

Оценка содержания общего и водорастворимого фтора в распространённых марках крупнолистового и пакетированного чая

© 2020. О. И. Байкова¹, аспирант, Д. Б. Петренко^{1,2}, к. х. н., доцент,
Н. Д. Свердлова¹, к. х. н., доцент,

Н. В. Васильев¹, д. х. н., профессор, заведующий кафедрой,

¹Московский государственный областной университет,
141014, Россия, Московская область, г. Мытищи, ул. Веры Волошиной, д. 24,

²Геологический институт Российской академии наук,
119017, Россия, г. Москва, Пыжевский пер, д. 7, стр. 1,

e-mail: DBPetrenko@yandex.ru

С применением ионометрического метода изучено содержание общего и водорастворимого фтора в крупнолистовом и пакетированном чае, реализуемом в Московском регионе. Содержание фторид-ионов в настоях чая, полученных классическим способом заваривания, составило 1,1–4,5 мг/дм³, при среднем значении 3,1 мг/дм³. Средние значения концентраций фторид-ионов в настоях крупнолистовых и пакетированных чаёв оказались близки и составили 3,3 и 2,8 мг/дм³ соответственно. Общее содержание фтора в исследованных образцах варьирует в диапазоне 290–760 мг/кг и в среднем составляет 409 мг/кг. Установлено, что употребление чая обеспечивает около 80% от суточной нормы фтора, что способствует профилактике кариеса и характеризуется низкой вероятностью возникновения отрицательных последствий воздействия фторидов на организм в долгосрочной перспективе.

Ключевые слова: водорастворимый фтор, общее содержание фтора, чай, ионометрия, коэффициент опасности.

The estimation of total and a water-soluble fluorine content in common brands of large-leaf and packaged tea

© 2020. O. I. Baykova¹ ORCID: 0000-0002-0651-3881^{*}

D. B. Petrenko^{1,2} ORCID: 0000-0003-0640-5159^{*}

N. D. Sverdlova¹ ORCID: 0000-0002-0307-6436^{*}

N. V. Vasiliev¹ ORCID: 0000-0002-8215-6687^{*}

¹Moscow Region State University,
24, Very Voloshinoy St., Mytitschi, Moscow region, Russia, 141014,

²Geological Institute, Russian Academy of Sciences,
bld. 1, 7, Pyzhevsky Pereulok, Moscow, Russia, 119017,

e-mail: DBPetrenko@yandex.ru

The content of total and water-soluble fluoride in large-leaf tea and packaged tea sold in the Moscow region has been studied. Using the ionometric method, the content of total and water-soluble fluoride was determined in 18 samples of widespread tea brands. The contents of fluoride ions in infusions of tea, obtained by the classical method of infusion, were 1.1–4.5 mg/dm³, with an average value of 3.1 mg/dm³. Fluorine in the investigated samples of tea is mainly in water-soluble form. The share of water-soluble fluoride in large-leaf and packaged teas was 81 and 76% of the total fluoride, respectively. The average values of fluorine concentrations in infusions of large-leaf and packaged teas were close and amounted to 3.3 and 2.8 mg/dm³, respectively. The total fluorine content in the studied samples varies in the range of 290–760 mg/kg and averages 409 mg/kg. On the example of the “Maysky tea” it was shown that in the first 5 minutes from the beginning of brewing, about 75% of the maximum possible amount of fluoride extracted into the aqueous phase. The calculation of the hazard quotient and comparison of the amounts of fluoride entering the human body with recommended standards showed that daily consumption of 1 dm³ of tea provides on average 80% of the daily norm of fluoride, which helps to prevent caries and is characterized by a low probability of negative effects of fluoride on the body in the long term.

Keywords: water-soluble fluorine, total fluorine content, tea, ionometry, hazard coefficient.

Содержание фтора в чае зависит от места его произрастания, времени сбора урожая, возраста листьев, срока хранения и ряда других факторов [1]. Известно, что чайное растение (*Camellia sinensis*) является гипераккумулятором фтора. Выращивание чайных кустов на почвах с кларковым содержанием фтора (330 мг/кг) приводит к его накоплению в листьях до нескольких тысяч мг/кг [2]. Значительная часть фтора, содержащегося в чайных листьях, легко переходит в водную фазу при их заваривании и затем усваивается организмом человека при употреблении напитка [3]. Чай, ежегодное употребление которого в мире достигает 18–20 млрд чашек [4], является наиболее популярным в мире напитком и одним из важнейших источников поступления фтора в организм человека [5, 6]. Физиологическая роль фторидов, присутствующих в составе чая, расценивается двояко. С одной стороны, имеются данные о возникновении флюороза (в частности у жителей США, Великобритании и Китая), вызванного употреблением чая, содержащего значительные количества фторидов [7, 8], с другой стороны, есть данные о том, что поступление фторидов с чаем полезно для профилактики кариеса [9, 10].

