

*Т. И. Каспер*

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ОВОЩЕЙ И ФРУКТОВ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА КАТИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОР- ГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

*Научный руководитель: канд. техн. наук, проф. Прохорова Т. В., ассист.*

*В. В. Побойнев*

*Кафедра общей химии*

*Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск*

*T. I. Kasper*

## RESEARCH OF THE SORPTION PROPERTIES OF VEGETABLE AND FRUITS TO REDUCE THE NUMBER OF HEAVY METAL CATIONS IN HUMAN BODY

*Tutors: PhD, associate prof. T. V. Prohorova, assistant V. V. Poboinev*

*Department of General Chemistry*

*Belarusian State Medical University, Minsk*

**Резюме.** В данной статье рассматривается способность овощей и фруктов адсорбировать катионы тяжелых металлов ( $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ).

**Ключевые слова:** адсорбция, адсорбент, степень адсорбции.

**Resume.** This article discusses the ability of vegetables and fruits to adsorb cations of heavy metals ( $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ).

**Keywords:** adsorption, adsorbent, degree of adsorption.

**Актуальность.** Физиологическое действие металлов на организм человека и животных различно и зависит от природы металла, типа соединения, в котором он существует в природной среде, а также его концентрации [1]. Многие тяжелые металлы, такие, как железо, медь, цинк, молибден, кобальт, марганец, участвуют в биологических процессах и в определенных количествах являются микроэлементами, необходимыми для функционирования растений, животных и человека. С другой стороны, тяжелые металлы и их соединения могут оказывать вредное воздействие на организм человека, способны накапливаться в тканях, вызывая ряд заболеваний [2]. По данным Всемирной организации здравоохранения, причиной 80 % болезней людей является сложившаяся экологическая напряженность. Основными источниками тяжелых металлов являются воздух, вода и пища [3].

**Цель:** изучить эффективность сорбционных свойств некоторых овощей и фруктов для снижения содержания катионов тяжелых металлов ( $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ).

**Задачи:** исследовать эффективность адсорбции катионов марганца и железа методом перманганатометрии; катионов хрома и меди методом иодометрии; катионов свинца методом комплексометрии.

**Материалы и методы.** В данной работе использовались метод перманганатометрии (количественное определение катионов  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ), метод иодометрии (количественное определение катионов  $Cr^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ), метод комплексометрии (количественное определение катионов  $Pb^{2+}$ ) [4]. Для осуществления опытов необходимы:  $MnCl_2$

(1M), 0,1н раствор  $KMnO_4$ ,  $FeSO_4$  (1M), раствор серной кислоты,  $CrCl_3$  (0,5M), 1M раствор  $KOH$ , перекись водорода (3%), раствор  $KI$  (10%), 0,0935н раствор  $Na_2SO_4$ , 0,5н раствор Трилона Б, 0,1M  $HCl$ , раствор  $CuSO_4$ , вода; капуста, морковь, яблоко, кожура апельсина и банана.

**Табл. 1.** Результаты исследования адсорбции ионов марганца продуктами питания

	Определяемые ионы/ масса в растворе(г)	Объем 0,1 н. раствора $KMnO_4$ (мл)					Масса остатка $Mn^{2+}$ (г) / % извлечения
		опыт № 1	опыт № 2	опыт №3	холостой опыт	среднее значение	
капуста	$Mn^{2+}/1.1$	15.0	15.2	15.9	0.4	15.37	0.21/ 81.1 ± 1.74
морковь	$Mn^{2+}/1.1$	26.0	26.2	26.5	0.4	26.23	0.35 / 67.7 ± 1.69
яблоко	$Mn^{2+}/1.1$	28.5	28.8	29.5	0.4	28.93	0.39 / 55.3 ± 1.60

**Табл.2.** Результаты исследования адсорбции ионов железа продуктами питания

	Определяемые ионы/ масса в растворе (г)	Объем 0,098 н. раствора $KMnO_4$ (мл)					Масса остатка $Fe^{2+}$ (г) / % извлечения
		опыт № 1	опыт № 2	опыт №3	холостой опыт	среднее значение	
капуста	$Fe^{2+}/1.12$	21.0	20.5	18.0	0.4	19.43	0.59 / 52.4 ± 9.78
морковь	$Fe^{2+}/1.12$	16.9	17.9	17.1	0.3	17.0	0.65 / 58.4 ± 3.22
яблоко	$Fe^{2+}/1.12$	12.35	12.7	12.5	0.8	11.72	0.80 / 71.3 ± 2.71

