

## ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

## ГИГИЕНА

УДК 613.2-053.8(571.13)

<https://doi.org/10.23946/2500-0764-2025-10-2-5-14>

# ПИЩЕВОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ КРЕМНИЯ ВЗРОСЛЫМ НАСЕЛЕНИЕМ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

БРУСЕНЦОВА А.В. ✉, ВИЛЬМС Е.А., ТУРЧАНИНОВА М.С., ЮНАЦКАЯ Т.А.

*Омский государственный медицинский университет, ул. Ленина, д. 12, г. Омск, 644099, Россия*

## Основные положения

Медиана среднесуточного поступления кремния с пищевыми продуктами у взрослого населения Омской области составила 32,3 мг, что соответствовало адекватному уровню потребления. Лиц с потреблением, вызывающим патологические изменения в организме в связи с дефицитом или превышением ориентировочных пределов безопасного потребления кремния, не выявлено. Риск недостаточного потребления выявлен у 13,2% взрослого населения. В число приоритетных для коррекции у населения Омской области этот микроэлемент в настоящее время не входит.

## Резюме

**Цель.** Гигиеническая оценка пищевого поступления кремния в организм у взрослого населения Омской области. **Материалы и методы.** В 2023 году проведена оценка пищевого потребления кремния в репрезентативной выборке ( $n = 506$ ) взрослого населения региона (231 мужчина и 275 женщин) в возрасте от 18 до 83 лет, медиана возраста – 45 (32; 59) лет. Содержание кремния в рационе рассчитано по результатам анализа данных о частоте потребления пищи с использованием оригинальной базы данных содержания кремния в пищевых продуктах. Дизайн: поперечное наблюдательное эпидемиологическое исследование. **Результаты.** Медиана суточного пищевого поступления кремния в организм в репрезентативной выборке взрослого населения Омской области составила 32,3 (23,6; 41,7) мг/сут. В исследуемой группе лиц с потреблением кремния в количестве менее 5 мг/сут. и более 500 мг/сут. за исследуемый период выявлено не было. Среди мужского и женского населения как в целом ( $p = 0,8356$ ), так и в различных возрастных группах ( $p = 0,102$ ) значимых различий в поступлении кремния выявлено не было. Однако с увеличением возраста наблюдалась некоторая тенденция к росту поступления кремния с пищевыми продуктами. Удельный вес взрослого населения Омской области с среднесуточным потреблением кремния ниже адекватного уровня (30 мг/сут.) составил  $13,2 \pm 1,51\%$ , в том числе среди мужчин –  $13,85 \pm 2,27\%$ ,

среди женщин –  $12,73 \pm 2,01\%$ . С увеличением возраста отмечалось снижение доли населения с уровнем потребления кремния ниже адекватного уровня ( $p = 0,102$ ). Причем у женского населения с увеличением возраста доля лиц с среднесуточным потреблением кремния ниже адекватного уровня становилась значительно выше, чем у мужчин. Основными «пищевыми» источниками кремния послужили такие группы продуктов как: «Овощи» (помидоры, огурцы, овощные супы) – 41,9%, «Напитки» (чай, кофе) – 30,3%, «Хлебобулочные изделия» (хлеб черный) – 10,6%. **Заключение.** Среднесуточное поступление кремния с пищевыми продуктами у взрослого населения Омской области соответствовало адекватному уровню потребления. Лиц с потреблением вызывающим патологические изменения в организме в связи с дефицитом или превышением ориентировочных пределов безопасного потребления кремния не выявлено. Удельный вес лиц с среднесуточным потреблением кремния ниже адекватного уровня соответствовал уровню обеспеченности кремнием взрослого населения Омской области. В число приоритетных для коррекции у населения Омской области этот микроэлемент в настоящее время не входит.

**Ключевые слова:** кремний, пищевое потребление, пищевые продукты, Омская область, взрослое население, гигиена питания

### Корреспонденцию адресовать:

Брусенцова Анна Владимировна, 644099, Россия, г. Омск, ул. Ленина, д. 12, E-mail: [anna4855@mail.ru](mailto:anna4855@mail.ru)

© Брусенцова А. В. и др.

**Соответствие принципам этики.** Исследование проведено в соответствии с разрешением Локального этического комитета Омского государственного медицинского университета (№36/2 от 3 февраля 2021 г.). Все участники дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не получало внешнего финансирования.

**Для цитирования:** Брусенцова А.В., Вильмс Е.А., Турчанинова М.С., Юнацкая Т.А. Пищевое потребление кремния взрослым населением омской области. *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2025;10(2):5-14. <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2025-10-2-5-14>

Поступила:

27.12.2024

Поступила после доработки:

03.02.2025

Принята в печать:

30.05.2025

Дата печати:

30.06.2025

ORIGINAL RESEARCH  
HYGIENE

# DIETARY INTAKE OF SILICON IN THE ADULT POPULATION OF OMSK REGION

ANNA V. BRUSENTOVA ✉, ELENA A. VILMS, MARIA S. TURCHANINOVA, TATIANA A. YUNATSKAYA

Omsk State Medical University, Lenin Street, 12, Omsk, 644099, Russia

## HIGHLIGHTS

The median daily dietary intake of silicon among the adult population of the Omsk Region was 32.3 mg, corresponding to an adequate intake level. No individuals were identified with silicon intakes associated with pathological changes due to either deficiency or excessive levels beyond the estimated safe intake range. A risk of insufficient intake was identified in 13.2% of the adult population. Currently, silicon is not considered a priority micronutrient for dietary correction in this region.

