьего этапов исследования отмечено у 20,0 % исследуемых.

Витамин В₁₂ в крови лиц каждой группы был в пределах границ нормы. В 1-й группе при оптимизации рациона в этих границах он возрос на 8,0–15,2 %, что не было зафиксировано во 2-й группе. У лиц основной группы он увеличился относительно исходных значений у всех 100,0 %, а еще через 10 дней он был выше промежуточных показателей у 76,7 %. Среди лиц основной группы была выявлена обратная динамика: снижение индивидуальных уровней отмечено у 10,7 %.

В ходе исследования изменений в показателях 25 ОН витамина D у лиц группы сравнения не установлено. В крови лиц 1-й группы его содержание увеличилось на 13,4 %, еще через 10 дней оно было статистически значимо выше исходной величины на 5,3 % (табл. 2).

По этапам наблюдения, в группах сравнения не было выявлено лиц, с глубоким дефицитом витамина D. Уменьшение доли лиц с дефицитом и недостаточностью и увеличение с оптималь-

ным уровнем произошло при приеме ПКНП, в группе сравнения изменений практически не было (табл. 3).

Содержание минеральных веществ в крови лиц группы сравнения по этапам исследования не различалось. В основной группе уровень кальция статистически значимо возрос на 3,7 %, через 10 сут среднее его значение не отличалось от исходного. Также выросло и снизилось содержание натрия.

Свободный (ионизированный) и общий кальций возрастали соответственно по этапам наблюдения на 5,0 % и 1,8–6,0 %. До начала исследования низкий ионизированный кальций был зарегистрирован соответственно у 35,7 % и у 16,7% (сравнения–основная), на момент окончания приема продукта – у 35,7 % и у 3,3 % обследованных лиц.

Органический фосфор, магний и железо в крови лиц сравниваемых групп были в границах нормы. Однако показатели средних величин, как и железа, были практически в зоне нижней референтной границы.

Содержание фосфора в крови лиц основной группы после приема изучаемого продукта увеличивалось на 8,3–11,1 %, а увеличение железа составило 27,3 % и 29,8 % соответственно.

В этой группе магний увеличился на 2,6 %. В на-

Таблица 2

Содержание витаминов в сыворотке крови по этапам наблюдения, абс.

Table 2

Content of vitamins in blood serum by stages of observation, abs.

Группа наблюдения	Оцениваемый показатель, границы нормы, период наблюдения		
	исходный	конец курса	через 10 дней после приема
Витамин В ₉ , 3,1–20,5 пмоль/л			
Основная группа	3,03 (2,6–3,35)	3,33 (2,78–3,51) 0,046*	3,38 (2,81–3,54) 0,021**; 0,062***
Группа сравнения	3,3 (2,65–3,36)	3,28 (2,63–3,33) 0,67	3,26 (2,63–3,38) 0,321; 0,422
Витамин В ₁₂ , 25,0–165,0 пмоль/л			
Основная группа	98,9 ± 19,28	106,8 ± 16,99 0,001	113,9 ± 17,13 0,001; 0,01
Группа сравнения	93,0 ± 14,52	93,4 ± 14,1 0,657	-
Витамин D, 30–100 нг/мл			
Основная группа	21,9 ± 5,52	24,83 ± 5,48 0,001	23,06 ± 5,59 0,001; 0,01
Группа сравнения	27,16 ± 5,28	28,21 ± 6,08 0,657	-

Примечание. Статистическая значимость различий (p): * – между первым и вторым; ** – между первым и третьим; *** – между вторым и третьим исследованиями

Note. Statistical significance of differences (p): * – between the first and second; ** – between the first and third; *** – between the second and third studies

Таблица 3

Долевая характеристика содержания 25-ОН витамина D в сыворотке крови, %

Tabl 3

Proportional characteristics of the content of 25-ОН vitamin D in blood serum, %

Характеристика содержания	Период обследования		
	исходный	конец курса	через 10 дней после приема
Дефицит (10–20 нг/мл):			
основная	40,0	30,0	33,3
сравнения	15,0	15,0	
Недостаточность (20–30 нг/мл)			
основная	53,3	43,3	46,7
сравнения	55,0	50,0	-
Оптимальный уровень (30–100 нг/мл)			
основная	6,7	26,7	20,0
сравнения	30,0	35,0	

чале наблюдения он был снижен у 16,7 %, после приема продукта и к концу наблюдения только у 3,3 % (n = 1); превышение относительно исходных значений отмечено у 70,0–73,3 %. В группе сравнения был зарегистрирован сниженный магний, соответственно у 13,3 % и 20,0 % (табл. 4).