В работе [11] на примере девятнадцати коммерчески доступных чаёв китайского производства показано, что в чае, в основном, содержатся неорганические соединения фтора, но вместе с тем обнаружены также перфторированные соединения, содержащие менее шести атомов углерода, а также и перфтороктановая кислота. Известно также, что неорганические соединения фтора в чае, в основном, представлены фторидными комплексами алюминия, например, $[AlF_6]^{3-}$ [12]. Молекулярные механизмы, ответственные за накопление фтора в растениях чая всё ещё недостаточно ясны и в настоящее время только начинают интенсивно изучаться [13].

К настоящему моменту накоплен целый ряд данных о содержаниях фторидов в различных сортах чая, широко распространённых в зарубежных странах – Китае, США, Германии, Великобритании, Японии, Китае, Польше, Турции и т. д. [14, 15]. Вместе с тем, содержание фтора в различных марках чая, популярных на территории России изучено недостаточно, имеются лишь отдельные публикации на эту тему [16].

Целью работы было определение содержания общего и водорастворимого фтора в крупнолистных и пакетированных чаях, реализуемых в торговых учреждениях Мо-

сковского региона, а также дать оценку риска возникновения отрицательных последствий воздействия фторидов, содержащихся в чае, на организм человека.

Материалы и методы

Для исследования были взяты по 9 проб распространённых марок пакетированного и крупнолистного чая, приобретённых в различных торговых учреждениях на территории Московской области.

В данной работе для потенциометрического определения фторид-ионов использовали электродную систему, состоящую из фторид-селективного электрода «ЭЛИТ-221» и вспомогательного хлорид-серебряного электрода «ЭВЛ-1МЗ». Измерение ЭДС проводили на рН-метре-иономере «Эксперт-001» с точностью $\pm 0,1$ мВ при температуре окружающей среды 22–24 °С.

Приготовление настоя чая для оценки содержания водорастворимого фтора выполняли классическим способом: 2,0 г сухого чая заливали в стеклянном стакане 200 см³ кипящей дистиллированной воды, перемешивали, настаивали 5 мин и затем фильтровали через фильтр «белая лента». Фильтрат разбавляли в соотношении 1 : 1 (по объёму) буферным раствором состава (г/дм³): NaCl – 58,50; Na₃C₆H₅O₇ · 5H₂O – 0,36; CH₃COONa · 3H₂O – 102,00; CH₃COOH – 14,40, перемешивали. Затем измеряли ЭДС электродной системы и определяли концентрацию фторид-ионов в растворе по градуировочным графикам, построенным в диапазоне концентраций фторид-ионов 0,2–5,0 мг/дм³. Погрешность определения фторид-ионов не превышала 7% отн. [17, 18].

Для определения общего содержания фтора навески измельченных образцов чая массой 1,000 г помещали в никелевые тигли, смачивали 2 см³ насыщенного спиртового раствора гидроксида натрия и высушивали в течение 30 мин при температуре 105 °С, затем озоляли в муфельной печи в течение 4 ч, постепенно повышая температуру до 500 °С, и выдерживали при этой температуре 1 ч. После охлаждения тиглей до комнатной температуры к золе добавляли 3,0 г гидроксида натрия и тщательно перемешивали. Смесь сплавляли в муфельной печи при 550 °С в течение 35 мин до получения жидкого однородного расплава. Остывшие тигли со сплавом помещали в полиэтиленовые стаканы, заливали 50 см³ кипящей воды и оставляли на сутки. После этого добавляли 20 см³ 6 н HCl, переливали смесь

в мерную колбу и разбавляли до объема 100 см³ дистиллированной водой. Аликвотную часть анализируемого раствора 2 см³ отбирали в полипропиленовый стаканчик, добавляли 5 см³ цитратного буферного раствора, содержащего 250,0 г/дм³ лимонной кислоты (C₆H₉O₈ · 2H₂O) и 145,0 г/дм³ гидроксида натрия, доводили до объема 10 см³ дистиллированной водой, перемешивали и измеряли ЭДС электродной системы. Значение pH в измеряемых растворах составляло 5,0±0,1 ед. Концентрацию фторид-ионов в растворах определяли по градуировочным графикам.