**Табл.3. Результаты исследования адсорбции ионов хрома продуктами питания**

	Определ- яемые ионы/ масса в растворе (г)	Объем 0,0935 н. раствора Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (мл)				Масса остатка Cr <sup>3+</sup> (г) / % извлечения
		опыт № 1	опыт № 2	опыт №3	среднее значение	
капуста	Cr <sup>3+</sup> /1.04	13.0	12.3	13.2	12.83	0.42 / 60.0 ± 3.65
морковь	Cr <sup>3+</sup> /1.04	10.6	10.6	12.1	11.10	0.36 / 65.4 ± 6.70
яблоко	Cr <sup>3+</sup> /1.04	10.9	10.3	10.4	10.53	0.34 / 67.2 ± 4.38

**Табл.4. Результаты исследования адсорбции ионов свинца продуктами питания**

	Опреде- ляемые ионы/ масса в растворе (г)	Объем 0,38 н. раствора трилона Б (мл)					Масса остатка Pb <sup>2+</sup> (г) / % извлечения
		опыт № 1	опыт № 2	опыт №3	холос- той опыт	среднее значе- ние	
капуста	Pb <sup>2+</sup> /4.14	7.2	7.0	7.1	0.2	6.90	2.69 / 34.37 ± 1.35
морковь	Pb <sup>2+</sup> /4.14	5.0	5.2	4.8	0.3	4.70	1.83 / 55.70 ± 4.67
яблоко	Pb <sup>2+</sup> /4.14	6.4	6.3	6.1	0.2	6.23	2.35 / 43.17 ± 4.81

**Табл.5. Результаты исследования адсорбции ионов меди продуктами питания**

	Опреде- ляемые ионы/ масса в растворе (г)	Объем 0,093 н. раствора Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (мл)				Масса остатка Cu <sup>2+</sup> (г) / % извлечения
		опыт № 1	опыт № 2	опыт №3	среднее значение	
капуста	Cu <sup>2+</sup> /1,27	9.90	10.10	10.00	10.00	0.59 / 53.50 ± 1.14
морковь	Cu <sup>2+</sup> /1,27	9.40	9.20	9.30	9.30	0.55 / 56.76 ± 1.15
яблоко	Cu <sup>2+</sup> /1,27	11.20	11.60	11.40	11.40	0.67 / 46.99 ± 2.30

**Табл.6.** Результаты исследования степени адсорбции морковью ионов меди из растворов с различной молярной концентрацией

Концентрация катионов меди Cu <sup>2+</sup> (моль/дм <sup>3</sup> )	Степень адсорбции катионов (%)
1М	56,76 ± 1,15
0,75М	45,79 ± 1,07
0,5М	41 ± 1,21
0,25М	40,58± 1,46

**Результаты и их обсуждение.** В результате проведения опытов были получены следующие значения: процент адсорбции ионов Mn<sup>2+</sup> капустой – 81.1±1.74, морковью – 67.7±1.69, яблоками – 55.3±1.60, кожурой апельсина – 81.9±1.28, кожурой банана – 85.0±1.24; процент адсорбции ионов Fe<sup>2+</sup> капустой – 52.4±9.78, морковью – 58.4±3.22, яблоками – 71.3±2.71, кожурой апельсина – 60.8±0.76, кожурой банана – 59.9±5.58; процент адсорбции ионов Cr<sup>3+</sup> капустой – 60.0±3.65, морковью – 65.4±6.70, яблоками – 67.2±4.38, кожурой апельсина – 78.54±4.83, кожурой банана – 45.66±1.33; процент адсорбции ионов Pb<sup>2+</sup> капустой – 34.37±1.35, морковью – 55.70±4.67, яблоками – 43.17±4.81, кожурой апельсина – 60.13±3.56, кожурой банана – 55.42±3.56; процент адсорбции ионов Cu<sup>2+</sup> капустой – 53.50±1.14, морковью – 56.76±1.15, яблоками – 46.99±2.30, кожурой апельсина – 56.43±1.76, кожурой банана – 55.57±0.82.

**Выводы.** Капуста, морковь и яблоки обладают высокой эффективностью в качестве адсорбентов катионов тяжелых металлов, так как поглощают из растворов от 52% до 81% ионов тяжелых металлов. Кожура апельсинов и бананов способна выполнять функции фильтров-сорбентов катионов тяжелых металлов, так как выводит из раствора до 82% токсинов.

#### Литература

1. Гуревич, Я. А. Химический анализ // Я. А. Гуревич. - Москва: Высшая школа. - 1985. – 296 с.
2. Химия элементов для провизоров: учебно-методическое пособие // Е. В. Барковский [и др.]. – 3-е изд. – Минск: БГМУ, 2018. - 212с.
3. Мечковский, С. А. Тяжелые металлы в природной среде // С.А. Мечковский. - Хімія: проблеми викладання. – 2000. - № 2 – с. 20-34.
4. Казаренко, В. М. Исследовательский практикум // В.М. Казаренко. - Химия в школе. - 2007. - №5 - с.55-62.