Обсуждение. В настоящее время актуальным

для оптимизации питания военнослужащих, а также работающих в условиях Крайнего Севера является разработка пищевых комплексов для коррекции дефицита нутриентного состава их рационов [2, 11]. Они должны включать не только витамины и минеральные вещества, но и биологически активные компоненты (БАК)

Таблица 4

Содержание витаминов в сыворотке крови по этапам наблюдения, абс.

Tabl 4

Content of vitamins in blood serum by stages of observation, abs.

Группа наблюдения	Оцениваемый показатель, границы нормы, период наблюдения		
	исходный	конец курса	через 10 дней после приема
Калий, 3,5–5,1 ммоль/л			
Основная	4,6 ± 0,48	4,77 ± 0,5 0,001*	4,75 ± 0,43 0,069**; 0,835***
Сравнения	4,68 ± 0,42	4,58±0,32 0,541	-
Натрий, 136–145 ммоль/л			
Основная	140 (137,6–143,3)	141,0 (139–144,7) 0,01	140,0 (139,0–142,0) 0,484; 0,01
Сравнения	140,0 (138,0–141,5)	141,0 (137,5–142,0) 0,626	–
Кальций ионизированный, 1,15–1,35 ммоль/л			
Основная	1,19 (1,17–1,22)	1,25 (1,19–1,29) 0,001	1,25 (1,19–1,29) 0,012; 0,045
Сравнения	1,15 (1,13–1,17)	1,14 (1,13–1,17) 0,868	-
Кальций общий, 2,02–2,60 ммоль/л			
Основная	2,17 (2,14–2,26)	2,21 (2,19–2,3) 0,013	2,3 (2,2–2,4) 0,004; 0,526
Сравнения	2,21 (2,14–2,23)	2,15 (2,13–2,18) 0,29	-
Фосфор неорганический, 0,7–1,8 ммоль/л:			
Основная	0,72 ± 0,08	0,78 ± 0,06 0,064	0,8 ± 0,03 0,012; 0,336
Сравнения	0,83±0,03	0,84±0,03 0,73	-
Магний, 0,66–1,03 ммоль/л:			
Основная	0,76 ± 0,016	0,78 ± 0,07 0,002	0,78 ± 0,06 0,049; 0,573
Сравнения	0,78 ± 0,06	0,76 ± 0,06 0,638	-
Железо, 9,5–30 мкмоль/л:			
Основная	14,92 ± 3,15	19,0 ± 2,92 0,001	19,36 ± 2,79 0,001; 0,025
Сравнения	17,3 ± 2,17	16,9 ± 2,56 0,72	–

Примечание. Статистическая значимость различий (p): * – между первым и вторым; ** – между первым и третьим; *** – между вторым и третьим исследованиями

Note. Statistical significance of differences (p): * – between the first and second; ** – between the first and third; *** – between the second and third studies

[12]. Для включения в рацион питания предлагается, например, использование «комплексной пищевой физиологически функциональной системы» [13], использование дикорастущих ягод [7], измельченного корня сабельника болотного [1], которые содержат БАК. Предпола-

гается введение их в состав готовых блюд.

Нами выбран способ концентрации натуральных витаминов и минеральных веществ в конечном продукте, основанный на критически низкотемпературной переработке пищевого сырья [14]. Он позволяет производить многокомпонентные композиции на основе создания рецептур, которые необходимы для употребления в конкретной ситуации.