В работе использованы химические реактивы производства ООО «Реахим» (Москва) квалификации «химически чистый» без дополнительной очистки.

Результаты и обсуждение

Результаты определения содержания общего и водорастворимого фтора в исследованных образцах чая представлены в таблице. Из полученных данных видно, что концентрации фторид-ионов в растворах, полученных при заваривании чая, составили от 1,1 до 4,5 мг/дм³ при среднем значении 3,1 мг/дм³. Средние значения концентраций фторидов в настоях крупнолистовых и пакетированных чаёв оказались близки и составили 3,3 и

2,8 мг/дм³ соответственно. Содержание водорастворимого фтора в пакетированных чаях варьирует в гораздо меньшей степени, чем в крупнолистовых.

Фтор в исследованных образцах чая находится преимущественно в водорастворимой форме. Доля водорастворимого фтора в крупнолистовых и пакетированных чаях составила 81 и 76% от его общего содержания соответственно. Полученные результаты согласуются с данными работ [19, 20], показывающими, что доля водорастворимого фтора в чае может достигать 96%. В нескольких образцах пакетированных чаёв («Tess», «Лисма зелёный», «Curtis») доля водорастворимого фтора оказалась значительно меньше средней – 32–39%.

На примере пакетированного чая «Майский» изучена зависимость концентрации фторидов в водной фазе от времени при заваривании чая (рис.).

Из полученных данных видно, что за первые 5 мин с начала заваривания в водную фазу переходит порядка 75% от максимально возможного количества фторидов.

Общее содержание фтора в исследованных образцах варьирует в диапазоне 290–760 мг/кг и в среднем составляет 409 мг/кг. Существенной разницы между средними содержаниями фтора в пакетированных (428 мг/кг) и крупнолистовых (390 мг/кг) чаях не отмечается.