## Abstract

**Aim.** To provide a hygienic assessment of dietary silicon intake among the adult population of the Omsk Region. **Materials and Methods.** In 2023, a cross-sectional observational epidemiological study was conducted in a representative sample ( $n = 506$ ) of adults aged 18 to 83 years (231 men and 275 women; median age – 45 [32; 59] years). Dietary silicon intake was assessed in a cross-sectional observational epidemiological study, using food frequency data and a custom database of silicon content in food products. **Results.** The median daily dietary silicon intake in the representative sample was 32.3 (23.6; 41.7) mg/day. No individuals were identified with silicon intake below 5 mg/day or above 500 mg/day during the study period. There were no statistically significant differences in silicon intake between men and women ( $p = 0.8356$ ) or across age groups ( $p = 0.102$ ). However, a slight trend of increasing silicon intake with age was observed. The proportion of adults with intake below the

adequate level of 30 mg/day was  $13.2 \pm 1.51\%$ , including  $13.85 \pm 2.27\%$  among men and  $12.73 \pm 2.01\%$  among women. With increasing age, the share of individuals with insufficient intake decreased ( $p = 0.102$ ), although older women were more likely to have lower intake compared to men. The main dietary sources of silicon were: vegetables (tomatoes, cucumbers, vegetable soups) – 41.9%, beverages (tea, coffee) – 30.3%, and bakery products (rye bread) – 10.6%. **Conclusion.** The daily dietary intake of silicon among adults in the Omsk Region corresponds to an adequate level. No cases of intake associated with health risk due to deficiency or excessive consumption were identified. The proportion of the population with intake below the adequate level reflects the general silicon sufficiency in this population. Currently, silicon is not considered a priority micronutrient for nutritional intervention in the Omsk Region.

**Keywords:** silicon, dietary intake, food products, Omsk Region, adult population, nutritional hygiene

### Corresponding author:

Dr. Anna V. Brusentsova, Lenina Street, 12, Omsk, 644099, Russia,  
E-mail: omskgsen@yandex.ru  
© Anna V. Brusentsova, et al.

**Ethics Statement.** The study was conducted in accordance with the permission of the Local Ethics Committee of Omsk State Medical University (№ 36/2, dated February 03, 2021). All subjects provided a voluntary informed consent to participate in the study.

**Conflict of Interest.** None declared.

**Funding.** None declared.

**For citation:** Anna V. Brusentsova, Elena A. Vilms, Maria S. Turchaninova, Tatiana A. Yunatskaya. Dietary intake of silicon in the adult population of Omsk Region. *Fundamental and Clinical Medicine*. 2025;10(2):5-14. (In Russ.). <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2025-10-2-5-14>

**Received:**

27.12.2024

**Received in revised form:**

03.02.2025

**Accepted:**

30.05.2025

**Published:**

30.06.2025

## Введение

Кремний относится к эссенциальным микроэлементам, входит в состав многих тканей, влияет на липидный обмен, формирование соединительной ткани, костей, хрящей и кожи, важен для нормального функционирования почек, сердечно-сосудистой, иммунной систем [1, 2, 3]. Кроме того, кремний может влиять на поглощение, удержание или действие других минеральных элементов (например, алюминия, меди, магния) [4].

При недостаточном поступлении кремния в организм отмечается слабость соединительной, костной тканей, истончение, выпадение волос, частые воспалительные заболевания желудка и кишечника, раннее развитие атеросклероза [2, 5].

При значительном поступлении кремния в организм человека могут развиваться такие патологические состояния как мочекаменная болезнь, фиброз легких, злокачественные новообразования плевры, брюшной полости [2, 6].

Считается, что среднесуточная потребность организма человека в кремнии составляет 20 – 30 мг [5]<sup>1</sup>. Дефицит кремния развивается при поступлении его в организм в количестве 5 мг/сут. и меньше, а токсические эффекты начинают развиваться при поступлении 500 мг/сут. и более [2].

Хотя этот элемент широко распространен в природе и широко используется в промышленности, воздействие окружающей среды на человека весьма ограничено из-за трудного усвоения присутствующих в природе или используемых в промышленности химических форм кремния [7].

Источниками кремния для организма человека являются вода, продукты питания, воздух, биологические добавки и лекарственные препараты [8].

Природные соединения кремния поступают в организм человека с питьевой водой, продуктами питания, через воздух (с пылью). В сутки с водой и пищей в организм человека поступает 3,5 мг кремния, с воздухом – 15 мг. Однако усваивается всего 4% от общего количества поступившего кремния [2, 9].

С водой в организм человека ежедневно поступает 20 – 30 % суточного количества кремния, а его биодоступность из воды составляет 50 – 80 % [8, 10].

<sup>1</sup> Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. 72 с. Ссылка активна на 26.04.2025. <https://ssnab.ru/upload/iblock/3fa/fvq6hmjjvzi5v502q4jktjmkqk9o6k8.pdf>

По данным некоторых авторов, примерно 70 – 80% кремния, необходимого организму, поступает из продуктов питания, содержащих биодоступные формы кремния: злаки (обеспечивают около 30% потребления кремния), далее фрукты, напитки (горячие, холодные и алкогольные напитки вместе взятые) и овощи; вместе эти продукты обеспечивают более 75% потребления кремния. Рафинирование и обработка пищевых продуктов, при которых удаляются кремнийсодержащие волокна, способствуют снижению содержания кремния в продуктах питания. Силикатные добавки, которые все чаще используются в качестве пеногасителей и противослеживающих агентов, могут повышать содержание кремния в продуктах питания; однако биодоступность этих добавок низкая [11, 12].