Как известно, растительные продукты, кроме витаминов и минеральных веществ, содержат БАК, которые выполняют «*функции экзогенных регуляторов метаболизма и играют важную в адаптационных реакциях организма, поддержании здоровья*» [12]. Например, арония содержит холин (влияет на липидный обмен, стимулирует кроветворение), каротиноиды (снижают тканевую гипоксию) – фитостеролы, антоцианы, лютеин, зеаксантин, бета-криптоксантин, органические кислоты, пектиновые и дубильные вещества [15]. Семечки льна содержат полиненасыщенные жирные кислоты, моноацилглицериды, диацилглицериды, токоферолы, стеролы, фосфолипиды, воски, свободные жирные кислоты, каротиноиды, полисахариды, фенолокислоты [16]. Морковь содержит полиацетилены, фалькаридол, пирролидин, бета-каротин, органические кислоты [17]. В составе брокколи – альфа- и бета-каротин, лютеин, зеаксантин, ликопин, глюкорафин, фенольные соединения [18]. Ламинария имеет бета-каротин, фукоксантин, фукоиданы, альгиновую кислоту [19].

Органический кальций в виде скорлупы яиц предназначен для восполнения дефицита кальция; она включена в рецептуру в связи с недостаточным потреблением кальция с питьевой водой из растаявшего снега [20].

Таким образом, на прием пищи с ПКНТ организм военнослужащих прореагировал повышением насыщенности витаминами и минеральными веществами. Эффект по витаминам группы В, вероятно, был связан с процессом всасывания в желудочно-кишечном тракте (поскольку они были в составе пищи, не принимались натошак)⁵.

⁵Петровская А. Когда начинают действовать витамины? Разбираемся в разнице между дорогими и дешевыми препаратами. <https://media.uom.education/kogda-nachinaut-deistvovat-vitaminy-otvety-na-chastozadavaemye-voprosy/?ysclid=m6ss2ihmef533668736> (дата обращения 05.02.2025)

Кроме того, дополнительно с рационом поступали пищевые волокна (1,4 %) и макронутриенты: белки – 1,12 %, углеводы – 4,43 %, жиры – 2,22 % (в том числе омега-3 – до 0,15 % и омега-6 – до 0,92 %) от суточной потребности. Дополнительная калорийность достигала 33,6 ккал. Значит, следует ожидать реакцию и других физиологических систем организма.

Результаты исследований позволяют расширить объем наблюдений: оценить реакцию организма при приеме более высоких доз продукта, изменять рецептуры соответственно имеющейся ситуации, определить периодичность профилактического курса и длительность сохранения позитивного эффекта.

Применение ПКНТ не требует изменения технологии или рецептур приготовления пищи. Это продукт, который можно употреблять как при добавлении в состав, например, готового блюда, так и самостоятельно: самый простой способ – внесение в доброкачественную питьевую воду и выдержка 3–5 мин (для приобретения кашицеобразной консистенции). Единственное противопоказание – индивидуальная непереносимость отдельных ингредиентов многокомпонентного продукта. Плюсом к этому является длительный срок хранения ПКНТ (не менее 18 мес), что очень удобно для длительных экспедиций и в случаях невозможной доставки продуктов.

Заключение. При исследовании проб крови у военнослужащих в Арктике выявлены:

- недостаточная обеспеченность организма витамином В₁₂ (у 100,0 %), дефицит витамина В₉ (в группах сравнения – основная – у 32,1 % и 53,3 %); железо находилось в нижней зоне референтного значения. Это указывало на наличие признаков В₁₂–В₉-дефицитной анемии;
- дефицит и недостаточность витамина D (у 70,0–93,3 %), кальция ионизированного (у 35,7 % и 16,7 %), магния (у 20,0–16,7 %), фосфор на уровне нижней границы нормы свидетельствовали о возможном нарушении фосфорно-кальциево-магниевого обмена.

Включение в рацион питания натурального многокомпонентного продукта, произведенного по критически низкотемпературной технологии, показало эффективность по наличию статистически значимых различий между исходными показателями уровней витаминов и минеральных веществ в крови и после его приема: увеличение витаминов (В₉ – на 9,9 %, В₁₂ – на 15,2 %, В₁ – на 1,12 %, В₂ – на 1,12 %, В₆ – на 1,12 %, В₁₂ – на 15,2 %, В₉ – на 53,3 %, В₁₂ – на 100,0 %).

