

УДК 612.392

DOI: 10.15372/ChUR2022386

EDN: UKOQHJ

Химические элементы в продуктах питания населения севера России

Е. М. СТЕПАНОВА, Е. А. ЛУГОВАЯ

*Научно-исследовательский центр “Арктика” ДВО РАН,
Магадан (Россия)**E-mail: at-evgenia@mail.ru*

(Поступила 07.04.21; после доработки 26.08.21)

Аннотация

Для разработки рекомендаций оптимального потребления продуктов питания с учетом особенностей районов Крайнего Севера и региональной специфики минерального состава проанализировано содержание 25 химических элементов в продуктах питания местного происхождения и завезенных на территорию Магаданской области. Установлено, что в порции говядины, произведенной в Магадане, достоверно больше кальция, натрия и фосфора по сравнению с привозной говядиной. В печени говяжьей местного производства достоверно выше концентрации железа, йода, марганца, цинка. В образце магаданской свинины достоверно выше содержание меди ($p = 0.01$) и железа ($p = 0.1$) по сравнению с завезенной продукцией. При оценке содержания микроэлементов в овощах, выращенных в регионе, определено, что по сравнению с привозной в магаданской моркови выше содержание селена, в огурцах – калия, меди и марганца, в свекле – селена и цинка, а порция выращенной в Магадане свежей свеклы способна полностью удовлетворить суточную потребность в марганце. Во всех анализируемых пробах овощей, завезенных из Китая, содержание никеля выше по сравнению с образцами местной продукции. Кроме того, в китайской моркови достоверно выше концентрации бора и кобальта, в томатах и огурцах – хрома и ванадия, в то время как содержание кремния больше в магаданских овощах. При этом превышения допустимых уровней токсичных элементов для всех исследованных образцов не обнаружено.

Ключевые слова: пищевые продукты, содержание химических элементов, суточная потребность, человек, север

ВВЕДЕНИЕ

Одно из приоритетных направлений работы Правительства Российской Федерации – реализация программ, направленных на повышение продолжительности и качества жизни населения, улучшение здоровья, повышение рождаемости и т. п. (национальные проекты “Здравоохранение”, “Демография”, “Наука”). Достижение данных целей связывается в том числе и с полноценным питанием населения. Степень дискомфорта среды проживания накладывает свои требования к составлению диетических программ.

По аналитическим и статистическим материалам ежегодного статистического бюллетеня Федеральной службы государственной статистики можно оценить уровень и структуру потребления основных продуктов питания по домашним хозяйствам городской и сельской местности. Так, в динамике потребления продуктов населением России в домашних хозяйствах городской местности доля потребления (на потребителя в год) овощей и бахчевых составила 82.4 кг в 2000 г. и 103.9 кг в 2019 г., фруктов и ягод – 30.4 и 77.4 кг, мяса и мясопродуктов – 52.3 и 93.0 кг соответственно. При этом в городской местности Магаданской области доля по-

ребления овощей и бахчевых снизилась с 96.0 кг в 2018 г. до 78.3 кг в 2019 г. (на потребителя в год), фруктов и ягод – с 77.0 до 76.1 кг, мяса и мясопродуктов – со 106.8 кг до 98.7 кг соответственно [1]. Отметим, что, согласно рекомендуемым нормам потребления пищевых продуктов, отвечающим современным требованиям здорового питания, утвержденным приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 19 августа 2016 г. № 614, доля потребления на человека в год овощей и бахчевых составляет 140 кг, фруктов свежих – 100 кг, мяса и мясопродуктов – 79 кг [2].

Магаданская область в силу климатогеографического положения зависима от поставок продовольствия. Доля импортной продукции в поставках мяса составляет 84 %. В среднем жители региона потребляют около 49 % от рекомендованных ФИЦ Питания и биотехнологии (ранее НИИ питания РАМН) норм потребления огурцов, томатов и зеленых культур, причем в балансе потребления доля собственного производства составляет 48 %. В целях удовлетворения потребностей населения области в охлажденном мясе и овощах закрытого грунта, а также решения задач по импортозамещению с 2014 г. Правительством Магаданской области в качестве приоритета признано развитие молочного и мясного скотоводства, производства мяса птицы, свинины, овощей закрытого и открытого грунта. Одной из важнейших задач продовольственной безопасности территории является обеспечение жителей доступными и качественными продуктами питания местного производства [3].

Все изложенное выше, несомненно, имеет важное значение, поскольку именно пищевые продукты служат ценным источником макро- и микронутриентов, влияющих на состояние организма в целом и на активность его отдельных функциональных систем. Минеральные вещества не обладают такой энергетической ценностью, как белки, жиры и углеводы, но участвуют в обмене веществ, поддержании водно-солевого и кислотно-щелочного равновесия. Основным источником поступления элементов (около 70 %) в организм человека – пищевые продукты, поэтому для оценки их безопасности и пищевой ценности необходимо осуществлять контроль их элементного состава [4].

Известно, что по сравнению с пришлым населением аборигенные (коренные) жители многих регионов практически не имеют хронических заболеваний, связанных с серьезными наруше-

ниями работы желудочно-кишечного тракта и остальных систем организма, за исключением эндемического зоба, уролитиаза и некоторых других. Считается, что местное питание компенсирует дефицит многих эссенциальных (незаменимых) веществ во внешней среде, особенно в воде, и служит своеобразным адаптивным механизмом. Особенно это актуально для северных и арктических территорий, где доля коренного населения составляет всего 4–10 %, остальное – пришлое и потомки пришлого населения (укоренившиеся), для которых адаптация к экстремальным условиям происходит очень напряженно.

