



Гигиеническая оценка содержания нитратов в овощной продукции и оценка их влияния на здоровье населения

Д.А. Степовая¹, Т.Н. Унгуряну¹, А.В. Пуцер¹, Д.А. Буркова¹, А.А. Ушаков²

¹ ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России,
Троицкий пр., д. 51, г. Архангельск, 163000, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» Минздрава России,
пр. Ленина, д. 40, г. Барнаул, 656038, Российская Федерация

Резюме

Введение. Повышенное содержание нитратов в овощной продукции оказывает негативное влияние на здоровье человека.

Цель исследования: изучить содержание нитратов в овощной продукции и оценить их влияние на здоровье взрослого и детского населения Архангельской области.

Материалы и методы. По данным протоколов исследований изучено содержание нитратов в овощной продукции, произведенной на территории Архангельской области ($n = 5909$), в других регионах РФ ($n = 2188$) и странах СНГ ($n = 800$). С помощью анкетирования получены данные о потреблении овощей детским ($n = 390$) и взрослым ($n = 302$) населением. Рассчитаны дозы и коэффициенты опасности (HQ) для различных сценариев воздействия. Для описания данных применялись медиана и 90-й процентиль. Сравнение содержания нитратов в овощах в зависимости от места производства проводилось с помощью двухвыборочного критерия Вилкоксона и критерия Краскела – Уоллиса.

Результаты. По содержанию нитратов в овощной продукции, выращенной на территории Архангельской области, группы овощей располагаются в следующем убывающем порядке: листовые овощи > свекла > кабачки > капуста > огурцы > картофель > морковь > лук репчатый > перец сладкий > томаты. Среди группы листовых овощей наибольшие концентрации нитратов установлены в рукколе (1830 мг/кг), сельдерее (1790 мг/кг), мелиссе (1750 мг/кг) и базилике (1710 мг/кг). Для взрослого населения наибольший вклад в дозовую нагрузку нитратами вносят свекла (38–58 %) и огурцы (19–23 %), для детей – кабачки (18–45 %) и картофель (10–16 %). В зависимости от сценария воздействия значения суммарных HQ варьируют для взрослых (0,80–7,60) и детей (1,13–11,16).

Заключение. При высоком уровне содержания нитратов и высоком уровне потребления овощной продукции существует повышенный риск развития общетоксических эффектов для детского и взрослого населения.

Ключевые слова: нитраты, овощная продукция, овощи, коэффициент опасности, оценка риска, Архангельская область.

Для цитирования: Степовая Д.А., Унгуряну Т.Н., Пуцер А.В., Буркова Д.А., Ушаков А.А. Гигиеническая оценка содержания нитратов в овощной продукции и оценка их влияния на здоровье населения // Здоровье населения и среда обитания. 2026. Т. 34. № 1. С. 79–88. doi: 10.35627/2219-5238/2026-34-1-79-88

Hygienic Assessment of Nitrate Levels in Vegetable Products and Their Impact on Population Health

Daria A. Stepovaia,¹ Tatiana N. Unguryanu,¹ Artur V. Putzer,¹ Diana A. Burkova,¹ Alexander A. Ushakov²

¹ Northern State Medical University, 51 Troitsky Avenue, Arkhangelsk, 163000, Russian Federation

² Altai State Medical University, 40 Lenin Avenue, Barnaul, 656038, Russian Federation

Summary

Introduction: Elevated nitrate levels in vegetable products have a negative impact on human health.

Objective: To study the nitrate content of vegetable products and assess their health effects in the adult and child population of the Arkhangelsk Region.

Materials and Methods: We used laboratory test reports to study the nitrate content of vegetable products produced in the Arkhangelsk Region ($n = 5,909$), other regions of the Russian Federation ($n = 2,188$), and CIS countries ($n = 800$). We also conducted a questionnaire-based survey to establish vegetable consumption by children ($n = 390$) and adults ($n = 302$) and calculated doses and hazard quotients (HQ) for different exposure scenarios. Median and 90th percentile were applied to describe the data. Nitrate levels in vegetables by origin were compared using the two-sample Wilcoxon test and the Kruskal-Wallis test.

Results: Vegetables grown in the Arkhangelsk Region were ranked based on their nitrate content in descending order as follows: leafy vegetables, beetroot, zucchini, cabbage, cucumbers, potatoes, carrots, onions, sweet peppers, and tomatoes. Among leafy vegetables, the highest nitrate concentrations were found in arugula (1,830 mg/kg), celery (1,790 mg/kg), lemon balm (1,750 mg/kg), and basil (1,710 mg/kg). Beetroot (38–58 %) and cucumbers (19–23 %) were found to contribute the most to the nitrate intake in the adult population while zucchini (18–45 %) and potatoes (10–16 %) – to that in children. Total hazard quotients were in the range of 0.80–7.60 and 1.13–11.16 for adults and children, respectively, depending on the exposure scenario.

Conclusion: High nitrate levels combined with high consumption rates of vegetable products pose an increased risk of systemic toxic effects for children and adults.

Keywords: Nitrates, vegetable products, vegetables, hazard quotient, risk assessment, Arkhangelsk region.

Cite as: Stepovaia DA, Unguryanu TN, Putzer AV, Burkova DA, Ushakov AA. Hygienic assessment of nitrate levels in vegetable products and their impact on population health. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2026;34(1):79–88. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2026-34-1-79-88

Введение. Плодоовощная продукция является важным компонентом питания населения. Согласно рекомендациям ВОЗ, регулярное потребление 400 грамм овощей (5 порций по 80–100 граммов), восполняет дефицит макро- и микронутриентов, способствует профилактике многих неинфекционных заболеваний, включая болезни органов кровообращения, злокачественные новообразования, болезни эндокринной системы и другие¹ [1]. Однако при высоком содержании нитратов потребление плодоовощной продукции может представлять риск здоровью населения [2].

Нитраты (HNO_3) являются естественными компонентами растений, необходимыми для их роста. Содержание нитратов в растениях зависит от многих факторов: биологических особенностей выращиваемых культур, условий их произрастания, продолжительности вегетационного периода, характеристик почвы, сезона сбора урожая, типа и количества азотсодержащих удобрений, используемых при выращивании сельскохозяйственных культур. Нарушение агротехнических технологий и превышение внесения рекомендованных доз удобрений способствуют накоплению нитратов в растениеводческой продукции [3–6].

Во многих исследованиях установлены концентрации нитратов в плодоовощной продукции, превышающие допустимые уровни более чем в 1,5 раза [7]. По данным Роспотребнадзора, на территории Российской Федерации в 2023 году удельный вес проб плодоовощной продукции, не соответствующей гигиеническим нормативам по содержанию нитратов, составил менее 1 %, при этом основными источниками загрязнения стали свежая плодоовощная продукция и овощные консервы².