25ОНD – на 13,4 %), минеральных веществ (Са Р – на 11,1 %, Fe – на 29,8 %, Mg – на 2,6 %; рост ионизированный – на 5,0 %, Са общий – на 6,0 %, К и Na только к концу приема).

Сведения об авторах:

Рахманов Рофаиль Салыхович – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры гигиены, Приволжский исследовательский медицинский университет; 603905, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1; ORCID: 0000-0003-1531-5518; e-mail: raf53@mail.ru

Нарутдинов Денис Алексеевич – кандидат медицинских наук, преподаватель кафедры общественного здоровья и здравоохранения, Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого; 660022, Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1; ORCID: 0000-0002-5438-8755; e-mail: den007-19@mail.ru

Богомолова Елена Сергеевна – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой гигиены, Приволжский исследовательский медицинский университет; 603905, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1; ORCID: 0000-0002-1573-3667; e-mail: olenabgm@rambler.ru

Разгулин Сергей Александрович – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой медицины катастроф, Приволжский исследовательский медицинский университет; 603905, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1; ORCID: 0000 0001-8356- 2970; e-mail: kafedramk@pimunn.ru

Потехина Наталья Николаевна – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры гигиены, Приволжский исследовательский медицинский университет; 603905, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1; ORCID: 0000-0001-6519-5513; e-mail: nn-potechina@yandex.ru

Information about the authors:

Rofail S. Rakhmanov – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Professor of the Department of Hygiene, Privolzhsky Research Medical University; 603905, Nizhny Novgorod, Minin and Pozharsky Ave, 10/1; ORCID: 0000-0003-1531-5518; e-mail: raf53@mail.ru

Denis A. Narutdinov – Cand. of Sci. (Med.), Lecturer, Department of Public Health and Healthcare, Krasnoyarsk State Medical University. prof. V. F. Voyno-Yasenetsky; 660022, Krasnoyarsk, Partizan Zheleznyak Str., 1; ORCID: 0000-0002-5438-8755; e-mail: den007-19@mail.ru

Elena S. Bogomolova, – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Hygiene, Volga Research Medical University, 603905, Nizhny Novgorod, Minin and Pozharsky Ave, 10/1; ORCID: 0000-0002-1573-3667; e-mail: olenabgm@rambler.ru

Sergey A. Razgulin – Dr. of Sci. (Med.), Assistant Professor, Head of the Department of Disaster Medicine, Privolzhsky Research Medical University; 603905, Nizhny Novgorod, Minin and Pozharsky Ave, 10/1; ORCID: 0000 0001-8356-2970; e-mail: kafedramk@pimunn.ru

Natalya N. Potechina – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Professor of the Department of Hygiene, Privolzhsky Research Medical University; 603905, Nizhny Novgorod, Minin and Pozharsky Ave, 10/1; ORCID: 0000-0001-6519-5513; e-mail: nn-potechina@yandex.ru

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Наибольший вклад распределен следующим образом: концепция и план исследования — Р. С. Рахманов; сбор данных — Д. А. Нарутдинов; математический анализ данных; — С. А. Разгулин; литературный обзор – Н. Н. Потехина; подготовка рукописи — Р. С. Рахманов, Е. С. Богомолова, Н.Н. Потехина.

Author contribution. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Special contribution: RSR The largest contribution is distributed as follows: concept and design of the study. DAN data collection; SAR mathematical analysis of data; NNP literature review; RSR, ESB, NNP preparation of the manuscript.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Соответствие принципам этики: Исследование было проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (в редакции 2013 г.) и одобрено этическим комитетом Приволжского исследовательского института (протокол № 4 от 14.03.2022 г.). От всех участников было получено письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Adherence to ethical standards: The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki of the World Medical Association (as amended in 2013) and approved by the ethical committee of the Volga Research Institute (protocol No. 4 dated March 14, 2022). Written informed consent was obtained from all participants to participate in the study.

Финансирование: Исследование не имело спонсорской поддержки.