Цель настоящего исследования – сравнительный анализ элементного профиля некоторых пищевых продуктов, произведенных и выращенных на территории Магаданской области и ввезенных сюда из других регионов или стран, а также оценка содержания в них макро- и микроэлементов в аспекте удовлетворения адекватного уровня суточной потребности взрослого человека.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Проведен макро- и микроэлементный анализ проб мяса и мясопродуктов местного производства (Магадан) и ввезенных из-за рубежа (Бразилия), овощей (Магадан, Китай) и фруктов (Россия, Китай). Число проб каждого объекта исследования равно 10, масса пробы мышечной и растительной ткани – 50 г, каждая проба упакована в полипропиленовую тару. Образцы мяса и мясопродуктов местного производства направлялись в лабораторию в охлажденном виде, импортные – в замороженном, образцы овощей и фруктов – в сыром виде. Определение содержания макро- и микроэлементов проводили в трехкратной повторности с фиксированием среднего значения. Методами атомно-эмиссионной спектроскопии (АЭС-ИСП) и масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой (МС-ИСП) с использованием спектрометров Optima 2000 DV и NexION 300D (Perkin Elmer, США) согласно Методических указаний МУК 4.1.985-00 “Определение содержания токсичных элементов в пищевых продуктах и продовольственном сырье. Методика автоклавной пробоподготовки” в рамках договора о научно-практическом сотрудничестве в ООО “Микронутриенты” (Москва) определяли содержание в исследуемых объектах следующих макро- и микроэлементов: алюминия (Al), мышьяка (As),

бора (В), кальция (Ca), кадмия (Cd), кобальта (Co), хрома (Cr), меди (Cu), железа (Fe), ртути (Hg), йода (I), калия (K), лития (Li), магния (Mg), марганца (Mn), натрия (Na), никеля (Ni), фосфора (P), свинца (Pb), селена (Se), кремния (Si), олова (Sn), сурьмы (Sr), ванадия (V), цинка (Zn). В статистическом анализе полученных данных о содержании химических элементов в образцах применяли методы параметрической статистики: расчет среднего и ошибки измерения ($M \pm m$), нормальности распределения частот. Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принималось при $p < 0.05$. Степень удовлетворения суточной потребности взрослого человека в макро- и микроэлементах при включении в рацион питания исследуемых пищевых продуктов определяли на основе расчета концентрации элементов в порции 100 г сырого продукта в соответствии с Нормами физиологических по-

требностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации, приведенными в Методических рекомендациях МР 2.3.1.2432-08 [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 1 представлены средние значения содержаний эссенциальных макроэлементов в наиболее часто употребляемых жителями Магадана мясных пищевых продуктах, мясопродуктах и в некоторых продуктах растительного происхождения местного производства, а также привезенных в регион из-за рубежа или других регионов России. Достоверно значимые различия (при $p < 0.05$) в содержании макроэлементов выявлены практически во всех парных сравнениях анализируемых образцов. Отметим, что расчет степени удовлетворения суточной потребности в макро- и микроэлементах организма взрослого человека

ТАБЛИЦА 1

Содержание макроэлементов в некоторых продуктах питания животного и растительного происхождения ($M \pm m$, мкг/г)

| Пищевой продукт | Химический элемент | | | | | Степень удовлетворения суточной потребности взрослого человека, % в 100 г проанализированного продукта | | | | |
|----------------------------|--------------------|-----------|------------|------------|------------|--|------|------|------|------|
| | Ca | K | Mg | Na | P | Ca | K | Mg | Na | P |
| Мясо и мясопродукты | | | | | | | | | | |
| Свинина (Магадан) | 84.84±7.48 | 3259±326 | 251±25 | 624±62 | 2209±221 | 0.7 | 13.0 | 6.3 | 4.8 | 27.6 |
| Свинина (Бразилия) | 180±18* | 4047±405* | 248±24.8 | 1192±119* | 1763±176 | 1.4 | 16.2 | 6.2 | 9.2 | 22.0 |
| Говядина (Магадан) | 201±20* | 2908±291 | 209±21 | 3347±335* | 2037±204* | 1.6 | 11.6 | 5.2 | 25.8 | 25.5 |
| Говядина (Бразилия) | 91.15±9.12 | 4356±437* | 369±37* | 755±76 | 1645±165 | 0.7 | 17.4 | 9.2 | 5.8 | 20.6 |
| Печень говяжья (Магадан) | 128±12.8* | 3717±372* | 207±21* | 840±84* | 3827±383 | 1.0 | 14.9 | 5.2 | 6.5 | 47.8 |
| Печень говяжья (Бразилия) | 49.44±4.94 | 2473±247 | 162±16 | 620±62 | 3642±364 | 0.4 | 9.9 | 4.1 | 4.7 | 45.5 |
| Куриная грудка (Магадан) | 44.05±4.41 | 3396±340 | 316±32 | 470±47 | 2494±249 | 0.4 | 13.6 | 7.9 | 3.6 | 31.2 |
| Куриная грудка (Бразилия) | 45.68±4.57 | 3506±351 | 343±34 | 453±45 | 2631±263 | 0.4 | 14.0 | 8.6 | 3.5 | 32.9 |
| Овощи | | | | | | | | | | |
| Морковь (Магадан) | 112±11 | 999±100 | 45.23±4.52 | 396±40 | 180±18 | 0.9 | 4.0 | 1.1 | 3.0 | 2.3 |
| Морковь (Китай) | 475±48* | 5190±52* | 259±26* | 487±49 | 925±93* | 3.8 | 20.8 | 6.5 | 3.7 | 11.6 |
| Свекла (Магадан) | 229±23* | 4749±475* | 417±24* | 268±27 | 695±70* | 1.8 | 19.0 | 10.4 | 2.1 | 8.7 |
| Свекла (Китай) | 159±16 | 3684±36.8 | 263±26 | 285±29 | 438±44 | 1.3 | 14.7 | 6.6 | 2.2 | 5.5 |
| Томаты (Магадан) | 73.36±7.34 | 2333±233 | 92.25±9.23 | 28.12±2.82 | 185±18 | 0.6 | 9.3 | 2.3 | 0.2 | 2.3 |
| Томаты (Китай) | 143±14* | 3618±362* | 204±20* | 60.72±6.1 | 396±40* | 1.1 | 14.5 | 5.1 | 0.5 | 5.0 |
| Огурец (Магадан) | 202±20 | 3038±304* | 151±15 | 13.45±1.4 | 507±51 | 1.6 | 12.2 | 3.8 | 0.1 | 6.3 |
| Огурец (Китай) | 251±25 | 2247±2.25 | 126±13 | 19.33±2* | 502±50 | 2.0 | 9.0 | 3.2 | 0.1 | 6.3 |
| Фрукты | | | | | | | | | | |
| Яблоко (Краснодар) | 49.49±4.95* | 924±92 | 67.51±6.75 | 7.14±0.71 | 123±12* | 0.4 | 3.7 | 1.7 | 0.1 | 1.5 |
| Яблоко (Китай) | 35.86±3.59 | 1024±102 | 79.28±7.93 | 20.05±2* | 63.25±6.33 | 0.3 | 4.1 | 2.0 | 0.2 | 0.8 |