Пищевые предпочтения могут вносить коррективы в структуру основных продуктов – источников кремния для человека. Так, у мужского населения Великобритании по данным [13] основным источником кремния были напитки, включая пиво, кофе и воду (55,0%), за ними следуют зерновые и зерновые продукты (14,0%) и овощи (8,0%). А у женского населения Великобритании наибольшее количество кремния в рационе (около 30%) обеспечивали злаки, за которыми следовали фрукты, напитки (горячие, холодные и алкогольные напитки вместе взятые) и овощи; вместе эти продукты обеспечивали более 75% потребления кремния [14]. Основными источниками пищевого кремния у корейских мужчин были зерновые и зерновые продукты (25,6% от общего потребления кремния), овощи (22,7%), напитки и ликеры (21,2%), а также молоко и молочные продукты (7,0%) [15].

До настоящего времени отсутствовала информация о поступлении кремния с пищевыми продуктами в организм различных групп населения Омской области, что определило актуальность и цель настоящего исследования.

## Цель исследования

Гигиеническая оценка пищевого поступления кремния в организм у взрослого населения Омской области

## Материалы и методы

Объект исследования: исследование проводилось среди взрослого населения Омской области в 2023 году.

Дизайн исследования: наблюдательное поперечное исследование.

Для обеспечения получения репрезентативных данных предварительно был произведен расчет минимально необходимого количества респондентов с помощью приложения StatCalc программы EpiInfo (версия 7) с учетом численности генеральной совокупности взрослого населения Омской области (1 470 000 человек), ожидаемой распространенности недостаточного потребления кремния (20,0%), обеспечения 95% надежности исследования, статистической мощности исследования 80,0%. Минимально необходимое число участников составило 385 человек. С учетом потенциальной выбраковки анкет (принятой на уровне 25,0%) и необходимости обеспечения минимальной численности каждой группы при проведении сравнительного анализа, был составлен план формирования квотированной выборки, включавший 550 человек, распределенных по полу, возрасту, месту проживания (город Омск, сельские муниципальные районы области) пропорционально структуре населения региона. Учитывалась численность каждой возрастной группы генеральной совокупности (18 – 29 (19,2%), 30 – 44 (29,4%), 45 – 64 (36,0%), 65 лет и старше (15,4%)), соотношение населения по месту проживания (сельское (49,8%), городское (50,2%)), полу (мужчины (45,7 %), женщины (54,3 %)). Критерии включения в исследование: наличие информированного согласия на участие в исследовании, соответствие характеристик потенциального респондента плану исследования (по полу, возрасту, территории и времени проживания (проживание на территории региона не менее 2 лет)).

После исключения неполных и сомнительных данных ( $n = 44$ ; основная причина – респонденты не могли точно вспомнить частоту употребления отдельных пищевых продуктов, затруднялись указать точный средний размер порции, при этом не было технической возможности заменить участника исследования в процессе опроса на другого, соответствующего плану исследования) выборка включала 506 взрослых жителей региона (231 мужчина и 275 женщин) в возрасте от 18 до 83 лет, медиана возраста – 45 (32; 59) лет. Выборка являлась репрезентативной по отношению к населению Омской области, статистически значимо не отличаясь от такового по соотношению мужчин и женщин, городских и сельских жителей и медиане возраста.

Опрос респондентов проводили методом активного анкетирования (интервью) обученные интервьюеры. Для сбора данных о фактическом питании использован стандартный опросник частоты потребления пищи [16], включающий 67 видов продуктов питания, объединенных в 10 групп. Для уточнения размеров разовой порции использовался альбом размеров порций продуктов и блюд. Определение индивидуальной величины потребления кремния (только с пищевыми продуктами, без учета потребления с биологически активными добавками и витаминно-минеральными комплексами) проводили расчетным методом с использованием оригинальной, официально зарегистрированной базы данных содержания кремния в пищевых продуктах и рационе населения Омской области [17].

Полученным результатам расчетов давалась индивидуализированная оценка путем сравнения с адекватным уровнем потребления кремния для взрослых (30 мг/сут.).

Протокол исследований рассмотрен и одобрен Локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России, протокол №36/2; 03 февраля 2021 г. Все участники дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Полученную информацию обрабатывали с помощью пакета Statistica – 6. Нормальность распределения признаков проверяли с использованием критерия Шапиро-Уилка. В связи с отсутствием нормального распределения количественных признаков для определения статистической значимости различий в независимых выборках применяли U-критерий Манна-Уитни или H-критерий Краскела-Уоллиса. Различия между выборочными экстенсивными (структурными) показателями оценивали с помощью метода углового преобразования Фишера. Во всех процедурах статистического анализа критический уровень значимости  $p$  принимали равным 0,05.

В **таблице 1** приведены следующие обозначения:  $M$  – среднее значение,  $SE$  – стандартная ошибка среднего,  $P_{16}$ ,  $P_{25}$ ,  $P_{50}$ ,  $P_{75}$ ,  $P_{84}$  – соответственно 16, 25, 50 (медиана), 75, 84 процентиля потребления кремния населением региона. Выражением вида  $0,22 \pm 0,2\%$  обозначались показатель (удельный вес) и стандартная ошибка показателя.

## Результаты и обсуждение

Медиана суточного пищевого поступления кремния в организм в репрезентативной выборке взрослого населения Омской области составила 32,3 (23,6; 41,7) мг/сут. Максимальное значение среднесуточного поступления достигло 133,4 мг/сут., минимальное – 8,4 мг/

сут. В исследуемой группе лиц с потреблением кремния в количестве менее 5 мг/сут. и более 500 мг/сут. за исследуемый период выявлено не было.

Поступление кремния с пищевыми продуктами в различных возрастных группах представлено в **таблице 1**.