Funding: The study was not sponsored.

Поступила/Received: 15.11.2024
Принята к печати/Accepted: 15.03.2025
Опубликована/Published: 30.03.2025

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Попов В. Г., Белина С. А. Актуальность создания специализированных продуктов питания для населения, проживающего в условиях Арктики // *Научные труды КубГТУ*. 2016. № 14. С. 905–913 [Popov V. G., Belina S. A. Relevance of creating specialized food products for the population living in the Arctic. *Scientific works of KubSTU*, 2016, No. 14, pp. 905–913 (in Russ.)].
2. Гудков А. Б., Дегтева Г. Н., Шепелева О. А. Эколого-гигиенические проблемы на Арктических территориях интенсивной промышленной деятельности (обзор) // *Общественное здоровье*. 2021. № 1 (4). С. 49–55 [Gudkov A. B., Degtyareva G. N., Shepeleva O. A. Ecological and hygienic problems in the Arctic territories of intensive industrial activity (review) *Public health*, 2021, No. 1 (4), pp. 49–55 (in Russ.)].
3. Субботина Т. И., Андриянов А. И., Сороколетова Е. Ф., Сметанин А. Л., Ищук Ю. В. Роль адекватного нормирования питания в сохранении и укреплении здоровья военнослужащих, проходящих службу в Арктической зоне // *Известия Российской Военно-медицинской академии*. 2020. Т. 39, № 3. С. 3–5. С. 169–172 [Subbotina T. I., Andrianov A. I., Sorokoletova E. F., Smetanin A. L., Ishchuk Yu. V. The Role of Adequate Nutrition Standardization in Maintaining and Strengthening the Health of Military Personnel Serving in the Arctic Zone. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*, 2020, Vol. 39, No. 3, pp. 169–172 (in Russ.)].
4. Сметанин А. Л., Андриянов А. И., Белозеров Е. С., Субботина Т. И., Ивченко Е. В., Кириченко Н. Н., Кривцов А. В., Щукина Н. А., Коновалова И. А. Оценка витаминно-минерального статуса военнослужащих, проходящих службу на Крайнем Севере и в Санкт-Петербурге // *Профилактическая и клиническая медицина*. 2015. № 4(57). С. 5–11 [Smetanin A. L., Andrianov A. I., Belozеров E. S., Subbotina T. I., Ivchenko E. V., Kirichenko N. N., Krivtsov A. V., Shchukina N. A., Konovalova I. A. Assessment of vitamin and mineral status of military personnel serving in the Far North and St. Petersburg. *Preventive and Clinical Medicine*, 2015, No. 4(57), pp. 5–11 (in Russ.)].
5. Маков В. А. Особенности продовольственного обеспечения военнослужащих, проходящих военную службу в арктической зоне Российской Федерации // *Российская Арктика*. 2018. № 3. С. 51 [Makov V. A. Features of food provision for military personnel serving in the Arctic zone of the Russian Federation. *Russian Arctic*, 2018, No. 3, pp. 51 (in Russ.)]. doi: 10.24411/2658-4255-2018-00011.
6. Кириченко Н. Н., Новицкий А. А. Профилактика нарушений микронутриентного статуса у военнослужащих по призыву в условиях Арктической зоны Российской Федерации // *Медицина катастроф*. 2020. № 3. С. 47–51 [Kirichenko N. N., Novitsky A. A. Prevention of micronutrient status disorders in conscript military personnel in the Arctic zone of the Russian Federation. *Disaster Medicine*, 2020, No. 3, pp. 47–51 (in Russ.)]. doi: 10.33266/2070-1004-2020-3-47-51.