Примечание. Здесь и в табл. 2: степень удовлетворения суточной потребности рассчитана с учетом адекватного уровня потребления в соответствии с Нормами физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации (Методические рекомендации МР 2.3.1.243208).

* Достоверно большее содержание макро- и микроэлементов (при $p < 0.05$) при сравнении одноименных продуктов.

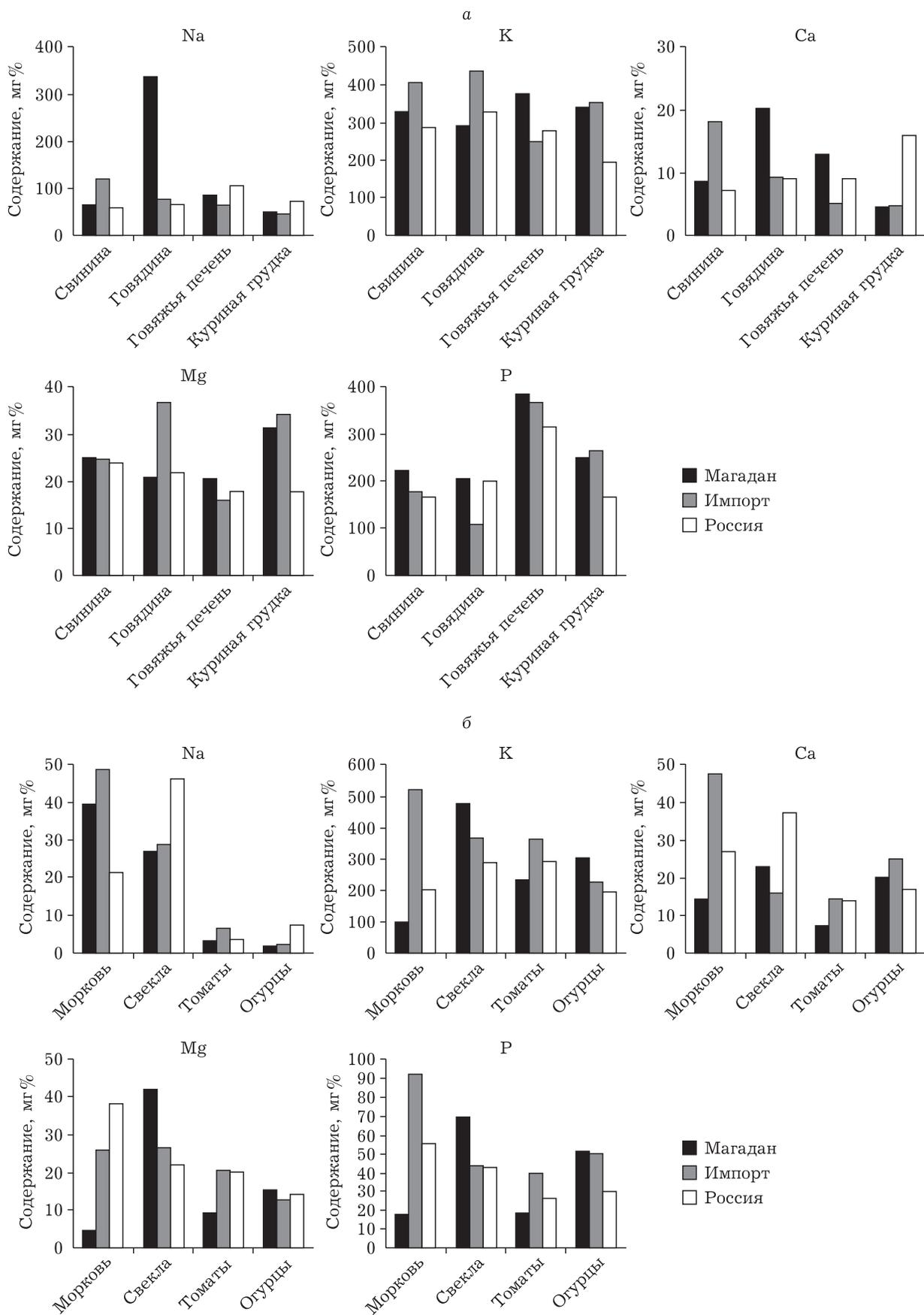


Рис. 1. (Начало).