Группа населения/ Population group	Количество поступающего с пищей кремния, мг в сут./ Quantification of dietary silicon intake, mg per day								p*
	n	M	SE	P16	P25	P50	P75	P84	
Взрослое население / Adult population									
Оба пола / Both sexes	506	33,98	0,65	20,91	23,58	32,30	41,68	48,15	0,8356
Мужчины / Men	231	33,44	0,87	20,65	23,47	32,04	42,4	48,14	
Женщины / Women	275	34,44	0,95	21,02	23,7	32,46	41,21	48,22	
В том числе от 18 до 29 лет / from 18 to 29 years of age									
Оба пола / Both sexes	97	32,48	1,43	19,38	21,34	31,6	40,05	48,34	0,5137
Мужчины / Men	55	33,79	1,86	18,96	23,13	34,39	41,50	48,35	
Женщины / Women	42	30,78	2,20	19,87	21,16	26,93	34,78	40,24	
В том числе от 30 до 44 лет / from 30 to 44 years of age									
Оба пола / Both sexes	149	33,24	1,07	20,91	23,14	32,62	42,4	48,32	0,5997
Мужчины / Men	72	31,86	1,56	17,25	21,36	30,94	39,36	45,38	
Женщины / Women	77	34,53	1,47	22,42	24,10	32,99	43,30	48,11	
В том числе от 45 до 64 лет / from 45 to 64 years of age									
Оба пола / Both sexes	182	34,33	1,10	21,54	24,77	31,67	41,69	47,61	0,6802
Мужчины / Men	83	34,36	1,47	23,96	25,92	30,07	43,04	47,60	
Женщины / Women	99	34,31	1,61	20,34	23,40	33,44	41,23	47,09	
В том числе 65 лет и старше / > 65 years of age									
Оба пола / Both sexes	78	36,46	2,01	22,68	25,25	34,21	43,58	48,28	0,3528
Мужчины / Men	21	34,30	2,62	22,31	23,11	33,06	42,27	44,98	
Женщины / Women	57	37,25	2,59	23,22	25,99	35,08	43,76	48,39	

**Таблица 1.** Поступление кремния с пищевыми продуктами у взрослого населения Омской области (2023 г., мг/сут.)

**Table 1.** Dietary silicon intake in the adult population of the Omsk region (2023, mg/day)

**Примечания:** \*статистическая значимость различий по полу внутри возрастной группы, U-критерий Манна-Уитни.

\*Statistical significance of gender differences within the age group, Mann-Whitney test.

Среди мужского и женского населения как в целом ( $p = 0,8356$ ), так и в различных возрастных группах значимых различий в поступлении кремния выявлено не было. Однако с увеличением возраста наблюдалась некоторая тенденция к росту поступления кремния с пищевыми продуктами ( $p = 0,102$ ) (таблица 1).

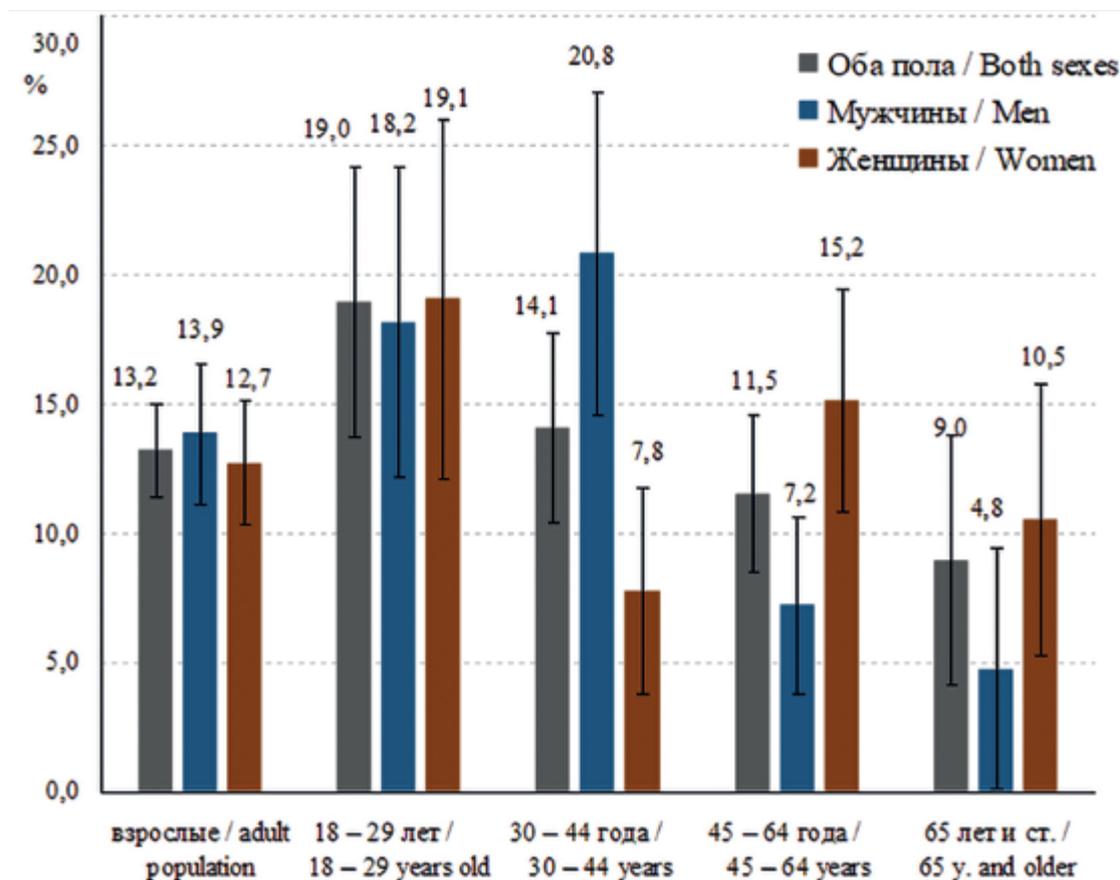
Установлено, что удельный вес взрослого населения Омской области с среднесуточным потреблением кремния ниже адекватного уровня (30 мг/сут.) составил  $13,2 \pm 1,5\%$ , в том числе среди мужчин –  $13,9 \pm 2,3\%$ , среди женщин –