Избыточное поступление нитратов в организм человека приводит к нарушениям работы гормональной системы – снижению синтеза гормонов щитовидной железы и уменьшению чувствительности поджелудочной железы к инсулину, что повышает риск развития сахарного диабета [8]. В желудочно-кишечном тракте под воздействием микрофлоры нитраты восстанавливаются до нитритов, которые обладают более токсичными свойствами. Нитриты участвуют в процессе образования метгемоглобина, способны вступать в реакцию с аминными соединениями и образовывать N-нитрозамины, которые обладают канцерогенными свойствами [2–4].

В исследованиях, проведенных на территории Архангельской области (АО), было установлено, что плодоовощная продукция, потребляемая населением, характеризуется высоким содержанием нитратов в отдельных овощах, однако оценка риска здоровью населения не проводилась [9].

Цель исследования – изучить содержание нитратов в плодоовощной продукции и оценить ее влияние на здоровье взрослого и детского населения.

Материалы и методы. Изучение содержания нитратов в плодоовощной продукции проведено с использованием данных протоколов лабораторных исследований ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области и Ненецком автономном округе» за 2003–2022 гг. и ФГБУ «Станция агрохимической службы "Архангельская"» за 2018–2023 гг. Всего проанализировано 8897 проб плодоовощной продукции: листовые овощи ($n = 425$), кабачки ($n = 93$), капуста ($n = 1090$), картофель ($n = 2715$), лук репчатый ($n = 632$), морковь ($n = 1506$), огурцы ($n = 545$), перец ($n = 113$), свекла ($n = 1375$), томаты ($n = 403$).

Для оценки количества и частоты потребления овощной продукции было проведено поперечное исследование методом анкетирования. Исследование проводилось среди взрослого и детского населения, постоянно проживающего на территории АО. Было опрошено 302 человека в возрасте 18 лет и старше и 390 детей школьного возраста (7–17 лет). Опрос проводился в период с июня 2023 г. по май 2024 г. Опрос детей проводили в общеобразовательных учреждениях, взрослого населения – на предприятиях и в организациях. Для детей в возрасте от 7 до 10 лет данные о потреблении овощной продукции получены при опросе родителей. Медианный возраст опрошенных взрослых составил 32 года (P_{25-75} : 20–41 лет), детей – 12 лет (P_{25-75} : 8–14 лет). Медианная масса тела взрослых составила 68 кг (P_{25-75} : 55–80 кг), детей – 38 кг (P_{25-75} : 26–49 кг). Расчет необходимого объема выборок выполнен в EpiInfo (TM) 3.4.1 при условии, что альфа-ошибка составит 0,05, статистическая мощность будет равна 80 % и частота ожидаемого ответа окажется 50 %. Требуемый минимальный размер выборки составил 300 человек для каждой группы (взрослое и детское население). Анкетирование проводилось очно с использованием печатных анкет по частотному потреблению пищевых продуктов [10]. При анкетировании для указания респондентами более точного размера порций использовался разработанный нами «Альбом порций и блюд из овощей», содержащий цветные фотографии порций с указанием их объема или массы.

Расчеты уровней риска здоровью населения, связанного с контаминацией нитратами, выполнены в соответствии с «Руководством по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания»³ и методическими указаниями «Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население»⁴. Оценка количественной меры экспозиции нитратами проведена с использованием формулы (1):

$$E_{xp} = \frac{\sum(C_i \times M_i)}{BW}, \quad (1)$$

¹ World Health Organization. Carbohydrate Intake for Adults and Children: WHO Guideline. Geneva: World Health Organization, 2023.

² О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2023 году: Государственный доклад. Москва: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2024. 364 с.

³ Р 2.1.10.3968–23 «Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания». М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2023. 320 с.

⁴ МУ 2.3.7.2519–09 «Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население». М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. 27 с.

где E_{xp} – доза нитратов, мг/кг массы тела в день;
 C_i – концентрация нитратов в конкретной группе овощей, мг/кг;

M_i – масса потребления конкретной группы овощей, кг/день;

BW – масса тела (38 кг для детей и 68 кг для взрослых по данным анкетирования).

Оценка риска развития общетоксических эффектов при пероральном поступлении нитратов с овощами проведена путем расчета коэффициентов опасности (HQ), определяемых как отношение дозы воздействия химического вещества к его референтному уровню, по формуле (2):

$$HQ_i = \frac{E_{xp}}{RfDo}, \quad (2)$$

где HQ_i – коэффициент опасности воздействия нитратов конкретной группы овощей;

E_{xp} – доза нитратов, мг/кг массы тела в день;

$RfDo$ – референтная доза при пероральном поступлении нитратов (1,6 мг/кг/день).

Значения HQ , не превышающие 1,0, рассценивались как допустимые, от 1,1 до 3,0 – настораживающие, более 3,0 – высокий риск развития общетоксических эффектов. Дозы поступления нитратов, загрязняющих плодоовощную продукцию, были рассчитаны по четырем сценариям. В первом сценарии расчет дозовой нагрузки проведен на основании медианы (Me) содержания нитратов и Me потребления плодоовощной продукции. Во второй сценарий были включены содержание нитратов на уровне 90-го перцентиля (P_{90}) и Me потребления овощей. В третьем сценарии расчет произведен на уровне Me содержания нитратов и P_{90} потребления овощей. Для четвертого сценария использованы концентрации нитратов и потребление овощей на уровне P_{90} . Для учета сочетанного действия нитратов, поступающих в организм при потреблении всех групп овощей, рассчитан суммарный коэффициент опасности по формуле (3):

$$THQ = \sum HQ_i, \quad (3)$$

где THQ – суммарный коэффициент опасности по всем группам овощей;

HQ_i – коэффициент опасности воздействия нитратов конкретной группы овощей.

Качественные данные описаны в виде абсолютных значений, относительных частот (%) и 95 % доверительных интервалов для доли (95 % ДИ). Для проверки распределения количественных данных использован статистический критерий Колмогорова – Смирнова. Поскольку распределение концентраций нитратов отличалось от нормального, для их описания применялись медиана (Me) и 90-й перцентиль (P_{90}). Для проверки нулевых гипотез о равенстве медианных значений между двумя группами применялись двухвыборочный критерий Вилкоксона, между тремя группами – критерий Краскела – Уоллиса (критический уровень статистической значимости принимали равным 0,05). При выполнении попарных сравнений с помощью двухвыборочного критерия Вилкоксона выполнена коррекция на критический уровень статистической значимости ($p = 0,017$).

Статистический анализ данных выполнен с использованием программного обеспечения Stata версии 18.0.