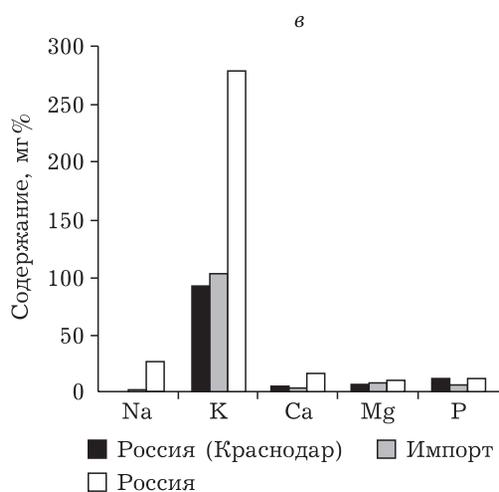


Рис. 1. (Окончание). Содержание макроэлементов в некоторых продуктах питания животного и растительного происхождения, произведенных и выращенных в Магадане и ввезенных на территорию региона, в сравнении со значениями, приведенными в [6] (мг%): мясе и мясопродуктах (а), овощах (б) и фруктах (в).

производился для 100 г свежей (сырой) продукции, поскольку оценка потерь при кулинарной обработке не входила в круг решаемых нами задач. Согласно данным [6], потери минеральных веществ в готовых продуктах, подвергшихся термической обработке, не превышают 10 %.

В импортной свинине обнаружено достоверно больше кальция, калия и натрия; различий в концентрациях магния и фосфора не выявлено. При этом суточная потребность взрослого человека в макроэлементах при употреблении порции свинины (100 г) покрывается незначительно и только по фосфору превышает 20 %. Достоверно больше кальция, натрия и фосфора содержится в порции говядины, произведенной в Магадане: суточная потребность человека в этих элементах удовлетворяется на 2, 26 и 25 % соответственно. Содержание калия и магния выше в привозной говядине, при этом порция говядины покрывает суточную потребность в них на 17 и 9 % соответственно. В печени говяжьей магаданского происхождения достоверно выше концентрации всех макроэлементов за исключением фосфора – достоверно значимых различий в его концентрации в печени местного производства и ввезенной в регион не выявлено. В пробах грудки куриной достоверно значимых различий не выявлено. Обращает на себя внимание, что процент удовлетворения суточной потребности взрослого человека в макроэлементах при употреблении порции анализируемых видов мяса и мясопродуктов в целом незначителен (см. табл. 1).

При анализе содержания макроэлементов в овощах, выращенных в регионе и ввезенных из других территорий, обнаружено достоверно большее содержание кальция, калия, магния, фосфора в китайских образцах моркови, свеклы, томатов. В огурцах, выращенных в Магадане, достоверно выше содержание калия, в привезенных из Китая – натрия, по остальным макроэлементам значимых различий не обнаружено. Степень удовлетворения суточной потребности взрослого человека в 100 г исследованного продукта незначительна для всех анализируемых образцов и не превышает четверти от нормативного значения (см. табл. 1) [5]. В пробе яблок из Краснодара достоверно выше концентрация кальция и фосфора, из Китая – натрия. Степень удовлетворения суточной потребности взрослого человека в элементах также незначительна.

При сравнении полученных данных со значениями, приведенными в справочнике химического состава российских пищевых продуктов НИИ питания РАМН (далее справочник) [6], установлено их различие (рис. 1).

Это может быть связано с различием видов и пород животных и птицы, характером вскармливания животных и птицы, удобрения почв, на которых выращиваются овощи и фрукты. Кроме того, вероятно, имеют значения различия в сезоне убоя животных и птицы, сбора урожая, а также непосредственно методика лабораторного определения макро- и микроэлементов в пищевых продуктах.

Данные по содержанию эссенциальных микроэлементов в мясных пищевых продуктах, мясопродуктах, овощах и фруктах местного производства и ввезенных на территорию региона представлены в табл. 2.

Половину суточной потребности взрослого человека в цинке удовлетворяет свинина как местного убоя, так и ввезенная на территорию региона и реализуемая населению. Также порция 100 г свинины импортной покрывает суточную потребность в йоде, при этом его концентрация достоверно выше по сравнению с пробой свинины магаданской на уровне значимости $p = 0.01$. В образце магаданской свинины достоверно выше содержание меди ($p = 0.01$) и железа ($p = 0.1$). Более 50 % суточной потребности человека в цинке способна удовлетворить порция импортной говядины, при этом содержание Zn достоверно значимо выше по сравнению с пробой говядины местного производства на уровне значимости $p = 0.01$. Аналогично порции свинины, импортная говядина богата йодом: его

ТАБЛИЦА 2
Содержание эссенциальных микроэлементов в некоторых продуктах питания животного и растительного происхождения ($M \pm m$, мкг/г)