$12,7 \pm 2,0\%$  (рисунок 1). С увеличением возраста отмечалась тенденция к снижению доли населения с уровнем потребления кремния ниже адекватного уровня ( $p = 0,2440$ ). При анализе по полу установлены значимые различия в частоте лиц с потреблением кремния ниже адекватного уровня в возрасте 30 – 44 года (чаще встречается у мужчин;  $p = 0,0095$ ) и в возрасте 45 – 64 года (чаще встречается у женщин;  $p = 0,0444$ ).

Информация о группах продуктов – поставщиках кремния в организм представлена в таблице 2.

**Рисунок 1.**  
Доля взрослого населения Омской области с уровнем потребления кремния ниже адекватного уровня, 2023 г., %

**Figure 1.**  
The proportion of the adult population of the Omsk region with dietary silicon intake below an adequate level, 2023, %



Основными «пищевыми» источниками кремния послужили такие группы продуктов как: «Овощи» – 41,8%, «Напитки» – 30,3%, «Хлебобулочные изделия» – 10,6% (таблица 2).

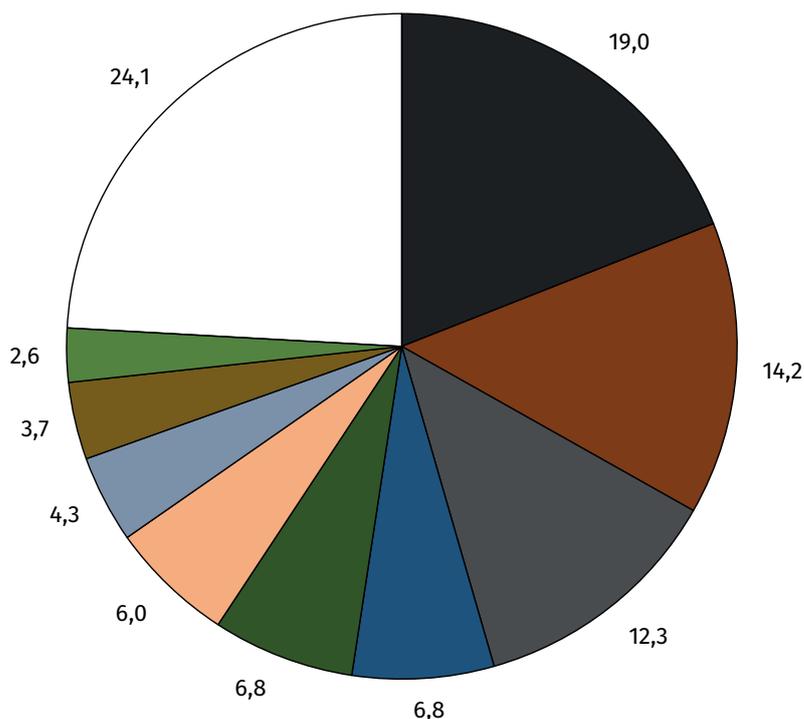
Среди отдельных пищевых продуктов основными источниками кремния были помидоры (19,0%), чай (14,2%), борщи, щи, овощные супы (12,3%), рисунок 2).

**Таблица 2.**  
Поступление кремния с основными группами пищевых продуктов (взрослое население Омской области, 2023 г., мг/сут., %)

**Table 2.**  
Dietary silicon intake with distinct food categories (adult population of the Omsk region, 2023, mg/day, %)

№ п/п	Группы продуктов / Food category	Медиана поступления (P25, P75), мг/сут / Median income (P25, P75), mg/day	Вклад основных групп продуктов, % / Food category contribution, %
1	Напитки / Drinks	7,4 (3,92;11,63)	30,3
2	Овощи / Vegetables	13,18 (7,5;22,56)	41,8
3	Хлебобулочные изделия / Bakery products	3,26 (1,76;4,82)	10,6

№ п/п	Группы продуктов / Food category	Медиана поступления (P25, P75), мг/сут / Median income (P25, P75), mg/day	Вклад основных групп продуктов, % / Food category contribution, %
4	Фрукты / Fruit	1,10 (0,53;2,44)	4,8
5	Мясо и мясопродукты / Meat and meat products	0,36 (0,22;0,59)	1,6
6	Кондитерские изделия / Confectionery products	0,25 (0,09;0,69)	1,6
7	Молоко и молочные продукты / Milk and dairy products	0,25 (0,14;0,69)	1,3
8	Каши, макароны / Porridge, pasta	1,92 (1,24;3,41)	7,8
9	Рыба и морепродукты / Fish and seafood	0,02 (0,01;0,05)	0,15
10	Масла, жиры / Oils, fats	0,01 (0,01;0,02)	0,05
11	ВСЕГО / TOTAL	32,3 (23,58;41,68)	100,0



**Рисунок 2.** Вклад отдельных пищевых продуктов в поступление кремния в организм человека с пищевыми продуктами (взрослое население Омской области, 2023 г., %)

**Figure 2.** The contribution of individual food categories to dietary silicon intake the human body with food (adult population of the Omsk region, 2023, %)

- Помидоры свежие / Fresh tomatoes
- Чай / Tea
- Борщи, щи, овощные супы / Borscht, cabbage soup, vegetable soups
- Кофе / Coffee
- Огурцы свежие / Cucumbers are fresh
- Хлеб черный / Black bread
- Пиво / Beer
- Каши или супы из круп молочные / Porridges or soups from cereals, dairy
- Крупы (каши без молока, гарнир) / Cereals (porridge without milk, side dish)
- Другие / Other

## Обсуждение

Медиана поступления «пищевого» кремния у взрослого населения Омской области – 32,3 мг/сут. соответствовала среднему уровню поступления кремния с пищевыми продуктами в ряде европейских стран, США, Корея [8, 15, 19], однако было значительно меньше потребления кремния в азиатских странах, Индии [20, 21].