Результаты. Медианные концентрации нитратов для всех исследуемых групп овощей не превышали ПДУ, за исключением кабачков, произведенных в странах СНГ и дальнего зарубежья. Содержание нитратов на уровне P_{90} превышало ПДУ в кабачках и огурцах, выращенных на территории АО (в 2,5 и 1,8 раза соответственно), в других регионах РФ (в 2 и 2,4 раза соответственно), странах СНГ и дальнего зарубежья (в 3,8 и 1,7 раза соответственно). Установлено превышение ПДУ для нитратов на уровне P_{90} в листовых овощах и свекле, произведенных на территории других регионов РФ, в 2 и 1,3 раза соответственно. Содержание нитратов на уровне P_{90} в капусте поздней и томатах, выращенных на территории стран СНГ и дальнего зарубежья, превышало ПДУ в 1,7 и 1,5 раза соответственно. Выявлены статистически значимые различия по содержанию нитратов в листовых овощах ($p < 0,001$) и картофеле ($p < 0,001$), выращенных в АО, других регионах РФ, странах СНГ и дальнего зарубежья (см. табл. 1). Содержание нитратов в листовых овощах, выращенных в АО, в 3 раза статистически значимо выше по сравнению с другими регионами РФ ($p = 0,003$), странами СНГ и дальнего зарубежья ($p < 0,001$). Медианная концентрация нитратов в картофеле, произведенном на территории АО, в 1,2 и 1,4 раза выше, чем в картофеле из других регионов РФ ($p = 0,003$) и зарубежных стран ($p = 0,017$) соответственно.

По медианному содержанию нитратов в плодоовощной продукции, выращенной на территории АО, группы овощей располагаются в следующем убывающем порядке: листовые овощи > свекла > кабачки > капуста (ранняя и поздняя) > огурцы (открытый и закрытый грунт) > картофель > морковь > лук репчатый > перец сладкий > томаты (открытый и закрытый грунт). Группы овощей, выращенных на территории АО, по содержанию нитратов на уровне P_{90} проранжированы в следующем убывающем порядке: листовые овощи > свекла > кабачки > капуста (ранняя и поздняя) > огурцы (открытый и закрытый грунт) > морковь > картофель > перец сладкий > томаты (открытый и закрытый грунт) > лук репчатый.

На уровне Me содержание нитратов в листовых овощах, выращенных в АО (1080 мг/кг), превышает аналогичные показатели других регионов РФ (291 мг/кг) и стран СНГ и дальнего зарубежья (357 мг/кг) в 3,7 и 3 раза соответственно ($p = 0,001$). Концентрация нитратов в картофеле на уровне Me , выращенном в АО (74 мг/кг), на 18 % ниже, чем в картофеле из других регионов РФ (90 мг/кг), и на 27 % ниже, чем в картофеле из стран СНГ и дальнего зарубежья (101 мг/кг) ($p = 0,001$).

Сравнение концентраций нитратов в зависимости от срока сбора урожая показало, что в АО медианное содержание нитратов в ранних сортах капусты на 38,3 % выше по сравнению с поздними сортами капусты: 167 мг/кг ($p < 0,001$).

Таблица 1. Концентрации нитратов в плодовоовощной продукции (мг/кг) за 2003–2023 гг. в зависимости от места производства**Table 1. Nitrate concentrations (mg/kg) in vegetables by origin, 2003–2023**

Группы овощей / Vegetables	Архангельская область / Arkhangelsk Region			Другие регионы РФ / Other regions of Russia			Страны СНГ и дальнего зарубежья / CIS and other foreign countries			p^*	ПДУ / MPL** (mg/kg)
	n	Me	P_{90}	n	Me	P_{90}	n	Me	P_{90}		
Листовые овощи / Leaf vegetables	373	1080 ^a	1830	23	291	4104	29	357	1348	0,001	2000
Кабачки / Zucchini	44	250	1007	32	298	800	17	505	1525	0,175	400
Капуста ранняя / Early cabbage	187	231	737	161	282	819	52	238	731	0,353	900
Капуста поздняя / Late cabbage	326	167	461	273	183	425	91	180	829	0,908	500
Картофель / Potatoes	2229	74 ^b	189	417	90	206	69	101	227	0,001	250
Лук репчатый / Bulb onions	224	38	81	223	38	76	185	36	70	0,838	80
Морковь ранняя / Early carrots	245	85	222	81	80	183	21	63	288	0,612	400
Морковь поздняя / Late carrots	882	73	220	187	70	206	90	83	194	0,629	250
Огурцы / Cucumbers	57	95	281	84	127	366	18	115	253	0,355	150
Огурцы (защищенный грунт) / Greenhouse cucumbers	172	180	397	183	148	366	31	88	366	0,149	400
Перец сладкий / Sweet peppers	17	48	190	49	46,1	183	47	31,9	116	0,397	200
Свекла / Beetroot	1085	460	1399	250	510	1877	40	594	1432	0,193	1400
Томаты / Tomatoes	21	37	128	107	38	98	40	52	224	0,639	150
Томаты (защищенный грунт) / Greenhouse tomatoes	47	40	124	118	37	138	70	37	104	0,937	300

Примечания: Me – медиана; P_{90} – 90-й процентиль; * достигнутый уровень статистической значимости по Краскелу – Уоллису; **ПДУ – предельно допустимый уровень. ^a $p = 0,003$ при сравнении АО и других регионов РФ; $p < 0,001$ при сравнении АО и стран СНГ и дальнего зарубежья. ^b $p = 0,003$ при сравнении АО и других регионов РФ; $p = 0,017$ при сравнении АО и стран СНГ и дальнего зарубежья.

Notes: Me – median; P_{90} – 90th percentile; * achieved level of statistical significance according to the Kruskal–Wallis test. **MPL maximum permissible level; ^a $p = 0.003$ for comparison between the Arkhangelsk Region and other Russian region; $p < 0.001$ for comparison between the Arkhangelsk Region and CIS and other foreign countries; ^b $p = 0.003$ for comparison between the Arkhangelsk Region and other Russian regions; $p = 0.017$ for comparison between the Arkhangelsk Region and CIS and other foreign countries.

Среди группы листовых овощей, выращенных на территории АО, наибольшие медианные концентрации нитратов (более 1700 мг/кг) установлены в рукколе (1830 мг/кг), сельдерее (1790 мг/кг), мелиссе (1750 мг/кг) и базилике (1710 мг/кг). На уровне P_{90} наиболее высокие концентрации нитратов (выше 1900 мг/кг) выявлены в пробах рукколы (3210 мг/кг) и сельдерея (1960 мг/кг). Превышение ПДУ (2000 мг/кг) в 1,6 раза установлено в пробах рукколы (3210 мг/кг). Медианное содержание

нитратов в листовых овощах, выращенных на территории АО, находится в следующем убывающем порядке: руккола > сельдерей > мелисса > базилик > мангольд > кинза > салат листовой > укроп > мята > петрушка > шпинат (см. табл. 2).