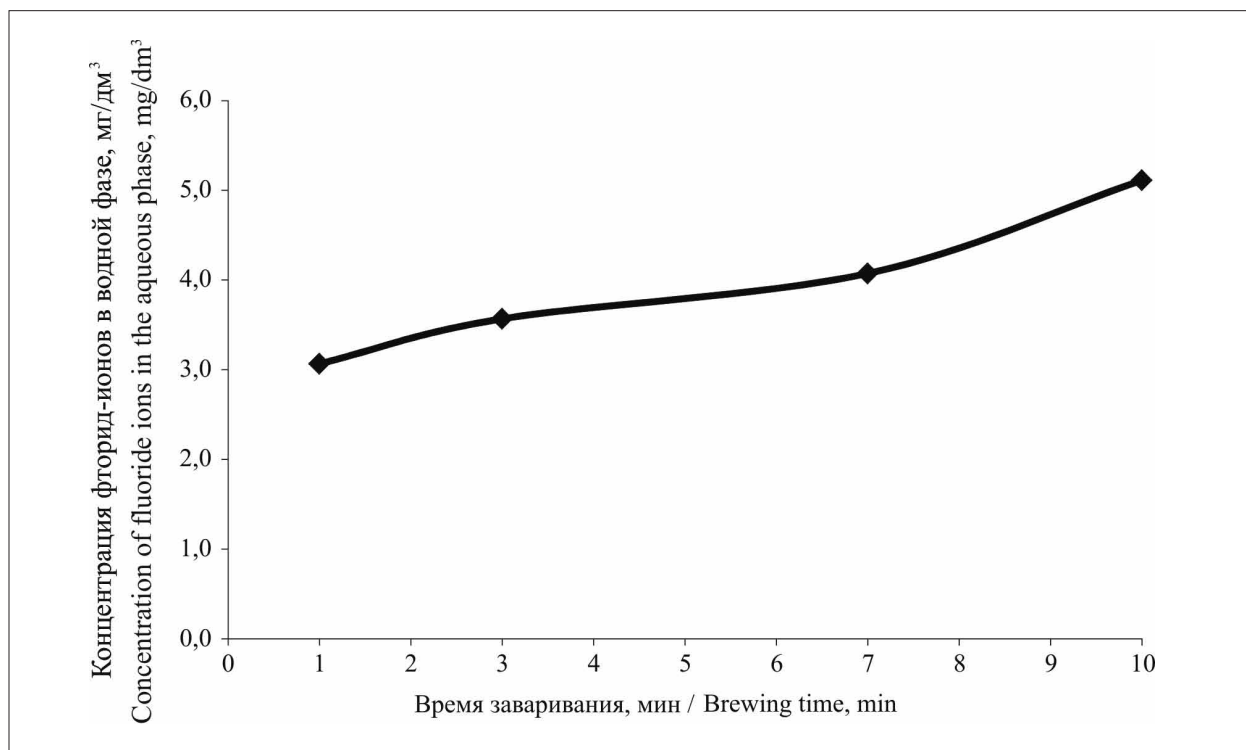


Рис. Зависимость концентрации фторидов в водной фазе от времени при заваривании чая
Fig. Dependence of fluoride concentration in the aqueous phase on time during tea brewing

Содержание фтора в исследованных образцах чая
The fluorine content in the investigated samples of tea

№	Марка чая Tea brand	Концентрация фторид-ионов в настое чая, мг/дм ³ Fluoride ion concentration in tea, mg/dm ³	Содержание фтора, мг/кг Fluorine content, mg/kg		Доля водораство- римого фтора, % Fraction water soluble fluoride, %	Доля от суточной нормы фтора для взрослых, %* Share from daily fluoride for adults, %*
			водораство- римый фтор water soluble fluoride	общий фтор total fluorine		
Крупнолистовые чаи / Large-leaf tea						
1	«Золотые спирали» “Zoloty spirali”	3,1	310	390	79	78
2	«Маленькая леди» “Malenkaya ledi”	3,0	300	340	88	75
3	«Кандин» “Candin”	3,9	390	430	91	98
4	«Купи» “Kupi”	3,8	380	760	50	95
5	«Ричард» “Richard”	3,3	330	410	80	83
6	«Tess»	3,2	320	340	94	80
7	«Майский» “Mayskiy”	3,6	360	400	90	90
8	«Grenfield»	2,9	290	340	85	73
9	«Santata с апельсином и мятой» “Santata с apelsinom i myatoy”	3,1	310	440	70	78
Среднее значение Average value		3,3±0,3	332±28	428±100	81±10	83±7
Пакетированные чаи / Packeted teas						
10	«Майский» “Mayskiy”	3,9	390	420	93	98
11	«Липтон» “Lipton”	4,0	400	440	91	100
12	«Лисма черный» “Lisma chernyy”	2,4	240	290	83	60
13	«Лисма зелёный» “Lisma zelenyy”	1,1	110	340	32	28
14	«Ахмад» “Akhmad”	4,2	420	550	76	105
15	«Принцесса Нури» “Printsessa Nuri”	2,9	290	310	94	73
16	«Tess»	1,1	110	320	34	28
17	«Grenfield»	4,5	450	530	85	113
18	«Curtis чёрный» “Curtis black”	1,2	120	310	39	30
Среднее значение Average value		2,8±1,1	280±110	390±76	70±20	70±30
Среднее значение по всем образцам / Average value for all samples		3,1±0,5	310±51	409±57	76±11	77±13

Примечание: * – рассчитано для употребления чая 1,0 дм³/сут.Note: * – calculated for tea consumption of 1.0 dm³/day.

Полученные в настоящей работе данные по содержанию фтора в чае достаточно хорошо согласуются с данными работ [15, 20, 21], показывающими, что общее содержание фтора в чае в большинстве случаев находится в диапазоне – 320–820 мг/кг, а концентрации фторид-ионов в настоях различных типов чаёв составляют 0,4–9,0 мг/дм³.

Для оценки риска для здоровья человека, связанного с поступлением в организм фторид-ионов при употреблении чая, использован подход, применённый в работе [22] на примере изучения воздействия фтора, содержащегося в чае, на здоровье жителей провинции Аньхой (Китай) и основанный на расчёте коэффициента опасности (hazard quotient) – *HQ*:

$$HQ = \frac{ADD}{RfD} \quad ADD = \frac{C \cdot IR}{m},$$

где *ADD* – хроническое ежедневное поступление фтора (мг/(кг · сут)), *RfD* – допустимое суточное поступление фторидов (0,06 мг/(кг · сут)), *C* – средняя концентрация водорастворимых фторидов в чае (мг/кг сухого вещества), *IR* – среднее суточное потребление чая (11,4 г/(чел · сут)), *m* – средняя масса тела взрослого человека – 62 кг. Полученное значение *HQ* составляет 0,93, что меньше единицы и указывает на низкую вероятность возникновения отрицательных последствий воздействия фторидов, содержащихся в чае, в длительной перспективе.