Доля взрослого населения Омской области с поступлением с пищевыми продуктами кремния ниже адекватного уровня ( $13,2 \pm 1,5\%$ ) соответствовала доле взрослого населения Омской области с недостаточным содержанием кремния в организме ( $15,6 \pm 2,3\%$ ) [22].

В одном из исследований было отмечено, что мужчины с продуктами питания потребляли больше кремния, чем женщины [13], тогда как в нашем исследовании различий потребления кремния у мужчин и женщин обнаружено не было.

В настоящем исследовании были установлены особенности основных «пищевых» источников кремния – приоритетными поставщиками кремния являлись помидоры, огурцы, чай, кофе, хлеб черный, тогда как в других странах основными источниками являлись: стручковая фасоль, такие зерновые продукты как хлопья, белый хлеб, а также пиво, кофе [15, 23]. Данные отличия связаны с различной структурой питания, особенностями пищевых привычек населения разных стран.

В связи с тем, что различные химические формы кремния используются в качестве пище-

вых добавок, в будущем необходимы дополнительные исследования, касающиеся оценки величин потребления и безопасности их применения в составе пищевых продуктов.

## Заключение

Среднесуточное поступление кремния с пищевыми продуктами у взрослого населения Омской области соответствовало адекватному уровню потребления. Лиц с потреблением, вызывающем патологические изменения в организме, как на уровне, формирующем дефицит этого элемента в организме, так и с превышением ориентировочных пределов безопасного потребления кремния выявлено не было. Тем не менее, удельный вес лиц со среднесуточным потреблением кремния ниже адекватного уровня составил  $13,2 \pm 1,5\%$ , что соответствовало ранее опубликованным результатам оценки обеспеченности населения региона кремнием. Таким образом, в число приоритетных для коррекции у населения Омской области этот микроэлемент в настоящее время не входит. Четко определяемых возрастно-половых групп риска недостаточной обеспеченности кремнием не выявлено. Определены пищевые продукты – основные источники кремния в питании взрослого населения. Лицам с невысоким потреблением таких продуктов необходимо уделять внимание построению рациона для снижения рисков формирования недостаточной обеспеченности этим микроэлементом.

## Вклад авторов

**А.В. Брусенцова:** сбор данных литературы, статистическая обработка, написание текста.

**М.С. Турчанинова:** статистическая обработка, редактирование.

**Е.А. Вильмс:** концепция и дизайн исследования, утверждение окончательной версии для публикации.

**Т.А. Юнацкая:** сбор данных, утверждение окончательной версии для публикации.

Все авторы утвердили окончательную версию статьи.

## Author contributions

**Anna V. Brusentsova:** collected and processed the data; wrote the manuscript.

**Maria S. Turchaninova:** collected and processed the data; wrote the manuscript.

**Elena A. Vilms:** conceived and designed the study; wrote the manuscript.

**Tatiana A. Yunatskaya:** collected and processed the data; wrote the manuscript.

All authors approved the final version of the article.

## Литература :

1. Jugdaohsingh R., Anderson S.H., Tucker K.L., Elliott H., Kiel D.P., Thompson R.P. et al. Dietary silicon intake and absorption. *Am. J. Clin. Nutr.* 2002;75(5):887–893. <https://doi.org/10.1093/ajcn/75.5.887>
2. Скрипникова И.А., Гурьев А.В. Микроэлементы в профилактике остеопороза: фокус на кремний. *Остеопороз и остеопатия.* 2014;17(2):36–40. <https://doi.org/10.14341/osteo2014236-40>
3. Natarajan M., Selvam V., Swaminathan S. Role of silicon in kidney, cardiovascular, bone health and implants in humans – a mini review. *World Journal of Pharmaceutical Research.* 6(16):1574–1586. <https://doi.org/10.20959/wjpr201716-10352>
4. Nielsen F.H. Update on the possible nutritional importance of silicon. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 2014;28(4):379–382. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2014.06.024>
5. Dudek Ł., Kochman W., Dziedzic E. Silicon in prevention of atherosclerosis and other age-related diseases. *Front. Cardiovasc. Med.* 2024;11:1370536. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2024.1370536>
6. Martin K.R. Silicon: the health benefits of a metalloid. *Met. Ions Life Sci.* 2013;13:451–473. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7500-8\\_14](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7500-8_14)
7. Sripanyakorn S., Jugdaohsingh R., Dissayabutr W., Anderson S.H., Thompson R.P., Powell J.J. The comparative absorption of silicon from