Большая часть респондентов (96 %) приобретают овощи в магазине (95 % ДИ: 93–97), 40 % (95 % ДИ: 32–43) респондентов употребляют овощи, выращенные на приусадебных участках в АО, 30 % покупают овощи на рынке (95 % ДИ: 23–34).

Таблица 2. Концентрации нитратов в листовых овощах, выращенных на территории Архангельской области за 2018–2023 гг. (мг/кг)**Table 2. Nitrate concentrations (mg/kg) in leaf vegetables grown in the Arkhangelsk Region, 2018–2023**

Листовые овощи / Leaf vegetables	n	Me	P_{90}
Базилик / Basil	23	1710	1830
Укроп / Dill	44	990	1830
Петрушка / Parsley	47	780	1770
Сельдерей / Celery	23	1790	1960
Салат листовой / Lettuce	44	1055	1790
Мята / Mint	5	950	1810
Мелисса / Lemon balm	19	1750	1830
Мангольд / Swiss chard	15	1510	1850
Руккола / Rocket	37	1830	3210
Шпинат / Spinach	32	490	1830
Кинза / Coriander	22	1455	1830

Примечания: Me – медиана; P_{90} – 90-й процентиль.

Notes: Me – median; P_{90} – 90th percentile.

Респонденты, потребляющие овощи, в среднем употребляют их в следующем объеме: листовые овощи – 7 г/день, кабачки – 8 г/день, перец – 16 г/день, капуста – 17 г/день, морковь – 18 г/день, томаты – 26 г/день, лук – 36 г/день, свекла – 100 г/день, картофель – 70 г/день и огурцы – 125 г/день. Потребление кабачков, моркови и перца на уровне P_{90} превышает медианное потребление в 7–8 раз. Потребление огурцов на уровне P_{90} составляет 450 г в день, что в 3,6 раза больше, чем их медианное потребление. Для картофеля потребление на уровне P_{90} в 3,3 раза выше, чем медианное (232 г/день). Потребление свеклы выше в 2,5 раза по сравнению с медианным значением (см. табл. 3).

В группе детей потребление овощей составляет: листовые овощи – 15 г/день, кабачки – 50 г/день, перец – 10 г/день, капуста – 30 г/день, морковь – 20 г/день, томаты – 30 г/день, лук – в незначительных количествах, свекла – 20 г/день, картофель – 150 г/день, огурцы – 75 г/день. На уровне P_{90} потребление кабачков возрастает в 6 раз по сравнению со средним значением и достигает 300 г/день. Потребление картофеля на уровне P_{90} составляет 390 г/день, что превышает медианный показатель потребления в 2,6 раза. Потребление свеклы увеличивается в 2,5 раза (50 г/день). Потребление огурцов на уровне P_{90} составляет 165 г/день, что превышает медианное значение в 2,2 раза. Потребление капусты и томатов на уровне P_{90} составляет по 150 г/день, что в 5 раз превышает их медианное потребление.

Анализ дозы поступления нитратов для взрослого населения АО показал, что при всех сценариях воздействия наибольший вклад в дозовую нагрузку вносят свекла 0,67–5,12 мг/кг/день (38–58 %) и огурцы 0,27–2,44 мг/кг/день (19–23 %). Для детского населения АО при первом сценарии воздействия основной вклад в дозовую нагрузку вносят листо-

вые овощи (0,43 мг/кг/день; 23,5 %). При втором, третьем и четвертом сценариях наибольший вклад в дозовую нагрузку вносят кабачки – 1,97 мг/кг/день (34,0 %), 1,33 мг/кг/день (26,6 %), 7,95 мг/кг/день (44,5 %) соответственно.

HQ , рассчитанные для детского и взрослого населения на основании Me содержания нитратов и Me потребления овощей (первый сценарий), не превышают 1,0 для всех видов овощей, что соответствует допустимому уровню риска. При втором сценарии воздействия значения HQ , превышающие 1,0, установлены для детского населения при потреблении кабачков. У взрослого населения при втором и третьем сценариях воздействия значения HQ , превышающие 1,0, выявлены при потреблении свеклы. У детского населения при потреблении овощей и содержании нитратов на уровне P_{90} (четвертый сценарий) повышенные уровни HQ обусловлены экспозицией нитратов, содержащихся в кабачках, капусте, картофеле, огурцах, свекле, у взрослого населения – потреблением огурцов и перца (см. табл. 4).

Суммарный HQ для детского населения при втором ($THQ = 3,62$), третьем ($THQ = 3,12$) и четвертом ($THQ = 11,16$) сценариях воздействия соответствует высокому риску развития общетоксических эффектов. У взрослого населения суммарный HQ при втором ($THQ = 2,74$) и третьем ($THQ = 2,22$) сценариях воздействия находится на уровне настораживающего риска, при четвертом сценарии ($THQ = 7,60$) воздействия формируется высокий риск развития общетоксических эффектов.

Обсуждение. В данном исследовании проведена оценка риска развития общетоксических эффектов для здоровья населения АО, обусловленных воздействием нитратов, содержащихся в плодово-овощной продукции. Установлено, что медианные

Таблица 3. Потребление плодовоовощной продукции населением Архангельской области, г/день
Table 3. Vegetable intake in the population of the Arkhangelsk Region, g/day

Группы овощей / Vegetables	Детское население / Child population		Взрослое население / Adult population	
	Me	P_{90}	Me	P_{90}
Листовые овощи / Leaf vegetables	15	30	7	38
Кабачки / Zucchini	50	300	8	61
Капуста (ранняя и поздняя) / Cabbage (early and late)	30	150	17	110
Картофель / Potatoes	150	390	70	232
Лук репчатый / Bulb onions	–	–	36	75
Морковь (ранняя и поздняя) / Carrots (early and late)	20	30	18	143
Огурцы (открытый и закрытый грунт) / Cucumbers (open field and greenhouse)	75	165	125	450
Перец сладкий / Sweet peppers	10	20	16	107
Свекла / Beetroot	20	50	100	250
Томаты (открытый и закрытый грунт) / Tomatoes (open field and greenhouse)	30	150	26	150

Примечания: Me – медиана; P_{90} – 90-й процентиль. Медианный возраст опрошенных взрослых респондентов составил 32 года (P_{25-75} : 20–41 лет), детей – 12 лет (P_{25-75} : 8–14 лет). Лук репчатый не оценен.

Notes: Me – median; P_{90} – 90th percentile. The median age of the adult respondents was 32 years (P_{25-75} : 20–41 years), and that of children was 12 years (P_{25-75} : 8–14 years). Onion (bulb) was not assessed.