| Пищевой продукт | Химический элемент | | | | | | | | | | Степень удовлетворения суточной потребности взрослого человека, % в 100 г проанализированного продукта | |
|----------------------------|--------------------|-------------|----------------|--------------|---------------|--------------|------|-----------|------|------|--|------|
| | Cu | Fe | I | Mn | Se | Zn | Cu | Fe | I | Mn | | Se |
| Мясо и мясопродукты | | | | | | | | | | | | |
| Свинина (Магадан) | 1.32±0.13* | 18.77±1.88* | 0.064±0.01 | 0.138±0.017 | 0.198±0.024 | 60.08±6.01 | 13.2 | 19/12.6 | 4.3 | 0.7 | 28.3 | 50.1 |
| Свинина (Бразилия) | 0.089±0.01 | 12.13±1.21 | 2.61±0.26* | 0.36±0.04* | 0.21±0.02 | 58.56±5.86 | 0.8 | 12/8 | >100 | 1.8 | 30 | 48.8 |
| Говядина (Магадан) | 4.31±0.43* | 38.56±3.86 | 0.016±0.002 | 0.342±0.041* | 0.099±0.015 | 47.39±4.74 | 43.1 | 39/26 | 1.1 | 1.7 | 14.1 | 39.5 |
| Говядина (Бразилия) | 0.47±0.05 | 30.88±3.09 | 1.2±0.12* | 0.09±0.01 | 0.09±0.01 | 82.44±8.24* | 4.7 | 31/20.6 | 80 | 0.5 | 12.9 | 68.7 |
| Печень говяжья (Магадан) | 3.53±0.35 | 94.91±9.49* | 0.64±0.06* | 2.76±0.28* | 0.21±0.02 | 55.85±5.59* | 35.3 | 95/63.2 | 42.7 | 13.8 | 30 | 46.5 |
| Печень говяжья (Бразилия) | 2.17±2.2* | 54.2±5.42 | 0.133±0.016 | 2.05±0.21 | 0.237±0.028 | 43.43±4.34 | >100 | 54/36 | 8.9 | 10.3 | 33.9 | 36.2 |
| Куриная грудка (Магадан) | 0.383±0.046 | 4.67±0.47 | 0.099±0.015 | 0.103±0.012 | 0.064±0.01 | 0.124±0.015* | 3.8 | 4.7/3.1 | 6.6 | 0.5 | 9.1 | 0.1 |
| Куриная грудка (Бразилия) | 0.395±0.047 | 4.85±0.48 | 0.222±0.027* | 0.16±0.019* | 0.124±0.015* | 0.064±0.01 | 4 | 4.9/3.2 | 14.8 | 0.8 | 17.7 | 0.05 |
| Овощи | | | | | | | | | | | | |
| Морковь (Магадан) | 0.232±0.028 | 3.04±0.3 | 0.028±0.004 | 0.528±0.063 | 0.077±0.012* | 3.02±0.3 | 2.3 | 3/2 | 1.9 | 2.6 | 11 | 2.5 |
| Морковь (Китай) | 0.88±0.09* | 132±13* | 0.07±0.01* | 5.37±0.54* | 0.0039±0.0004 | 7.33±0.7* | 8.8 | >100/88 | 4.7 | 26.9 | 0.6 | 6.1 |
| Свекла (Магадан) | 1.16±0.12 | 8.6±0.86 | 0.012±0.002 | 15.71±1.57* | 0.148±0.018* | 5.8±0.58* | 11.6 | 8.6/5.7 | 0.8 | 78.6 | 21.1 | 4.8 |
| Свекла (Китай) | 0.95±0.10 | 20.59±2.06* | 0.03±0.003* | 4.12±0.41 | 0.0039±0.0004 | 3.78±0.38 | 9.5 | 20.6/13.7 | 2 | 20.6 | 0.6 | 3.2 |
| Томаты (Магадан) | 0.322±0.039 | 1.46±0.15 | 0.0048±0.00096 | 0.262±0.031 | 0.075±0.011* | 0.738±0.089 | 3.2 | 1.5/1 | 0.3 | 1.31 | 10.7 | 0.6 |
| Томаты (Китай) | 0.79±0.08* | 5.22±0.52* | 0.05±0.01 | 0.96±0.10* | 0.006±0.001 | 1.96±0.20* | 7.9 | 5.2/3.5 | 3.3 | 4.8 | 0.9 | 1.6 |
| Огурец (Магадан) | 0.42±0.04* | 3.8±0.38 | 0.02±0.002 | 1.45±0.15* | 0.0039±0.0004 | 2.35±0.24 | 4.2 | 3.8/2.5 | 1.3 | 7.3 | 0.6 | 2 |
| Огурец (Китай) | 0.28±0.03 | 3.65±0.37 | 0.04±0.004* | 0.88±0.09 | 0.0039±0.0004 | 1.97±0.20 | 2.8 | 3.7/2.4 | 2.7 | 4.4 | 0.6 | 1.6 |
| Фрукты | | | | | | | | | | | | |
| Яблоко (Краснодар) | 0.326±0.039* | 3.24±0.32 | 0.065±0.01* | 0.203±0.024 | 0.012±0.002 | 0.703±0.084* | 3.3 | 3.2/2.1 | 4.3 | 1 | 1.7 | 0.6 |
| Яблоко (Китай) | 0.072±0.011 | 4.65±0.47* | 0.021±0.003 | 0.459±0.055* | 0.047±0.007* | 0.336±0.04 | 0.7 | 4.7/3.1 | 1.4 | 2.3 | 6.7 | 0.3 |

Примечание. Обозн. см. табл. 1.

* Достоверно большее содержание макро- и микроэлементов (при $p < 0.05$) при сравнении одноименных продуктов.

содержание в 100 г покрывает суточную потребность в элементе на 80 %. В печени говяжьей местного производства достоверно выше концентрации железа, йода, марганца, цинка; суточную потребность организма человека в элементах этот продукт удовлетворяет на 95 (63 % для женщины), 43, 14, 47 % соответственно. Импортная печень говяжья чрезвычайно богата медью, содержание ее значимо выше аналогичного значения для магаданского образца ($p = 0.01$). При сравнении образцов местной и ввезенной в регион куриной грудки очевидны достоверные различия в содержании цинка (выше в первом случае), йода, марганца, селена (выше во втором случае, см. табл. 2). Однако в целом 100 г этого пищевого продукта не способно должным образом покрыть суточную потребность взрослого человека в эссенциальных микроэлементах.