- different foods and food supplements. *Br. J. Nutr.* 2009;102(6):825–834. <https://doi.org/10.1017/S0007114509311757>
8. Рахманин Ю.А., Егорова Н.А., Красовский Г.Н., Михайлова Р.И., Алексеева А.В. Кремний, его биологическое действие при энтеральном поступлении в организм и гигиеническое нормирование в питьевой воде. Обзор литературы. *Гигиена и санитария.* 2017; 96(5): 492–498. <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-5-492-498>
  9. Сапожников С.П., Гордова В.С. Роль соединений кремния в развитии аутоиммунных процессов (обзор). *Микроэлементы в медицине.* 2013;14(3):3–13. <https://doi.org/10.19112/2413-6174-2013-14-3-3-13>
  10. Jugdaohsingh R. Silicon and bone health. *J. Nutr. Health Aging.* 2007;11(2):99–110. PMID: 17435952
  11. Institute of Medicine (US) Panel on Micronutrients. *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc.* Washington (DC): National Academies Press (US), 2001. <https://doi.org/10.17226/10026>
  12. Powell J.J., McNaughton S.A., Jugdaohsingh R., Anderson S.H., Dear J., Khot F. et al. A provisional database for the silicon content of foods in the United Kingdom. *Br. J. Nutr.* 2005;94(5):804–812. <https://doi.org/10.1079/bjn20051542>
  13. Pennington J.A. Silicon in foods and diets. *Food Addit. Contam.* 1991;8(1):97–118. <https://doi.org/10.1080/02652039109373959>
  14. McNaughton S.A., Bolton-Smith C., Mishra G.D., Jugdaohsingh R., Powell J.J. Dietary silicon intake in post-menopausal women. *Br. J. Nutr.* 2005;94(5):813–817. <https://doi.org/https://doi.org/10.1079/bjn20051548>
  15. Choi M.K., Kim M.H. Dietary Silicon Intake of Korean Young Adult Males and Its Relation to their Bone Status. *Biol. Trace Elem. Res.* 2017;176(1):89–104. <https://doi.org/10.1007/s12011-016-0817-x>
  16. Мартинчик А.Н. *Нутрициология. Основы питания человека.* М. : ГЭОТАР-Медиа, 2025. - 504 с. DOI: 10.33029/9704-7782-3-NOP-2023-1-504.
  17. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023624622 Российская Федерация. *Содержание алюминия и кремния в пищевых продуктах и рационе населения Омской области:* № 2023624571 : заявл. 07.12.2023 : опубл. 13.12.2023 / Турчанинов Д.В., Брусенцова А.В., Гусева П.А., Козубенко О.В., Вильмс Е.А., Турчанинова М.С. и др.; заявитель ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России.
  18. Kelsay J.L., Behall K.M., Prather E.S. Effect of fiber from fruits and vegetables on metabolic responses of human subjects, II. Calcium, magnesium, iron, and silicon balances. *Am. J. Clin. Nutr.* 1979;32(9):1876–1880. <https://doi.org/10.1093/ajcn/32.9.1876>
  19. Robberecht H., Van Cauwenbergh R., Van Vlaslaer V., Hermans N. Dietary silicon intake in Belgium: Sources, availability from foods, and human serum levels. *Sci. Total Environ.* 2009;407(16):4777–4782. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.05.019>
  20. Anasuya A, Bapurao S, Paranjape PK. Fluoride and silicon intake in normal and endemic fluorotic areas. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 1996;10(3):149–155 [https://doi.org/10.1016/S0946-672X\(96\)80025-3](https://doi.org/10.1016/S0946-672X(96)80025-3)
  21. Chen F., Cole P., Wen L., Mi Z., Trapido E.J. Estimates of trace element intakes in Chinese farmers. *J. Nutr.* 1994;124(2):196–201. <https://doi.org/10.1093/jn/124.2.196>
  22. Козубенко О.В., Меньщикова Ю.В., Турчанинова М.С., Меньщикова М.П., Вильмс Е.А. Гигиеническая характеристика изменений пищевого статуса взрослого населения Омской области в период реализации национального проекта «Демография». *Фундаментальная и клиническая медицина.* 2024;9(3): 29–38. <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2024-9-3-29-38>
  23. Robberecht H., Van Cauwenbergh R., Van Vlaslaer V., Hermans N. Dietary silicon intake in Belgium: Sources, availability from foods, and human serum levels. *Sci. Total Environ.* 2009;407(16):4777–4782. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.05.019>