7. Дегтева Г. Н., Гудков А. Б., Новикова И. И., Шепелева О. А., Попова О. Н. Обоснование внедрения профилактического питания с использованием продуктов местной сырьевой базы для вахтовых работников арктического региона: обзор литературы // *Морская медицина*. 2022. Т. 8, № 2. С. 7–18 [Degtyareva G. N., Gudkov A. B., Novikova I. I., Shepeleva O. A., Popova O. N. Justification for the introduction of preventive nutrition using products from the local raw material base for shift workers in the Arctic region: a literature review *Marine Medicine*, 2022, Vol. 8, No. 2, pp. 7–18 (in Russ.)]. doi: 10.22328/2413-5747-2022-8-2-7-18.
8. Новикова И. И., Романенко С. П., Семенихина М. В., Кругляков П. В., Дегтева Г. Н., Рождественская Л. Н. и др. Оценка включения витаминно-минерального комплекса в рацион организационного питания работающих в условиях Арктической зоны // *Российская Арктика*. 2023. Т. 5, № 3. С. 40–47 [Novikova I. I., Romanenko S. P., Semenikhina M. V., Kruglyakov P. V., Degtyareva G. N., Rozhdestvenskaya L. N., et al. Evaluation of the inclusion of a vitamin-mineral complex in the organizational nutrition diet of workers in the Arctic zone. *Russian Arctic*, 2023, Vol. 5, No. 3, pp. 40–47 (in Russ.)]. doi: 10.24412/2658-4255-2023-3-40-47.
9. Красновский А. Л., Григорьев С. П., Алёхина Р. М., Ежова И. С., Золкина И. В., Лошкарёва Е. О. Современные возможности диагностики и лечения дефицита витамина В₁₂ // *Клиницист*. 2016. Т. 10, № 3. С. 15–25 [Krasnovsky A. L., Grigoriev S. P., Alekhina R. M., Ezhova I. S., Zolkina I. V., Loshkareva E. O. Modern possibilities of diagnostics and treatment of vitamin B12 deficiency. *Clinician*, 2016, Vol. 10, No. 3, pp. 15–25 (in Russ.)]. doi: 10.17 650 / 1818-8338-2016-10-3-15-25.
10. Пигарева Е. А., Рожинская Л. Я., Белая Ж. Е., Дзеранова Л. К., Каронова Т. Л., Ильин А. В. и др. Клинические рекомендации Российской ассоциации эндокринологов по диагностике, лечению и профилактике дефицита витамина D взрослых // *Проблемы эндокринологии*. 2016. № 4. С. 60–84 [Pigareva E. A., Rozhinskaya L. Ya., Belaya Zh. E., Dzeranova L. K., Karonova T. L., Ilyin A. V., et al. Clinical recommendations of the Russian Association of Endocrinologists for the diagnosis, treatment and prevention of vitamin D deficiency in adults. *Problems of Endocrinology*, 2016, No. 4, pp. 60–84 (in Russ.)]. doi: 0.14341/probl201662460-84.
11. Андриянов А. И., Кравченко Е. В., Кузьмин С. Г., Лазаренко Л. П., Коростелева О. Г., Сметанин А. Л. и др. Состояние и перспективы использования функциональных пищевых продуктов в питании населения и военнослужащих // *Морская медицина*. 2020. Т. 6, № 1. С. 27–38 [Andrianov A. I., Kravchenko E. V., Kuzmin S. G., Lazarenko L. P., Korosteleva O. G., Smetanin A. L., et al. Status and prospects of using functional food products in the nutrition of the population and military personnel. *Marine Medicine*, 2020, Vol. 6, No. 1, pp. 27–38 (in Russ.)]. doi: 10.22328/2413-5747-2020-6-1-43-55.
12. Тутельян В. А., Никитюк Д. Б., Батурин А. К., Васильев А. В., Гаппаров М. М. Г., Жилинская Н. В. и др. Нутриом как направление «главного удара»: определение физиологических потребностей в макро- и микронутриентах, минорных биологически активных веществах пищи // *Вопросы питания*. 2020. Т. 89, № 4. С. 24–34 [Tutelyan V. A., Nikityuk D. B., Baturin A. K., Vasiliev A. V., Gapparov M. M. G., Zhilinskaya N. V., et al. Nutriome as a direction of the “main