При оценке содержания микроэлементов в овощах, выращенных в Магаданской области и ввезенных из других территорий (см табл. 2), обнаружено достоверно значимое различие содержаний меди, железа, марганца, йода, цинка – выше в китайской моркови ($p = 0.01$), селена – выше в магаданской моркови ($p = 0.01$). При этом отметим, что порция 100 г свежей китайской моркови покрывает суточную потребность организма мужчины в железе более чем на 100 %, женщины – на 88 %, а средняя концентрация железа в китайской моркови выше приведенной в справочнике [6] в 19 раз. В магаданской свекле достоверно выше концентрации марганца, селена и цинка, в китайской – железа и йода. Однако в значительной степени только порция свежей свеклы, выращенной в Магадане, способна удовлетворить потребность в единственном элементе – марганце; суточную потребность организма в остальных микроэлементах порция свеклы покрывает в незначительной степени. Содержание меди, железа, марганца и цинка выше в томатах, выращенных в Китае, селена – в магаданских образцах. Содержание меди и марганца в огурцах, напротив, выше для выращенных в Магадане. Удовлетворить суточную потребность в эссенциальных микроэлементах при этом невозможно (меньше 10 %).

Схожая картина наблюдается также и для образцов свежих яблок российского и импортного происхождения: достоверно различно содержание всех эссенциальных микроэлементов, при этом степень удовлетворения суточной потребности в них минимальна.

Содержание анализируемых условно эссенциальных элементов в некоторых продуктах питания приведено в табл. 3.

Наибольшее содержание бора, лития и ванадия зафиксировано в пробе китайской моркови – 411, 5 и 17 мкг% соответственно; порция 100 г покрывает суточную потребность организма взрослого человека в этих элементах на 21, 5 и более чем на 100 % соответственно от адекватного уровня потребления [5]. Больше всего кобальта содержится в порции импортной печени говяжьей – 7.8 мкг%, что составляет 78 % суточной потребности организма в элементе. Наибольшая концентрация хрома наблюдается в импортной свинине – 38 мкг%, что соответствует 76 % от адекватного уровня потребления. Наибольшее содержание кремния установлено в пробе ввезенной в регион импортной куриной грудки и составляет 4976 мкг%, что соответствует 99.5 % от суточной потребности человека в нем. Анализируя продукты растительного происхождения, отметим, что концентрации бора и кобальта достоверно значимо выше в китайской моркови, томатах и огурцах; хрома и ванадия – в китайских моркови, свекле, томатах; никеля – во всех анализируемых пробах овощей из Китая, в то время как содержание кремния больше в магаданских овощах.

Полученные данные о концентрации токсичных микроэлементов в мясных пищевых продуктах, мясопродуктах, овощах и фруктах местного производства и ввезенных на территорию региона сопоставляли с Единными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) (с изменениями на 10 мая 2018 г.; редакция, действующая с 1 июня 2019 г.) и гигиеническими требованиями безопасности к пищевой продукции согласно Техническому регламенту Таможенного союза “О безопасности пищевой продукции” (ТР ТС 021/2011) [7, 8]. Превышение допустимых уровней токсичных элементов в исследованных образцах не обнаружено (табл. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволило определить абсолютное содержание эссенциальных, условно эссенциальных и токсичных химических элементов в наиболее часто встречающихся в ежедневном рационе питания населения севера России позициях мясной, овощной и фруктовой продукции местного производства и ввезенной на территорию Магаданской области из других регионов и стран. Благодаря этому рассчитана степень удовлетворения рекомендуемой суточной потребности человека в минералах при вклю-

ТАБЛИЦА 3

Содержание условно эссенциальных микроэлементов в некоторых продуктах питания животного и растительного происхождения ($M \pm m$, мкг/г)

| Пищевой продукт | Химический элемент | | | | | | | |
|---------------------------|----------------------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|-----------------|-------------------|----|
| | B | Co | Cr | V | Si | Li | Ni | Ni |
| | Мясо и мясопродукты | | | | | | | |
| Свинина (Магадан) | 0.118±0.014 | 0.0034±0.00067 | 0.331±0.04 | 0.0023±0.00046 | 31.99±3.2 | 0.0031±0.00062 | 0.13±0.016 | |
| Свинина (Бразилия) | 0.12±0.01 | 0.004±0.0004 | 0.38±0.04 | 0.04±0.004* | 29.45±0.29 | 0.004±0.0004 | 0.18±0.02* | |
| Говядина (Магадан) | 0.155±0.019 | 0.0065±0.001* | 0.168±0.02 | 0.02±0.002 | 29.68±2.97* | 0.0089±0.00177* | 0.215±0.026* | |
| Говядина (Бразилия) | 0.13±0.013 | 0.004±0.0004 | 0.17±0.02 | 0.04±0.004* | 12.85±1.29 | 0.005±0.001 | 0.07±0.007 | |
| Печень говяжья (Магадан) | 0.32±0.032* | 0.06±0.001 | 0.33±0.003* | 0.04±0.004* | 24.58±2.46 | 0.006±0.001* | 0.14±0.01* | |
| Печень говяжья (Бразилия) | 0.021±0.003 | 0.078±0.012 | 0.129±0.015 | 0.002±0.0004 | 28.16±2.82 | 0.0022±0.00045 | 0.081±0.012 | |
| Куриная грудка (Магадан) | 0.1±0.012 | 0.0015±0.0003 | 0.062±0.009* | 0.0036±0.0004 | 38.34±3.83 | 0.0013±0.00025 | 0.014±0.002 | |
| Куриная грудка (Бразилия) | 0.183±0.022* | 0.0014±0.00029 | 0.018±0.003 | 0.0037±0.00074 | 49.76±4.98* | 0.0027±0.00054* | 0.015±0.002 | |
| | Овощи | | | | | | | |
| Морковь (Магадан) | 1.26±0.13 | 0.0021±0.00043 | 0.0069±0.001 | 0.0031±0.00063 | 23.98±2.4* | 0.0017±0.00034 | 0.048±0.007 | |
| Морковь (Китай) | 4.11±0.41* | 0.07±0.01* | 0.09±0.01* | 0.17±0.017* | 10.69±1.07 | 0.05±0.005 | 0.24±0.02* | |
| Свекла (Магадан) | 2.78±0.28* | 0.044±0.007* | 0.017±0.003 | 0.0071±0.00142 | 28.79±2.88* | 0.018±0.003* | 0.16±0.019 | |
| Свекла (Китай) | 1.91±0.19 | 0.02±0.002 | 0.37±0.04* | 0.05±0.005* | 9.38±0.94 | 0.01±0.001 | 0.35±0.04* | |
| Томаты (Магадан) | 0.587±0.07 | 0.0013±0.00025* | 0.017±0.003 | 0.0011±0.00022 | 13.45±1.35* | <0.0008 | 0.015±0.002 | |
| Томаты (Китай) | 1.07±0.11* | 0.007±0.001 | 0.3±0.03* | 0.02±0.002* | 8.26±0.83 | 0.0002±0.00002 | 0.27±0.03* | |
| Огурец (Магадан) | 0.61±0.06 | 0.0006±0.0001 | 0.05±0.005 | 0.0036±0.0004 | 6.62±0.66 | 0.03±0.003* | 0.007±0.0001 | |
| Огурец (Китай) | 0.89±0.09* | 0.001±0.0001* | 0.05±0.005 | 0.0036±0.0004 | 6.94±0.69 | 0.02±0.002 | 0.008±0.0001* | |
| | Фрукты | | | | | | | |
| Яблоко (Краснодар) | 2.48±0.25 | 0.0009±0.00028 | 0.0069±0.001 | 0.0007±0.0002 | 27.03±2.7 | 0.0029±0.00058 | 0.039±0.006* | |
| Яблоко (Китай) | 2.29±0.23 | 0.0022±0.00045* | 0.022±0.003* | 0.0006±0.00018 | 26.85±2.69 | 0.0044±0.00088 | 0.023±0.003 | |
| АУП | 2.0 мг | 10 мкг | 50 мкг | 15 мкг | 5.0 мг | 100 мкг | Нет данных | |