## References:

1. Jugdaohsingh R, Anderson SH, Tucker KL, Elliott H, Kiel DP, Thompson RP et al. Dietary silicon intake and absorption. *Am J Clin Nutr.* 2002;75(5):887–893. <https://doi.org/10.1093/ajcn/75.5.887>
2. Skripnikova I.A., Gur'ev A.V. Microelements in the prevention of osteoporosis: focus on silicon. *Osteoporosis and Bone Diseases.* 2014;17(2):36–40. (In Russ.) <https://doi.org/10.14341/osteo2014236-40>
3. Natarajan M, Selvam V, Swaminathan S. Srole of silicon in kidney, cardiovascular, bone health and implants in humans – a mini review. *World Journal of Pharmaceutical Research.* 6(16):1574–1586. <https://doi.org/10.20959/wjpr201716-10352>
4. Nielsen FH. Update on the possible nutritional importance of silicon. *J Trace Elem Med Biol.* 2014;28(4):379–382. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2014.06.024>
5. Dudek Ł, Kochman W, Dziedzic E. Silicon in prevention of atherosclerosis and other age-related diseases. *Front Cardiovasc Med.* 2024;11:1370536. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2024.1370536>
6. Martin KR. Silicon: the health benefits of a metalloid. *Met Ions Life Sci.* 2013;13:451–473. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7500-8\\_14](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7500-8_14)
7. Sripanyakorn S, Jugdaohsingh R, Dissayabutr W, Anderson SH, Thompson RP, Powell JJ. The comparative absorption of silicon from different foods and food supplements. *Br J Nutr.* 2009;102(6):825–834. <https://doi.org/10.1017/S0007114509311757>
8. Rakhmanin Yu.A., Egorova N.A., Krasovsky G.N., Mikhailova R.I., Alekseeva A.V. Silicon: its biological impact under dietary intake and hygienic standardization of its content in drinking water. A review. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(5): 492–498. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-5-492-498>
9. Sapozhnikov SP, Gordova VS. The role of silicon compounds in autoimmune processes development (a review). *Trace elements in medicine (Moscow).* 2013;14(3):3–13. (In Russ.). <https://doi.org/10.19112/2413-6174-2013-14-3-3-13>
10. Jugdaohsingh R. Silicon and bone health. *J Nutr Health Aging.* 2007;11(2):99–110. PMID: 17435952
11. Institute of Medicine (US) Panel on Micronutrients. *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc.* Washington (DC): National Academies Press (US); 2001. <https://doi.org/10.17226/10026>
12. Powell JJ, McNaughton SA, Jugdaohsingh R, Anderson SH, Dear J, Khot F, et al. A provisional database for the silicon content of foods in the United Kingdom. *Br J Nutr.* 2005;94(5):804–812. <https://doi.org/10.1079/bjn20051542>
13. Pennington JA. Silicon in foods and diets. *Food Addit Contam.* 1991;8(1):97–118. <https://doi.org/10.1080/02652039109373959>
14. McNaughton SA, Bolton-Smith C, Mishra GD, Jugdaohsingh R, Powell JJ. Dietary silicon intake in post-menopausal women. *Br J Nutr.* 2005;94(5):813–817. <https://doi.org/https://doi.org/10.1079/bjn20051548>
15. Choi MK, Kim MH. Dietary Silicon Intake of Korean Young Adult Males and Its Relation to their Bone Status. *Biol Trace Elem Res.* 2017;176(1):89–104. <https://doi.org/10.1007/s12011-016-0817-x>
16. Martinchik A.N. *Nutritsiologiya. Osnovy pitaniya cheloveka.* Moscow : GEOTAR-MediaPubl; 2025. (In Russ.). <https://doi.org/10.33029/9704-7782-3-NOP-2023-1-504>.
17. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii bazy dannyh № 2023624622 Rossijskaja Federacija. *Soderzhanie aljuminija i kremnija v pishhevyyh produktah i racione naselenija Omskoj oblasti:* № 2023624571 : zajavl. 07.12.2023 : opubl. 13.12.2023 / Turchaninov DV, Brusentsova AV, Guseva PA, Kozubenko OV, Vilms EA, Turchaninova MS et al.; zajavitel' FGBOU VO OmGMU Minzdrava Rossii. (In Russ.).
18. Kelsay JL, Behall KM, Prather ES. Effect of fiber from fruits and vegetables on metabolic responses of human subjects, II. Calcium, magnesium, iron, and silicon balances. *Am J Clin Nutr.* 1979;32(9):1876–1880. <https://doi.org/10.1093/ajcn/32.9.1876>
19. Robberecht H, Van Cauwenbergh R, Van Vlaslaer V, Hermans N. Dietary silicon intake in Belgium: Sources, availability from foods, and human serum levels. *Sci Total Environ.* 2009;407(16):4777–4782. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.05.019>
20. Anasuya A, Bapurao S, Paranjape PK. Fluoride and silicon intake in normal and endemic fluorotic areas. *J Trace Elem Med Biol.*

- 1996;10(3):149–155. [https://doi.org/10.1016/S0946-672X\(96\)80025-3](https://doi.org/10.1016/S0946-672X(96)80025-3)
21. Chen F, Cole P, Wen L, Mi Z, Trapidó EJ. Estimates of trace element intakes in Chinese farmers. *J Nutr.* 1994;124(2):196–201. <https://doi.org/10.1093/jn/124.2.196>
22. Kozubenko OV, Menshchikova YuV, Turchaninova MS, Menshchikov MP, Vilms EA. Hygienic characteristics of changes in the nutritional status of adult population in the Omsk region during the implementation of Demography national project. *Fundamental and Clinical Medicine.* 2024;9(3):29–38. (In Russ.). <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2024-9-3-29-38>
23. Robberecht H, Van Cauwenbergh R, Van Vlaslaer V, Hermans N. Dietary silicon intake in Belgium: Sources, availability from foods, and human serum levels. *Sci Total Environ.* 2009;407(16):4777–4782 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.05.019>

## Сведения об авторах

**Брусенцова Анна Владимировна** ✉, кандидат медицинских наук, доцент кафедры гигиены, питания человека федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**ORCID:** 0000-0002-8796-7526

**Турчанинова Мария Сергеевна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры гигиены, питания человека федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**ORCID:** 0000-0002-2823-607X

**Вильмс Елена Анатольевна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры эпидемиологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**ORCID:** 0000-0002-0263-044X

**Юнацкая Татьяна Алексеевна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры гигиены, питания человека федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**ORCID:** 0000-0002-1787-0550

## Authors

**Dr. Anna V. Brusentsova** ✉, MD, Cand. Sci. (Medicine), Associate Professor, Department of Hygiene and Human Nutrition, Omsk State Medical University.

**ORCID:** 0000-0002-8796-7526

**Dr. Maria S. Turchaninova**, MD, Cand. Sci. (Medicine), Associate Professor, Department of Hygiene and Human Nutrition, Omsk State Medical University.

**ORCID:** 0000-0002-2823-607X

**Dr. Elena A. Vilms**, MD, Cand. Sci. (Medicine), Associate Professor, Department of Epidemiology, Omsk State Medical University.

**ORCID:** 0000-0002-0263-044X

**Dr. Tatiana A. Yunatskaya**, MD, Cand. Sci. (Medicine), Associate Professor, Department of Hygiene and Human Nutrition, Omsk State Medical University.

**ORCID:** 0000-0002-1787-0550