Учитывая, что рекомендуемая норма поступления фтора в организм человека составляет 2,5 мг/сут для детей и 4,0 мг/сут для взрослых [9, 15], можно заключить, что ежедневное употребление 1 дм³ в среднем обеспечивает 77% суточной потребности во фторе и способствует профилактике кариеса. Поступление фтора в организм с крупнолистовыми чаями в меньшей степени зависит от марки чая, чем для пакетированных чаёв и составляет 83±7 и 70±30% от суточной нормы.

Риск возникновения флюороза от употребления исследованных марок чая следует считать минимальным, поскольку максимальное найденное содержание фторидов в настое чая составило 4,5 мг/дм³, что соответствует употреблению 5,1 мг фторидов в сутки, при верхнем пределе толерантности организма по отношению к фтору 10 мг/сут [23].

Заключение

С использованием потенциометрического метода изучено содержание общего и водорас-

творимого фтора в 9 марках крупнолистовых и 9 марках пакетированных чаёв, реализуемых в торговых учреждениях на территории Московской области. Содержание фторид-ионов в настоях чая, полученных классическим способом заваривания, составило 1,1–4,5 мг/дм³, при среднем значении 3,1 мг/дм³. Наибольшие значения (> 4 мг/дм³) найдены для чаёв «Grenfield», «Ахмад» и «Липтон», минимальные (< 1,5 мг/дм³) – для чаёв «Лисма зелёный», «Tess» и «Curtis чёрный».

Показано, что фтор в исследованных образцах чая находится преимущественно в водорастворимой форме. На основе расчёта коэффициента опасности и сопоставления полученных концентраций фтора в чаях с рекомендуемыми нормами его поступления в организм установлено, что употребление чая исследованных марок обеспечивает порядка 80% от суточной нормы фтора, что способствует профилактике кариеса и характеризуется низкой вероятностью возникновения отрицательных последствий воздействия фторидов на организм в долгосрочной перспективе.

Литература

1. Cao J., Sha F.L., Liu J.W., Li Y. Safety evaluation on fluoride content in black tea // *Food Chemistry*. 2004. V. 86. P. 233–236.
2. Whitford G.M. Intake and metabolism of fluoride // *Advances in Dental Research*. 1994. V. 8. P. 5–14.
3. Malinowska E., Inkielewicz I., Czarnowski W., Szefer P. Assessment of fluoride concentration and daily intake by human from tea and herbal infusions // *Food and Chemical Toxicology*. 2008. V. 46. P. 1055–1061.
4. Mandiwana K.L., Panichev N., Panicheva S. Determination of chromium(VI) in black, green and herbal teas // *Food Chemistry*. 2011. V. 129. P. 1839–1843.
5. Fung K.F., Zhang Z.Q., Wong J.W.C., Wong M.H. Fluoride contents in tea and soil from tea plantations and the release of fluoride into tea liquor during infusion // *Environmental Pollution*. 1999. V. 104. P. 197–205.
6. Gramza-Michałowska A., Kobus-Cisowska J., Kmiecik D., Korczak J., Helak B., Dziedzic K., Gorecka D. Antioxidative potential, nutritional value and sensory profiles of confectionery fortified with green and yellow tea leaves (*Camellia sinensis*) // *Food Chemistry*. 2016. V. 211. P. 448–454.
7. Izuora K., Twombly J., Whitford G., Demertzis J., Pacifici R., Whyte M. Skeletal fluorosis from brewed tea // *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 2011. V. 96. P. 2318–2324.
8. Dhar V., Bhatnagar M. Physiology and toxicity of fluoride // *Indian Journal of Dental Research*. 2009. V. 20. P. 350–355.