Примечание. АУП – адекватный уровень потребления.

* Достоверно большее содержание макро- и микроэлементов (при $p < 0.05$) при сравнении одноименных продуктов.

ТАБЛИЦА 4

Содержание токсичных микроэлементов в некоторых продуктах питания животного и растительного происхождения ($M \pm m$, мкг/г)

| Пищевой продукт | Химический элемент | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------|-------------------|--|--|--|
| | Al | As | Cd | Hg | Pb | Sn | Sr | | | |
| Мясо и мясопродукты | | | | | | | | | | |
| Свинина (Магадан) | 0.532±0.064 | 0.0014±0.00027 | 0.0013±0.00026 | 0.0036±0.0004 | 0.0024±0.00048 | 0.0049±0.00097 | 0.053±0.008 | | | |
| Свинина (Бразилия) | 2.52±0.25* | 0.006±0.001* | 0.0048±0.0001* | 0.0036±0.0004 | 0.03±0.003* | 0.05±0.005* | 0.27±0.027* | | | |
| Говядина (Магадан) | 9.38±0.94* | 0.011±0.002 | 0.0008±0.00024 | 0.0036±0.0004 | 0.021±0.003* | 0.0058±0.00115 | 0.418±0.05* | | | |
| Говядина (Бразилия) | 0.6±0.06 | 0.008±0.001 | 0.00048±0.0001 | 0.0036±0.0004 | 0.005±0.001 | 0.01±0.001* | 0.11±0.011 | | | |
| Куриная грудка (Магадан) | 0.549±0.066 | 0.0068±0.00137* | 0.0005±0.0001 | 0.0036±0.0003 | 0.0047±0.00094 | 0.0028±0.00057 | 0.045±0.007 | | | |
| Куриная грудка (Бразилия) | 0.743±0.089* | 0.0029±0.00057 | 0.0005±0.0001 | 0.0037±0.00074 | 0.0066±0.00131 | 0.0024±0.00047 | 0.064±0.01 | | | |
| ВДУ (мясо), мг/кг, не более | Нет данных | 0.1 | 0.05 | 0.03 | 0.5 | Нет данных | Нет данных | | | |
| Печень говяжья (Магадан) | 2.16±0.22* | 0.01±0.001* | 0.007±0.001 | 0.0036±0.0004 | 0.03±0.003* | 0.04±0.004* | 0.18±0.02* | | | |
| Печень говяжья (Бразилия) | 0.714±0.086 | 0.0034±0.00068 | 0.015±0.002* | 0.0036±0.0004 | 0.013±0.002 | 0.0061±0.00122 | 0.064±0.01 | | | |
| ВДУ (печень), мг/кг, не более | Нет данных | 1.0 | 0.3 | 0.1 | 0.6 | Нет данных | Нет данных | | | |
| Овощи | | | | | | | | | | |
| Морковь (Магадан) | 1.25±0.12 | 0.0011±0.00022 | 0.0027±0.00054 | 0.0036±0.0004 | 0.0096±0.00192 | 0.0045±0.00091 | 0.935±0.112 | | | |
| Морковь (Китай) | 55.87±5.59* | 0.04±0.004* | 0.01±0.001* | 0.0036±0.0004 | 0.07±0.001* | 0.03±0.003* | 4.13±0.041* | | | |
| Свекла (Магадан) | 2.76±0.28 | 0.0023±0.00046 | 0.02±0.003* | 0.0036±0.0004 | 0.0085±0.0017 | 0.023±0.003* | 2.84±0.28 | | | |
| Свекла (Китай) | 11.74±1.17* | 0.008±0.001* | 0.007±0.001 | 0.0036±0.0004 | 0.01±0.001 | 0.002±0.0002 | 2.56±0.26 | | | |
| Томаты (Магадан) | 0.557±0.067* | 0.025±0.00049* | 0.0018±0.00035 | 0.0036±0.0004 | 0.0043±0.00086* | 0.0009±0.00027 | 0.183±0.022 | | | |
| Томаты (Китай) | 0.35±0.035 | 0.0006±0.0001 | 0.004±0.0004* | 0.0036±0.0004 | 0.002±0.0002 | 0.004±0.0004* | 0.74±0.074* | | | |
| Огурец (Магадан) | 0.19±0.019 | 0.0004±0.00004 | 0.00048±0.0001 | 0.0036±0.0004 | 0.003±0.0003* | 0.0006±0.0001 | 0.88±0.09 | | | |
| Огурец (Китай) | 0.41±0.041* | 0.001±0.0001* | 0.00048±0.0001 | 0.0036±0.0004 | 0.001±0.0001 | 0.002±0.0002* | 2.58±0.26* | | | |
| ВДУ мг/кг, не более | Нет данных | 0.2 | 0.03 | 0.02 | 0.5 | Нет данных | Нет данных | | | |
| Фрукты | | | | | | | | | | |
| Яблоко (Краснодар) | 1.76±0.18 | 0.0004±0.00012 | 0.0005±0.0001 | 0.0036±0.0004 | 0.0086±0.00173 | 0.0036±0.00073 | 0.106±0.013* | | | |
| Яблоко (Китай) | 1.50±0.15 | 0.0017±0.00033* | 0.0013±0.00026* | 0.0036±0.0004 | 0.019±0.003* | 0.0054±0.00108 | 0.054±0.008 | | | |
| ВДУ мг/кг, не более | Нет данных | 0.2 | 0.03 | 0.02 | 0.4 | Нет данных | Нет данных | | | |