Таблица 4. Коэффициенты опасности при воздействии нитратов, содержащихся в плодоовощной продукции

Table 4. Hazard quotients for exposure to nitrates in vegetables

Группы овощей / Vegetables	Коэффициенты опасности (HQ) / Hazard quotients (HQ)			
	1-й сценарий / Scenario 1	2-й сценарий / Scenario 2	3-й сценарий / Scenario 3	4-й сценарий / Scenario 4
Детское население / Child population				
Листовые овощи / Leaf vegetables	0,27	0,53	0,45	0,90
Кабачки / Zucchini	0,21	1,23	0,83	4,97
Капуста (ранняя и поздняя) / Cabbage (early and late)	0,09	0,45	0,29	1,43
Картофель / Potatoes	0,18	0,47	0,47	1,21
Морковь (ранняя и поздняя) / Carrots (early and late)	0,02	0,04	0,07	0,11
Огурцы (открытый и закрытый грунт) / Cucumbers (open field and greenhouse)	0,19	0,41	0,46	1,00
Перец сладкий / Sweet peppers	0,01	0,02	0,03	0,06
Свекла / Beetroot	0,15	0,38	0,46	1,15
Томаты (открытый и закрытый грунт) / Tomatoes (open field and greenhouse)	0,02	0,09	0,06	0,32
Суммарный / Total hazard quotient	1,13	3,62	3,12	11,16
Взрослое население / Adult population				
Листовые овощи / Leaf vegetables	0,07	0,37	0,12	0,63
Кабачки / Zucchini	0,02	0,14	0,07	0,56
Капуста (ранняя и поздняя) / Cabbage (early and late)	0,03	0,18	0,09	0,58
Картофель / Potatoes	0,05	0,16	0,12	0,40
Лук репчатый / Bulb onions	0,01	0,03	0,03	0,06
Морковь (ранняя и поздняя) / Carrots (early and late)	0,01	0,10	0,04	0,29
Огурцы (открытый и закрытый грунт) / Cucumbers (open field and greenhouse)	0,17	0,62	0,42	1,52
Перец сладкий / Sweet peppers	0,01	0,05	0,03	0,19
Свекла / Beetroot	0,42	1,05	1,28	3,20
Томаты (открытый и закрытый грунт) / Tomatoes (open field and greenhouse)	0,01	0,05	0,03	0,18
Суммарный / Total hazard quotient	0,80	2,74	2,22	7,60

концентрации нитратов для всех исследуемых групп овощей не превышали ПДУ, за исключением кабачков, произведенных в странах СНГ и дальнего зарубежья.

Уровень содержания нитратов в овощах зависит от их вида, сорта, размера, времени года, места и условий выращивания [7]. Распределение нитратов по частям растений неоднородно, преимущественно они накапливаются в корнях, корнеплодах, стеблях, черешках, кожуре, в то время как в плодах их содержание значительно ниже. В процессе созревания овощей уровень нитратов в них постепенно снижается, однако переросшие корнеплоды столовой свеклы массой более 400 г и кабачки часто содержат повышенные уровни нитратов [11, 12]. Во многих исследованиях продемонстрированы высокие концентрации нитратов в свекле по сравнению с другими овощными культурами. Анализ содержания нитратов в свекле, выполненный в Саратове (380–570 мг/кг) [13], Рязани (433–778 мг/кг) [14], Алтайском крае (678 мг/кг) [15], Республике Бурятия (757,6–1177,2 мг/кг) [16], показал, что концентрация нитратов в свекле выше, чем в других овощах. В нашем исследовании ме-

дианное содержание нитратов в свекле (460 мг/кг) превышало концентрации нитратов в кабачках и картофеле в 2 и 6 раз соответственно. Исключение составили листовые овощи, в которых содержание нитратов (1080 мг/кг) было выше, чем в свекле, в 2,3 раза. Среди листовых овощей, произведенных на территории АО, наибольшее содержание нитратов установлено в рукколе (3210 мг/кг). Аналогичные результаты получены в Италии, где содержание нитратов в рукколе (4415 мг/кг) и листовом салате (1079 мг/кг) было самым высоким по сравнению с другими исследованными листовыми овощами [2, 17]. Содержание нитратов в овощах варьируется в зависимости от сезона и времени сбора урожая. Согласно данным, ранние овощи содержат более высокие концентрации нитратов по сравнению с поздними [18]. Сравнение концентраций нитратов в зависимости от срока сбора урожая показало, что в АО среднее содержание нитратов в ранних сортах капусты на 38,3 % выше по сравнению с поздними сортами капусты 167 мг/кг ($p < 0,001$).

Оценка дозовой нагрузки нитратами при потреблении овощей взрослым населением АО

показала, что наибольший вклад в суммарную экспозицию вносят свекла 0,67–5,12 мг/кг/день (38–58 %) и огурцы 0,27–2,44 мг/кг/день (19–23 %), что согласуется с результатами, полученными в Оренбургской области, где свекла и огурцы обуславливают наибольший уровень экспозиции нитратами (28,3 и 9,8 % соответственно) [19]. В исследовании, проведенном в Казахстане, наибольший вклад в экспозицию вносил картофель (61,2 %), удельный вес огурцов в дозовой нагрузке нитратами составил 9,4 % [20].

В настоящем исследовании рассчитанные *HQ* при потреблении плодоовощной продукции, произведенной на территории АО, на уровне *Me* и медианном уровне содержания нитратов в ней не превышают допустимых значений. При высоком уровне содержания нитратов (P_{90}) и высоком уровне потребления овощей (P_{90}) выявлен повышенный риск развития общетоксических эффектов для детского и взрослого населения. Риск, рассчитанный по четвертому сценарию («наихудшему»), предполагает потребление исследуемых овощей и содержание в них нитратов на уровне 90-го процентиля. Такое большое количество потребления исследуемых овощей является редким, особенно детьми (например, 300 г кабачков за сутки для детей, 450 г огурцов за сутки для взрослых). В исследованиях, выполненных в Приморском крае [21], Алтайском крае [15], Иркутской [22], Саратовской [23] и Воронежской областях [24], Казахстане [20], рассчитанные *HQ* для нитратов в продуктах у взрослого населения не превышали 1,0. У детского населения значения *HQ* для нитратов в продуктах в Воронежской [24] и Иркутской областях [22] составили 4,5 и 4,0 соответственно.