- attack”: determination of physiological needs for macro- and micronutrients, minor biologically active substances of food. *Nutrition Issues*, 2020, Vol. 89, No. 4, pp. 24–34 (in Russ.)). doi: 10.24411/0042-8833-2020-10039.
13. Попов В.Г., Кадочникова Г.Д., Буракова Л.Н., Неверов В.Ю., Тригуб В.В., Мозжерина И. В. и др. Разработка рецептуры комплексной пищевой физиологически функциональной системы с целью получения специализированных продуктов питания для населения Арктики // *Ползуновский вестник*. 2019. № 1. С. 90–95 [Popov V. G., Kadochnikova G. D., Burakova L. N., Neverov V. Yu., Trigub V. V., Mozzherina I. V., et al. Development of a recipe for a complex food physiologically functional system in order to obtain specialized food products for the population of the Arctic. *Polzunovsky bulletin*, 2019, No. 1, pp. 90–95 (in Russ.)].
 14. Филиппова О. Н., Груздева А. Е., Рахманов Р. С. Технология концентрирования микронутриентов, позволяющая создавать витаминно-минеральные комплексы из растительного сырья // *Профилактическая медицина как научно-практическая основа сохранения и укрепления здоровья населения*. Нижний Новгород. 2014. С 55–58 [Filippova O. N., Gruzdeva A. E., Rakhmanov R. S. Micronutrient concentration technology that allows creating vitamin-mineral complexes from plant materials. *Preventive medicine as a scientific and practical basis for maintaining and strengthening public health*. Nizhny Novgorod, 2014, pp. 55–58 (in Russ.)].
 15. Елисеева Л. Г., Блинникова О. М. Плоды аронии черноплодной – источник витаминно-минеральных комплексов // *Пищевая промышленность*. 2023. № 4. С. 28–29 [Eliseeva L. G., Blinnikova O. M. Black chokeberry fruits – a source of vitamin-mineral complexes. *Food industry*, 2023, No. 4, pp. 28–29 (in Russ.)].
 16. Миневиц И. Э. Функциональная значимость семян льна и практика их использования в пищевых технологиях // *Health, Food & Biotechnology*. 2019. Т. 1, № 2. С. 97–120 [Minevich I. E. Functional significance of flax seeds and the practice of their use in food technologies. *Health, Food & Biotechnology*, 2019, Vol. 1, No. 2, pp. 97–120 (in Russ.)]. doi: 10.36107/hfb.2019.i2.s224.
 17. Елисеева Л. Г., Тарантул А. Морковь (лат. *Daucus carota* subsp. *sativus*) // *Journal.edaplus.info – Журнал здорового питания и диетологии*. 2018. № 6(4). С. 44–54 [Eliseeva L. G., Tarantula A. Carrot (lat. *Daucus carota* subsp. *sativus*). *Journal.edaplus.info – Journal of Healthy Nutrition and Dietetics*, 2018, No. 6(4), pp. 44–54 (in Russ.)].
 18. Елисеева Л. Г., Ямпольский А. Брокколи (*Brassica oleracea* Broccoli Group) // *Journal.edaplus.info – Журнал здорового питания и диетологии*. 2020. Т. 11, № 1. С. 12–24 [Eliseeva L. G., Yampolsky A. Broccoli (*Brassica oleracea* Broccoli Group). *Journal.edaplus.info – Journal of Healthy Nutrition and Dietetics*, 2020, Vol. 11, No. 1, pp. 12–24 (in Russ.)].
 19. Кароматов И. Д., Ашурова Н. Г., Амонов М. К. У. Ламинария, морская капуста // *Электронный научный журнал «Биология и интегративная медицина*. 2017. № 2. С. 194–213 [Karomatova I. D., Ashurova N. G., Amonov M. K. U. Laminaria, seaweed // *Electronic scientific journal “Biology and integrative medicine*, 2017, No. 2, pp. 194–213 (in Russ.)].
 20. Азаров И. И., Бутаков С. С., Жолус Б. И. Физиолого-гигиенические требования к водоснабжению военнослужащих в Арктической зоне // *Военно-медицинский журнал*. 2016. № 10. С. 44–51 [Azarov I. I., Butakov S. S., Zholus B. I. Physiological and hygienic requirements for water supply of military personnel in the Arctic zone. *Military Medical Journal*, 2016, No. 10, pp. 44–51 (in Russ.)].