Примечание. ВДУ – верхний допустимый уровень.* Достоверно большее содержание макро- и микроэлементов (при $p < 0.05$) при сравнении одноименных продуктов.

чении мясной и плодово-овощной пищевой продукции в ежедневный рацион питания, а также проанализированы различия в элементном профиле продукции разного происхождения.

Различия в содержании макроэлементов в мясе и мясной продукции очевидны, но нельзя однозначно говорить о том, что содержание кальция, калия, магния, натрия и фосфора во всех исследуемых образцах местного производства выше, как предполагалось на стадии формирования гипотезы исследования. Вместе с тем практически в одинаковой степени продукты разного происхождения удовлетворяют суточную потребность взрослого человека в макроэлементах. Отметим, что употребление в пищу мяса и мясопродуктов более чем на 20 % покрывает суточную потребность взрослого человека в фосфоре. Употребление в рационе только лишь овощей и фруктов не способно покрыть суточную потребность в макроэлементах, но в китайской моркови и томатах выше концентрация кальция, калия, магния и фосфора и, напротив, содержание этих же элементов больше в магаданской свекле.

Обобщая полученные данные о содержании в исследуемых образцах микроэлементов, выделим следующее. Порция импортной печени говяжьей способна покрыть более 100 % суточной нормативной потребности человека в меди, магаданская говядина и печень говяжья удовлетворяют нормативам потребления на 43 и 35 % соответственно. Концентрация железа достоверно выше в свинине и печени говяжьей местного производства, при этом все виды мяса и мясопродуктов, несмотря на происхождение, за исключением куриной грудки, богаты этим элементом. Наибольшая концентрация йода зафиксирована в импортной говядине и свинине, порция этого вида мяса способна удовлетворить суточную потребность в элементе. В свинине и куриной грудке бразильской достоверно высокое содержание марганца, но в говядине и печени говяжьей местного производства оно еще выше. При этом степень покрытия суточной потребности взрослого человека в марганце незначительна. Порядка 30 % суточной потребности в селене способна удовлетворить свинина и печень говяжья вне зависимости от страны происхождения. Также установлено, что цинком богаты все исследуемые виды мясной продукции, за исключением куриной грудки (36–69 % от адекватного уровня потребления).

Овощи и фрукты, анализируемые в настоящей работе, в целом не являются ценным ис-

точником эссенциальных микроэлементом. Исключение составляют китайская морковь, концентрация железа в которой удовлетворяет суточную потребность мужчин более чем на 100 %, женщин – на 88 %, а также магаданская свекла, содержание марганца в которой удовлетворяет суточную потребность взрослого человека на 78 %.

Превышения допустимого уровня концентраций токсичных микроэлементов в мясных пищевых продуктах, мясопродуктах, овощах и фруктах местного производства и ввезенных на территорию региона в исследованных образцах не обнаружено. Это позволяет исключить токсическую нагрузку на организм жителей Магаданской области исследованных пищевых продуктов, независимо от происхождения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Российский статистический ежегодник. Статистический сборник. М.: Росстат, 2019.
- 2 Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 19 августа 2016 года № 614 “Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания” (с изменениями на 1 декабря 2020 года) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-minzdrava-rossii-ot-19082016-n-614/> (дата обращения: 15.03.2021).
- 3 Постановление Правительства Магаданской области от 19 ноября 2020 года № 764-п «Об утверждении государственной программы Магаданской области “Развитие сельского хозяйства Магаданской области”» (с изменениями на 18 марта 2021 года) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/570987204> (дата обращения: 22.03.2021).
- 4 Морев А. А., Виноградова О. В. Определение макро- и микроэлементов в молочных, мясных, рыбных продуктах питания методом атомно-эмиссионной спектроскопии с микроволновой плазмой // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2019. Т. 85, № 3. С. 14–19.
- 5 Методические рекомендации МР 2.3.1.243208 “Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации”. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. 36 с.
- 6 Скурихин И. М., Тутельян В. А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник. М.: ДеЛи принт, 2008. 276 с.
- 7 Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) (с изменениями на 8 декабря 2020 года) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902249109> (дата обращения: 18.03.2021).
- 8 Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 0021/2011 “О безопасности пищевой продукции” (с изменениями на 8 августа 2019 года) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения: 18.03.2021).