С целью снижения риска общетоксических эффектов при воздействии нитратов, поступающих в организм с овощной продукцией, следует ограничивать потребление овощей с высокой способностью к накоплению нитратов – свеклы, кабачков, листовых овощей, особенно в весенне-летний период, когда на рынок поступают преимущественно тепличные культуры [2, 4]. Предпочтение следует отдавать томатам, сладкому перцу, зрелым плодам капусты, в которых содержание нитратов, как правило, существенно ниже. Значительное снижение нитратной нагрузки возможно при термической обработке овощей. Варка способствует удалению части нитратов за счет их перехода в воду, тогда как жарка и обработка в микроволновой печи приводят к повышению концентрации нитратов из-за потери влаги [25]. Рекомендуется удалять те части растений, в которых концентрация нитратов максимальна: кожуру, стебли, черешки, сердцевину корнеплодов [7]. При реализации продукции с личных подсобных хозяйств необходимо обеспечить лабораторный контроль за содержанием нитратов. Требуется проведение просветительской работы среди населения о потенциальных рисках потребления продукции с высоким содержанием нитратов и способах их снижения. Основным ограничением настоящего исследования является включение в анализ данных о содержании нитратов в овощной

продукции за продолжительный временной период (2003–2023) без учета возможных изменений в агротехнологиях, используемых сортах, методах анализа. Дополнительным ограничением является отсутствие информации о происхождении потребляемых овощей при расчете уровня экспозиции: данные анкетирования не позволили дифференцировать продукцию в зависимости от источника поступления (магазин, рынок, личное подсобное хозяйство). Кроме того, в исследование не были включены дети младше 7 лет, в том числе наиболее уязвимая к нитратам группа – дети 0–3 лет. В связи с этим полученные результаты оценки экспозиции и риска применимы к детям школьного возраста и не могут быть экстраполированы на дошкольников.

Заключение. По медианному содержанию нитратов в овощной продукции, выращенной на территории АО, группы овощей располагаются в следующем убывающем порядке: листовые овощи > свекла > кабачки > капуста (ранняя и поздняя) > огурцы (открытый и закрытый грунт) > картофель > морковь > лук репчатый > перец сладкий > томаты (открытый и закрытый грунт). Основной вклад в дозовую нагрузку нитратами вносят свекла, огурцы и кабачки. При среднем потреблении овощной продукции, произведенной на территории АО, и среднем уровне содержания нитратов в ней риск развития общетоксических эффектов не превышает допустимый уровень. При высоком уровне содержания нитратов (P_{90}) и высоком уровне потребления овощей существует повышенный риск развития общетоксических эффектов для здоровья детского и взрослого населения. Полученные результаты подчеркивают необходимость проведения мониторинга содержания нитратов в овощной продукции, реализуемой на территории региона, особенно в отношении продукции с личных подсобных хозяйств, а также актуальность санитарно-просветительной работы, направленной на формирование у населения знаний о способах снижения экспозиции нитратов при потреблении овощей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kalmipourtzidou A, Eilander A, Talsma EF. Global vegetable intake and supply compared to recommendations: A systematic review. *Nutrients*. 2020;12(6):1558. doi: 10.3390/nu12061558
2. Karwowska M, Kononiuk A. Nitrates/nitrites in food-risk for nitrosative stress and benefits. *Antioxidants (Basel)*. 2020;9(3):241. doi: 10.3390/antiox9030241
3. Сабирова К.М., Кикун П.Ф., Кислицына Л.В. Оценка риска здоровью населения Приморского края, детерминированного контаминацией нитратами плодоовощной продукции местного производства // Дальневосточный медицинский журнал. 2019. № 1. С. 75–79.
4. Salehzadeh H, Maleki A, Rezaee R, Shahmoradi B, Ponnet K. The nitrate content of fresh and cooked vegetables and their health-related risks. *PLoS One*. 2020;15(1):e0227551. doi: 10.1371/journal.pone.0227551
5. Yousefi H, Douna BK. Risk of nitrate residues in food products and drinking water. *Asian Pac J Environ Cancer*. 2023;6(1):69–79. doi: 10.31557/apjec.2023.6.1.69–79