References

9. Xiang Q., Zhou M., Wu M., Zho X., Lin L., Huang J., Liang Y. Relationships between daily total fluoride intake and dental fluorosis and dental caries // *Journal of Nanjing Medical University*. 2009. V. 23. P. 33–39.
10. Боринский Ю.Н., Боринская Е.Ю., Игнатъев Д.И. Фториды из напитка разных сортов чая в патогенезе и профилактике кариеса и флюороза зубов // *Микроэлементы в медицине*. 2008. Т. 9. С. 81–82.
11. Zhang R., Zhang H., Chen Q. Composition, distribution and risk of total fluorine, extractable organofluorine and perfluorinated compounds in Chinese teas // *Food Chemistry*. 2017. V. 219. P. 496–502.
12. Wong M.H., Fung K.F., Carr H.P. Aluminium and fluoride contents of tea, with emphasis on brick tea and their health implications // *Toxicology Letters*. 2003. V. 137. P. 111–120.
13. Liu Y., Cao D., Ma L. TMT-based quantitative proteomics analysis reveals the response of tea plant (*Camellia sinensis*) to fluoride // *Journal of Proteomics*. 2018. V. 176. P. 71–81.
14. Grumezescu A., Holban A.-M. Food quality: balancing health and disease. V. 13. Academic Press, 2018, 530 p.
15. Cao J., Zhao Y., Liu J. W. Safety evaluation and fluoride concentration of Pu'er brick tea and Bianxiao brick tea // *Food and Chemical Toxicology*. 1998. V. 36. P. 1061–1063.
16. Лошакова Л.Ю. Чай, как источник фтора в период беременности в регионе с низкой концентрацией фтора в питьевой воде // *Медицина в Кузбассе*. 2011. Т. 10. С. 45–48.
17. Petrenko D.B., Dmitrieva V.Yu., Gazarov R.A., Vasil'ev N.V. **Potentiometric micromethod for the determination of fluoride ion in natural objects** // *Fluorine notes*. 2018. V. 118. No. 3. P. 1–2.
18. ФР.1.31.2005.01774. Методика выполнения измерений водородного показателя (рН), общей жёсткости, массовых концентраций Cl⁻, Br⁻, I⁻, F⁻ и других ионов в водных средах методом потенциометрии. М.: Эконикс-эксперт, 2005. 127 с.
19. Kalayci S., Somer G. Factors affecting the extraction of fluoride from tea: application to three samples // *Fluoride*. 2003. V. 36. P. 267–270.
20. Das S., de Oliveira L.M., da Silva E., da Silva E., Liu Y., Ma L. Fluoride concentrations in traditional and herbal teas: Health risk assessment // *Environmental Pollution*. 2017. V. 231. P. 779–784.
21. Yi J., Cao J. Tea and fluorosis // *Journal of Fluorine Chemistry*. 2008. V. 129. P. 76–81.
22. Cai H., Zhu X., Peng C., Xu W., Li D., Wang Y., Fang S., Li Y., Hu S., Wan X. Critical factors determining fluoride concentration in tea leaves produced from Anhui province, China // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2016. V. 131. P. 14–21.
23. Chan L., Mehra A., Saikat S., Lynch P. Human exposure assessment of fluoride from tea (*Camellia sinensis* L.): A UK based issue? // *Food Research International*. 2013. V. 51. P. 564–570.
1. Cao J., Sha F.L., Liu J.W. Li Y. Safety evaluation on fluoride content in black tea // *Food Chemistry*. 2004. V. 86. P. 233–236. doi: 10.1016/j.foodchem.2004.01.043
2. Whitford G.M. Intake and metabolism of fluoride // *Advances in Dental Research*. 1994. V. 8. P. 5–14. doi: 10.1177/08959374940080011001
3. Malinowska E., Inkielewicz I., Czarnowski W., Szefer P. Assessment of fluoride concentration and daily intake by human from tea and herbal infusions // *Food and Chemical Toxicology*. 2008. V. 46. P. 1055–1061. doi: 10.1016/j.fct.2007.10.039
4. Mandiwana K.L., Panichev N., Panicheva S. Determination of chromium(VI) in black, green and herbal teas // *Food Chemistry*. 2011. V. 129. P. 1839–1843. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.05.124
5. Fung K.F., Zhang Z.Q., Wong J.W.C., Wong M.H. Fluoride contents in tea and soil from tea plantations and the release of fluoride into tea liquor during infusion // *Environmental Pollution*. 1999. V. 104. P. 197–205. doi: 10.1016/S0269-7491(98)00187-0
6. Gramza-Michałowska A., Kobus-Cisowska J., Kmiecik D., Korczak J., Helak B., Dziedzic K., Gorecka D. Antioxidative potential, nutritional value and sensory profiles of confectionery fortified with green and yellow tea leaves (*Camellia sinensis*) // *Food Chemistry*. 2016. V. 211. P. 448–454. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.05.048
7. Izuora K., Twombly J.G., Whitford G., Demertzis J., Pacifici R., Whyte M. Skeletal fluorosis from brewed tea // *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 2011. V. 96. P. 2318–2324. doi: 10.1002/jbmr.2923
8. Dhar V., Bhatnagar M. Physiology and toxicity of fluoride // *Indian Journal of Dental Research*. 2009. V. 20. P. 350–355. doi: 10.4103/0970-9290.57379
9. Xiang Q., Zhou M., Wu M., Zho X., Lin L., Huang J., Liang Y. Relationships between daily total fluoride intake and dental fluorosis and dental caries // *Journal of Nanjing Medical University*. 2009. V. 23. P. 33–39. doi: 10.1016/S1007-4376(09)60023-X
10. Borinskiy Yu.N., Borinskaya E.Yu., Ignatev D.I. Fluorides from a drink of different varieties of tea in the pathogenesis and prevention of dental caries and dental fluorosis // *Mikroelementy v meditsine*. 2008. V. 9. P. 81–82 (in Russian).
11. Zhang R., Zhang H., Chen Q. Composition, distribution and risk of total fluorine, extractable organofluorine and perfluorinated compounds in Chinese teas // *Food Chemistry*. 2017. V. 219. P. 496–502. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.09.136
12. Wong M.H., Fung K.F., Carr H.P. Aluminium and fluoride contents of tea, with emphasis on brick tea and their health implications // *Toxicology Letters*. 2003. V. 137. P. 111–120. doi: 10.1016/S0378-4274(02)00385-5
13. Liu Y., Cao D., Ma L. TMT-based quantitative proteomics analysis reveals the response of tea plant (*Camellia*

