

5. Кульнев, А. О. Крашение текстильных материалов из полиэфирных волокон с использованием ультразвукового воздействия / А. О. Кульнев, С. В. Жерносек, Н. Н. Ясинская, В. И. Ольшанский, А. Г. Коган // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2017 – № 1(32). – С. 155–163.
6. Виссарионова, О. Н., Ворончихина, Л. И. Интенсификация коллоидного растворения дисперсных красителей. Успехи современного естествознания. – 2004 – № 4. – С. 54.

УДК 543.253

## **ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ В БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВКАХ**

*Матвейко Н.П., зав. кафедрой, Брайкова А.М., доц.,  
Белорусский государственный экономический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

**Ключевые слова:** инверсионная вольтамперометрия, микроэлементы, токсичные металлы, рибофлавин, определение, витаминно-минеральные комплексы.

Реферат. *Витаминно-минеральные комплексы вошли практически во все программы здорового образа жизни. Их целесообразность перестала подвергаться какому-либо сомнению. Однако избыточное содержание многих минеральных веществ может привести к негативным последствиям для здоровья человека. Кроме того, наряду с минеральными веществами, необходимыми в определенных количествах организму человека, в витаминно-минеральных комплексах могут содержаться и иные компоненты, например токсичные металлы. Требования к содержанию токсичных металлов нормируются техническими нормативными правовыми актами (ТНПА). Методом инверсионной вольтамперометрии определили содержание цинка, кадмия, свинца, меди, йода и рибофлавина в образцах витаминно-минеральных комплексов, представленных на рынке Республики Беларусь.*

Цель работы заключалась в определении содержания витамина В<sub>2</sub>, микроэлементов йода, цинка, меди, а также токсичных металлов кадмия и свинца методом инверсионной вольтамперометрии в биологически активных добавках к пище (витаминных и витаминно-минеральных водорастворимых комплексах), реализуемых аптеками г. Минска.

Абсолютные значения содержания витамина В<sub>2</sub> (рибофлавина) определяли экспериментально методом инверсионной вольтамперометрии с помощью анализатора вольтамперометрического АВА-3 (НПП «Буревестник, г. Санкт-Петербург»), сопряженного с компьютером и оснащенного углеситалловым индикаторным электродом. В качестве электрода сравнения применяли хлорсеребряный полуэлемент, вспомогательного – платиновую проволоку.

Содержание йода, микроэлементов цинка, меди, а также токсичных металлов кадмия и свинца определяли с помощью вольтамперометрического анализатора марки ТА-4 (ООО НПП «Томьаналит», г. Томск) в трёхэлектродной ячейке из кварцевого стекла. В качестве индикаторного электрода использовали амальгамированную серебряную проволоку. Вспомогательным электродом служила проволока из сплава золота 583 пробы. Значения потенциалов индикаторного электрода измеряли относительно хлорсеребряного электрода сравнения в водном растворе хлорида калия концентрацией 1 моль/дм<sup>3</sup>.

Для проведения исследований таблетку каждого витаминного или витаминно-минерального комплекса массой примерно 3,5–4,0 г растворяли в 10 см<sup>3</sup> дистиллированной воды до полного растворения, что устанавливали по прекращению выделения газа. Из приготовленного раствора для исследований отбирали аликвоты нужного объема. Для определения витамина В<sub>2</sub> отбирали 0,5 см<sup>3</sup> приготовленного раствора витаминно-минерального комплекса и добавляли 9,5 см<sup>3</sup> фоновое электролита (0,2 моль/дм<sup>3</sup> KCl). В полученную смесь по каплям вводили 10 М раствор соляной кислоты до тех пор, пока не устанавливался рН 3–4. Регенерацию индикаторного углеситаллового электрода проводили при потенциале

+50 мВ в течение 20 секунд, концентрирование рибофлавина – при потенциале – 600 мВ в течение 60 секунд. Регистрацию вольтамперной кривой растворения накопленного на поверхности индикаторного электрода витамина В<sub>2</sub> осуществляли при скорости развертки потенциала 200 мВ/с [1].

Анализ образцов витаминных и витаминно-минеральных комплексов на содержание в них Zn, Cd, Pb и Cu проводили на фоне 0,35 М водного раствора муравьиной кислоты, содержащем 50 мг/дм<sup>3</sup> ртути, в который добавляли аликвоту приготовленного раствора комплекса объемом 0,1 см<sup>3</sup>. Условия проведения анализа установлены нами в более ранней работе [2]. Регенерация индикаторного электрода при потенциале +450 мВ в течение 20 с; накопление металлов при потенциале – 1400 мВ в течение 60 с; успокоение раствора при потенциале –1350 мВ в течение 10 с; развёртка потенциала со скоростью 500 мВ/с в интервале потенциалов от – 1350 мВ до +450 мВ.