6. Dezhangah S, Nazari F, Kamali K, Hosseini MJ, Mehrasbi MR. A survey on nitrate level in vegetables to assess the potential health risks in Iran. *Int J Food Prop.* 2022;25(1):1958-1973. doi: 10.1080/10942912.2022.2117377
7. Hosseini MJ, Dezhangah S, Esmi F, Gharavi-Nakhjavani MS, Hashempour-Baltork F, Alizadeh AM. A worldwide systematic review, meta-analysis and meta-regression of nitrate and nitrite in vegetables and fruits. *Eco-toxicol Environ Saf.* 2023;257:114934. doi: 10.1016/j.ecoenv.2023.114934
8. Srouf B, Chazelas E, Druesne-Pecollo N, et al. Dietary exposure to nitrites and nitrates in association with type 2 diabetes risk: Results from the NutriNet-Santé population-based cohort study. *PLoS Med.* 2023;20(1):e1004149. doi: 10.1371/journal.pmed.1004149
9. Бузинов Р.В., Унгуряну Т.Н., Крутская К.В. и др. Изучение содержания нитратов в овощах для оценки риска здоровью населения // Анализ риска здоровью – 2021. Внешнесредовые, социальные, медицинские и поведенческие аспекты. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2021: материалы XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Пермь, 18–20 мая 2021 года. Т. 1. Пермь: Издательство Пермского национального исследовательского университета, 2021. С. 63–68.
10. Шептулина А.Ф., Джиоева О.Н., Киселев А.Р., Драпкина О.М. Выбор метода изучения фактического потребления пищи в зависимости от цели клинического исследования (обзор литературы) // Гигиена и санитария. 2023. Т. 102. № 3. С. 279–286. doi: 10.47470/0016-9900-2023-102-3-279-286
11. Nguyen NTT, Nguyen BX, Habibi N, et al. Effect of organic and synthetic fertilizers on nitrate, nitrite, and vitamin C levels in leafy vegetables and herbs. *Plants (Basel).* 2025;14(6):917. doi: 10.3390/plants14060917
12. Dodocioiu AM, Buzatu GD, Botu M. Nitrates and nitrites in vegetables and the health risk. *Foods.* 2025;14(17):3037. doi: 10.3390/foods14173037
13. Елисеев Ю.Ю., Чехомов С.Ю., Елисеева Ю.В. Гигиеническая оценка содержания нитратов в овощной продукции фермерских и личных подсобных хозяйств Саратовской области // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 3 (336). С. 52–56. doi: 10.35627/2219-5238/2021-336-3-52-56
14. Никулова Л.В., Сайтханов Э.О., Британ М.Н. Сравнительный анализ содержания нитратов в растительной продукции АПК // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2021. № 1(49). С. 39–45. doi: 10.36508/RSATU.2021.49.1.006
15. Салдан И.П., Швед О.И., Баландович Б.А. и др. Оценка уровней рисков при воздействии на организм человека нитратного компонента пищевого рациона // Анализ риска здоровью. 2018. № 2. С. 81–88. doi: 10.21668/health.risk/2018.4.09
16. Богданова О.Г., Ефимова Н.В., Багаева Е.Е., Тармаева Н.А. Оценка риска для здоровья населения, связанного с содержанием в растениеводческой продукции нитратов // Вопросы питания. 2021. Т. 90. № 3. С. 40–49. doi: 10.33029/0042-8833-2021-90-3-40-49
17. Roila R, Branciaro R, Staccini B, et al. Contribution of vegetables and cured meat to dietary nitrate and nitrite intake in Italian population: Safe level for cured meat and controversial role of vegetables. *Ital J Food Saf.* 2018;7(3):7692. doi: 10.4081/ijfs.2018.7692
18. Очерет Н.П., Тугуз Ф.В. Содержание нитратов в пищевых продуктах и их влияние на здоровье человека // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2018. № 2 (221). С. 86–92.
19. Тулина Л.М., Вьялина Н.Е., Макарова Т.М., Плотникова Е.Г., Неплохов А.А., Садчиков Г.В. Гигиеническая оценка содержания химических загрязнителей в продуктах питания и оценка риска воздействия пищевых продуктов на здоровье населения Оренбургской области // Анализ риска здоровью. 2014. № 1. С. 49–56.
20. Орымбетова Г.Э., Шамбулова Г.Д., Орымбетов Е.М., Касымова М.К., Кобжасарова З.И. Оценка содержания нитратов в овощах ЮКО (г. Шымкент) // Техника и технология пищевых производств. 2018. Т. 48. № 1. С. 150–155. doi: 10.21603/2074-9414-2018-1-150-155
21. Ананьев В.Ю., Кайсарова Н.А., Кикун П.Ф., Измайлова О.А., Трунова И.Е. Оценка риска воздействия на население химических загрязнителей в пищевых продуктах и питьевой воде // Здоровье населения и среда обитания. 2011. № 8(221). С. 30–34.
22. Тармаева И.Ю., Ефимова Н.В., Баглушкина С.Ю., Белых А.И. Контаминация пищевого сырья и пищевых продуктов в Иркутской области // Здоровье населения и среда обитания. 2017. № 10(295).
23. Елисеев Ю.Ю., Березин И.И., Пичугина Н.Н., Сергеев А.К. Уровни рисков для здоровья сельского населения, обусловленные нитратным загрязнением местной овощной продукции // Наука и инновации в медицине. 2021. Т. 6. № 4. С. 40–44. doi: 10.35693/2500-1388-2021-6-4-40-44
24. Клепиков О.В., Хатуаев Р.О., Истомин А.В., Румянцев Л.А. Региональные особенности питания населения и риск для здоровья, связанный с химической контаминацией пищевых продуктов // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 11. С. 1086–1091. doi: 10.18821/0016-9900-2016-95-11-1086-1091
25. Золотарева А.М., Зубарева Г.М., Быкова Е.А., Жамбалова Е.А., Фомина Л.В. Влияния способов термической обработки на содержание нитратов в овощной продукции // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2024. № 5 (88). С. 77–82. doi: 10.33979/2219-8466-2024-88-5-77-82

REFERENCES

1. Kalmpourtzidou A, Eilander A, Talsma EF. Global vegetable intake and supply compared to recommendations: A systematic review. *Nutrients.* 2020;12(6):1558. doi: 10.3390/nu12061558
2. Karwowska M, Kononiuk A. Nitrates/nitrites in food-risk for nitrosative stress and benefits. *Antioxidants (Basel).* 2020;9(3):241. doi: 10.3390/antiox9030241
3. Sabirova KM, Kiku PF, Kislitsina LV. Risk assessment of health of the population of Primorye Territory determined by contamination by nitrates of fruit and vegetable products produced locally. *Dal'nevostochnyy Meditsinskiy Zhurnal.* 2019;(1):75-79. (In Russ.)
4. Salehzadeh H, Maleki A, Rezaee R, Shahmoradi B, Ponnet K. The nitrate content of fresh and cooked vegetables and their health-related risks. *PLoS One.* 2020;15(1):e0227551. doi: 10.1371/journal.pone.0227551
5. Yousefi H, Douna BK. Risk of nitrate residues in food products and drinking water. *Asian Pac J Environ Cancer.* 2023;6(1):69-79. doi: 10.31557/apjec.2023.6.1.69-79
6. Dezhangah S, Nazari F, Kamali K, Hosseini MJ, Mehrasbi MR. A survey on nitrate level in vegetables to assess the potential health risks in Iran. *Int J Food Prop.* 2022;25(1):1958-1973. doi: 10.1080/10942912.2022.2117377
7. Hosseini MJ, Dezhangah S, Esmi F, Gharavi-Nakhjavani MS, Hashempour-Baltork F, Alizadeh AM. A worldwide systematic review, meta-analysis and meta-regression of nitrate and nitrite in vegetables and fruits.

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2026-34-1-79-88>
Original Research Article