- sinensis) to fluoride // Journal of Proteomics. 2018. V. 176. P. 74–81. doi: 10.1016/j.jprot.2018.02.001
14. Grumezescu A., Holban A.-M. Food quality: balancing health and disease. V. 13. Academic Press, 2018. 530 p.
15. Cao J., Zhao Y., Liu J.W. Safety evaluation and fluorine concentration of Pu'er brick tea and Bianxiao brick tea // Food and Chemical Toxicology. 1998. V. 36. P. 1061–1063. doi: 10.1016/S0278-6915(98)00087-8
16. Loshakova L.Yu. Tea as a source of fluoride during pregnancy in a region with a low concentration of fluoride in drinking water // Meditsina v Kuzbasse. 2011. V. 10. P. 45–48 (in Russian).
17. Petrenko D.B., Dmitrieva V.Yu., Gazarov R.A., Vasil'ev N.V. Potentiometric micromethod for the determination of fluoride ion in natural objects // Fluorine notes. 2018. V. 118. No. 3. P. 1–2.
18. FR.1.31.2005.01774. The measurement procedure for the hydrogen index (pH), total hardness, mass concentrations of Cl⁻, Br⁻, I⁻, F⁻ and others ions in aqueous media by potentiometry. Moskva: Ekoniks-expert, 2005. 127 p. (in Russian).
19. Kalayci S., Somer G. Factors affecting the extraction of fluoride from tea: application to three samples // Fluoride. 2003. V. 36. P. 267–270.
20. Das S., de Oliveira L.M., da Silva E., da Silva E., Liu Y, Ma L. Fluoride concentrations in traditional and herbal teas: Health risk assessment // Environmental Pollution. 2017. V. 231. P. 779–784. doi: 10.1016/j.envpol.2017.08.083
21. Yi J., Cao J. Tea and fluorosis // Journal of Fluorine Chemistry. 2008. V. 129. P. 76–81. doi: 10.1016/j.jfluchem.2007.11.001
22. Cai H., Zhu X., Peng C., Xu W., Li D., Wang Y., Fang S., Li Y., Hu S., Wan X. Critical factors determining fluoride concentration in tea leaves produced from Anhui province, China // Ecotoxicology and Environmental Safety. 2016. V. 131. P. 14–21. doi: 10.1016/j.ecoenv.2016.04.023
23. Chan L., Mehra A., Saikat S., Lynch P. Human exposure assessment of fluoride from tea (*Camellia sinensis* L.): A UK based issue? // Food Research International. 2013. V. 51. P. 564–570. doi: 10.1016/j.foodres.2013.01.025