Определение йода проводили на анализаторе марки ТА-4 в условиях, которые получены нами предварительными исследованиями. Фоновым электролитом служил водный раствор муравьиной кислоты концентрацией 0,4 моль/дм<sup>3</sup>, в который для определения йода вводили аликвоту приготовленного ранее раствора комплекса объемом 0,05 см<sup>3</sup>. Концентрирование йода на амальгамированной серебряной проволоке осуществляли в виде малорастворимой соли Hg<sub>2</sub>I<sub>2</sub> при потенциале 0 мВ в течение 20 с. Накопленную на электроде соль Hg<sub>2</sub>I<sub>2</sub> затем восстанавливали катодным током при линейном изменении потенциала от 100 мВ до –700 мВ со скоростью 100 мВ/с и одновременно регистрировали вольтамперную кривую.

Содержание компонентов в пробах во всех случаях рассчитывали, применяя метод добавок стандартного раствора, по разности вольтамперных кривых пробы и фона, и вольтамперных кривых пробы с добавкой стандартного раствора и фона, используя специализированные компьютерные программы.

Результаты определения содержания витамина В<sub>2</sub> (рибофлавина), микроэлементов йода, цинка, меди, а также токсичных металлов кадмия и свинца представлены в таблице.

Адекватные уровни потребления и верхние допустимые уровни потребления микроэлементов йода, цинка, меди и витамина В<sub>2</sub> установлены СанПиН «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам» № 52. Предельно допустимые концентрации содержания токсичных металлов свинца и кадмия регламентированы Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (табл. 1).

Анализируя результаты, представленные в таблице, можно отметить следующее.

Содержание токсичных металлов в изученных витаминно-минеральных комплексах не превышает допустимые уровни, регламентированные ТНПА.

Содержание йода лишь в одном изученном образце близко к содержанию, заявленному изготовителем (Юниджекс). В остальных образцах витаминно-минеральных комплексов йод присутствует в массе в два раза ниже заявленной изготовителем. Понижение его содержания в таблетках витаминно-минеральных комплексов вызвано окислением йодида до элементарного йода с его последующей сублимацией на одной из конечных стадий производства либо при последующем хранении.

Что касается рибофлавина, то экспериментально установленное содержание этого витамина практически для всех изученных образцов витаминно-минеральных комплексов приблизительно в два раза ниже содержания, заявленного изготовителем, и составляет от 270 (Мультипродукт) до 640 (Юниджекс) мкг на 1 таблетку.

Таблица 1 – Содержание токсичных металлов, витаминов и микроэлементов в витаминно-минеральных водорастворимых комплексах

№ пп.; содержание компонен- тов	Крепыш М		Vitus М		Триджекс		Юниджекс		Vitus		Мульти- продукт		Гравигус	
	обнаружено	указано на этикетке	обнаружено	указано на этикетке	обнаружено	указано на этикетке								
<i>ПДК содержания Cd 1,0 мг/кг</i>														
1) Cd, мкг/л табл.;	0,919	–	0,464	–	0,722	–	1,598	–	0,033	–	0,686	–	0,698	–
мг/кг	0,211		0,122		0,186		0,365		0,009		0,198		0,171	
<i>ПДК содержания Pb 5,0 мг/кг</i>														
2) Pb, мкг/л табл.;	3,99	–	3,52	–	2,98	–	4,78	–	2,66	–	2,88	–	4,54	–
мг/кг	0,919		0,926		0,768		1,111		0,706		0,831		1,115	
<i>Адекватный уровень потребления I 150 мкг/сутки; верхний допустимый уровень потребления 300 мкг/сутки</i>														
3) I, мкг/л табл.	51,6	100	55,1	100	38,7	100	92,4	100	–	–	–	–	74,5	100
<i>Адекватный уровень потребления B<sub>2</sub> 1,8 мг/сутки; верхний допустимый уровень потребления 6,0 мг/сутки</i>														
4) B <sub>2</sub> , мг/л табл.	0,465	1,2	0,505	2,0	0,464	2,0	0,640	0,85	0,502	2,0	0,270	0,8	0,854	2,0
<i>Адекватный уровень потребления Си 1 мг/сутки; верхний допустимый уровень потребления 3 мг/сутки</i>														
5) Си, мг/л табл.	0,248	0,4	0,968	0,4	0,540	0,4	0,432	0,4	0,0009	–	0,284	0,2	0,0002	–
<i>Адекватный уровень потребления Zn 12 мг/сутки; верхний допустимый уровень потребления 25 мг/сутки</i>														
6) Zn, мг/л табл.	0,177	1,2	2,86	2,4	0,358	2,4	0,384	1,2	–	–	0,314	2,0	2,2	0,5
средняя m <sub>табл.,г</sub>	4,342	4,4	3,802	3,8	3,878	4,0	4,383	4,4	3,766	3,8	3,464	3,5	4,071	4,0

Список использованных источников

1. Матвейко, Н. П., Брайкова, А. М., Савкина, А. С. Контроль качества витаминных комплексов методом инверсионной вольтамперометрии // Вестник БГЭУ. – 2008. – №1 – С. 55–60.
2. Матвейко, Н. П., Брайкова, А. М., Садовский, В. В. Определение тяжелых металлов в алкогольной продукции // Мичуринский агрономический вестник. – 2018. – № 1. – С. 91–96.