- Ecotoxicol Environ Saf.* 2023;257:114934. doi: 10.1016/j.ecoenv.2023.114934
8. Srour B, Chazelas E, Druetne-Pecollo N, *et al.* Dietary exposure to nitrites and nitrates in association with type 2 diabetes risk: Results from the NutriNet-Santé population-based cohort study. *PLoS Med.* 2023;20(1):e1004149. doi: 10.1371/journal.pmed.1004149
 9. Buzinov RV, Unguryanu TN, Krutskaya KV, Tsvetkova KV, Ryakova Yul, Simanovskaya KS. [Study of nitrate content in vegetables to assess the health risk to the population.] In: *Health Risk Analysis – 2021. Environmental, Social, Medical, and Behavioral Aspects, in conjunction with the International Meeting on Environment and Health RISE–2021: Proceedings of the XI Russian Scientific and Practical Conference with International Participation, Perm, May 18–20, 2021.* Perm: Publishing House of Perm National Research University; 2021;1:63–68. (In Russ.)
 10. Sheptulina AF, Dzhioeva ON, Kisilev AR, Drapkina OM. Choosing of method for studying food consumption depending on the purpose of the clinical research (literature review). *Gigiena i Sanitariya.* 2023;102(3):279–286. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2023-102-3-279-286
 11. Nguyen NTT, Nguyen BX, Habibi N, *et al.* Effect of organic and synthetic fertilizers on nitrate, nitrite, and vitamin C levels in leafy vegetables and herbs. *Plants (Basel).* 2025;14(6):917. doi: 10.3390/plants14060917
 12. Dodocioiu AM, Buzatu GD, Botu M. Nitrates and nitrites in vegetables and the health risk. *Foods.* 2025;14(17):3037. doi: 10.3390/foods14173037
 13. Eliseev YuYu, Chekhomov SYu, Eliseeva YuV. Comparative assessment of nitrate concentrations in vegetables grown on commercial and subsistence farms in the Saratov Region. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya.* 2021;3(336):52–56. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2021-336-3-52-56
 14. Nikulova LV, Saikhonov EO, Britan MN. Comparative analysis of the content of nitrates in the plant products of the agro-industrial complex of the region 2015–2020. *Vestnik Ryazanskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta im. P.A. Kostycheva.* 2021;1(49):39–45. (In Russ.) doi: 10.36508/RSATU.2021.49.1.006
 15. Saldan IP, Shved OI, Balandovich BA, *et al.* Assessment of risks caused by impacts exerted on a human body by nitrates contained in food products. *Health Risk Analysis.* 2018;(4):81–88. doi: 10.21668/health.risk/2018.4.09.eng
 16. Bogdanova OG, Efimova NV, Bagaeva EE, Tarmaeva NA. Risk assessment for public health associated with nitrate content in crop products. *Voprosy Pitaniya.* 2021;90(3):40–49. (In Russ.) doi: 10.33029/0042-8833-2021-90-3-40-49
 17. Roila R, Branciaro R, Staccini B, *et al.* Contribution of vegetables and cured meat to dietary nitrate and nitrite intake in Italian population: Safe level for cured meat and controversial role of vegetables. *Ital J Food Saf.* 2018;7(3):7692. doi: 10.4081/ijfs.2018.7692
 18. Ocheret NP, Tuguz FV. Content of nitrates in foodstuff and their influence on health of the person. *Vestnik Adygeyskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya: Estestvenno-Matematicheskie i Tekhnicheskie Nauki.* 2018;(2(221)):86–92. (In Russ.)
 19. Tulina LM, Vyaltsina NE, Makarova TM, Plotnikova EG, Neplokhov AA, Sadchikova GV. Hygienic assessment of the content of chemical contaminants in food and the risk assessment of food products' impact on the health of the population of the Orenburg Region. *Health Risk Analysis.* 2014;(1):49–56. (In Russ.)
 20. Orymbetova GE, Shambulova GD, Orymbetov EM, Kasymova MK, Kobzhasarova ZI. Assessment of nitrates content in vegetables grown in South Kazakhstan Region (Shymkent City). *Tekhnika i Tekhnologiya Pishchevykh Proizvodstv.* 2018;48(1):150–155. (In Russ.) doi: 10.21603/2074-9414-2018-1-150-155
 21. Ananov VYu, Kaisarova NA, Kiku PF, Izmailova OA, Trunova IE. Estimation of risk of influence on the population chemical substances in foodstuff and potable water. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya.* 2011;(8(221)):30–34. (In Russ.)
 22. Tarmaeva IYu, Efimova NV, Bagluskina SYu, Belykh AI. Contamination of food raw materials and foodstuffs in Irkutsk Region. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya.* 2017;(10(295)). (In Russ.)
 23. Eliseev YuYu, Berezin II, Pichugina NN, Sergeev AK. Rural population health risks caused by nitrate contamination of locally grown vegetables. *Nauka i Innovatsii v Meditsine.* 2021;6(4):40–44. (In Russ.) doi: 10.35693/2500-1388-2021-6-4-40-44
 24. Klepikov OV, Khatuaev RO, Istomin AV, Romyantseva LA. Regional features of food standards and health risks associated with chemical contamination of food. *Gigiena i Sanitariya.* 2016;95(11):1086–1091. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2016-95-11-1086-1091
 25. Zolotareva AM, Zubareva GM, Bykova EA, Zhambalova EA, Fomina LV. Effects of heat treatment methods on the nitrate content in vegetable products. *Tekhnologiya i Tovarovedenie Innovatsionnykh Pishchevykh Produktov.* 2024;(5(88)):77–82. (In Russ.) doi: 10.33979/2219-8466-2024-88-5-77-82

Сведения об авторах:

✉ **Степовая** Дарья Алексеевна – аспирант кафедры гигиены и медицинской экологии ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: stepovaia.d.a@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1512-9838>.

Унгуряну Татьяна Николаевна – д.м.н., доцент кафедры гигиены и медицинской экологии ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: unguryanu_tn@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8936-7324>.

Пуцер Артур Вячеславович – студент 6-го курса, специальность «Медико-профилактическое дело», ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: art.putzer2015@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0984-8794>.

Буркова Диана Андреевна – студентка 6-го курса, специальность «Медико-профилактическое дело», ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: diana.burkova2016@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5792-3592>.

Ушаков Александр Анатольевич – к.м.н., доцент кафедры гигиены и основ экологии ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: ushakova01091960@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6225-7209>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования, сбор и анализ данных, интерпретация результатов, подготовка рукописи: *Степовая Д.А., Унгуряну Т.Н.*; получение данных, написание текста: *Пуцер А.В., Буркова Д.А.*; анализ данных, интерпретация результатов, написание рукописи: *Ушаков А.А.* Все авторы рассмотрели результаты и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: исследование одобрено на заседании Локального этического комитета ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России (протокол № 09/10-22 от 26.10.2022). От всех участников и их законных представителей было получено информированное согласие.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 05.03.25 / Принята к публикации: 12.01.26 / Опубликовано: 30.01.26

Author information:

✉ Daria A. **Stepovaia**, Postgraduate student, Department of Hygiene and Medical Ecology, Northern State Medical University; e-mail: stepovaia.d.a@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1512-9838>.

Tatiana N. **Unguryanu**, Dr. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Department of Hygiene and Medical Ecology, Northern State Medical University; e-mail: unguryanu_tn@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8936-7324>.

Artur V. **Putzer**, 6th-year preventive medicine student, Northern State Medical University; e-mail: art.putzer2015@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0984-8794>.

Diana A. **Burkova**, 6th-year preventive medicine student, Northern State Medical University; e-mail: diana.burkova2016@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5792-3592>.

Alexander A. **Ushakov**, Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Department of Hygiene and Fundamentals of Ecology, Altai State Medical University; e-mail: ushakovaa01091960@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6225-7209>.

Author contributions: study conception and design, data collection and analysis, interpretation of results, manuscript writing: *Stepovaia D.A., Unguryanu T.N.*; data collection, manuscript writing: *Putzer A.V., Burkova D.A.*; data analysis, interpretation of results, manuscript writing: *Ushakov A.A.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: The study was approved by the Local Ethics Committee of the Northern State Medical University (Protocol No. 09/10-22, October 26, 2022). Informed consent was obtained from all participants and their legal representatives.

Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Conflict of interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Received: March 5, 2025 / Accepted: January 12, 2026 / Published: January 30, 2026