

УДК 543.422:541.491:546.815:546.48:546.49

Е.Е. Костенко, канд. хим. наук,
Е.Н. Бутенко, канд. техн. наук
Національний університет
пищевих технологий

ІЗУЧЕНIE КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНIA **Pb (II), Cd (II), Hg (II)** С АМИНОКИСЛОТАМИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОТЕКТОРНЫХ СВОЙСТВ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Изучено комплексообразование Pb (II), Cd (II), Hg (II) с аминокислотами, входящими в состав пищевых продуктов. Полученные количественные характеристики их состава и прочности использованы для прогнозирования протекторных свойств пищевых продуктов по отношению к ионам Pb (II), Cd (II), Hg (II).

Ключевые слова: комплексообразование, токсичные металлы, аминокислоты, протекторные свойства.

Изучая проблему здорового рационального питания было установлено, что целый ряд пищевых продуктов выполняет двойную функцию: они снабжают наш организм различными веществами, необходимыми для его функционирования и являются природными средствами протекторного действия по отношению к токсичным веществам [1–3].

Установлено, что одной из главных причин такого действия является комплексообразование основных компонентов пищевых продуктов (жиров, белков, углеводов, витаминов, ферментов) с ионами токсичных металлов [1–3]. Поскольку одними из наиболее важных компонентов пищевых продуктов являются белки, состоящие из фрагментов различных аминокислот, представлялось интересным изучить комплексообразование Pb (II), Cd (II), Hg (II) с аминокислотами. Такие исследования актуальны, поскольку позволяют количественно оценить пищевую ценность продуктов как по традиционным технологическим показателям, так и по протекторным свойствам их основных компонентов по отношению к металлам-токсиантам.

Таблица 1. Литературная информация о составе и устойчивости комплексов Pb (II), Hg (II), Cd(II) с аминокислотами [1,4,5]

Аминокислоты	$\lg \beta_{\text{Hg}}$	$\lg \beta_{\text{Cd}}$	$\lg \beta_{\text{Pb}}$
1. Аланин (Ala)	—	3,8 (1 : 1)	5,0 (1:1)
2. Аспарагин (Asp NH2)	—	—	—
3. Аспарагиновая кислота (Asp)	—	4,5(1:1), 7,2 (1:2)	—
4. Глицилглицин (Glygly)	—	3,5 (1:1), 5,9 (1:2)	3,23 (1:1); 5,93 (1:2)
5. Глицин (Gly)	10,30 (1:1); 19,20 (1:2)	6,8(1:1), 8,9(1:2)	5,30 (1:1); 8,60 (1:2)
6. Лизин (Lyz)	—	—	—
7. Гистидин (Gyst)	—	—	6,0 (1:1); 9,0 (1:2)
8. Аргинин (Arg)	—	6,8 (1 : 2)	—
9. Треонин (Treon)	—	—	—
10. Серин (Ser)	—	—	—
11. Глютаминовая кислота (Glyt)	—	—	—
12. Пролин (Prolin)	—	—	—
13. Цистин	—	—	13,8 (1:1); 18,1 (1:2)
14. Валин (Val)	—	—	—
15. Метионин (Met)	—	—	—

© Костенко Е.Е., Бутенко Е.Н., 2012

В табл. 1 приведены данные литературы по комплексообразованию Pb (II), Cd (II), Hg (II) с аминокислотами.

Видно, что такие сведения ограничены, что подтверждает актуальность наших исследований.

Экспериментальная часть

Исходные 0,1 моль/дм³ растворы солей Pb (II), Cd (II), Hg (II) готовили растворением: навески Pb(NO₃)₂ квалификации х.ч. в 0,1 моль/дм³ HNO₃; металлического кадмия квалификации ос.ч. у H₂SO₄; Hg(NO₃)₂ · 0,5 H₂O квалификации х.ч. в 0,1 моль/дм³ HNO₃. Стандартизацию проводили комплексонометрическим методом (Pb (II)); меркуриметрическим методом (Hg (II)) [6-9].

В работе применяли водные растворы сульфоназо III (СФАЗ) и ксиленолового оранжевого (КО) ч.д.а. (Chemapol).

Использовали растворы HNO₃, HC1, H₂C₂O₄, NaOH, NaCl, етанол ос.ч. 1,0 моль/дм³ растворы HNO₃ и HC1, готовили разведением концентрированных растворов. 0,1 моль/дм³ H₂C₂O₄ готовили из фиксанала.

0,1 моль/дм³ растворы аминокислот (R) готовили растворением точных навесок фармацевтических препаратов в воде. Концентрацию аминокислот в равновесных растворах определяли титриметрически с помощью 0,1 М раствора NaOH [10], который стандартизовали по щавелевой кислоте.

Рабочие растворы готовили разведением исходных перед проведением эксперимента.

Воду очищали, так как описано в работе [11].

Спектры светопоглощения растворов снимали, пользуясь спектрофотометром СФ-46. Оптическую плотность растворов измеряли с помощью фотоэлектро-колориметра КФК-3 при оптимальной длине волны ($\lambda_{\text{опт}}$), используя кварцевые кюветы з $l = 3$ см, относительно контрольной пробы (H₂O). Кислотность растворов контролировали иономером И-160 со стеклянным электродом.

Комплексообразование в системах изучали металл-индикаторным методом [12,13].

Состав комплексов определяли методом сдвига равновесия. Для систем Pb (II), Hg (II) — аминокислота: в 8 калиброванных мерных пробирок емкостью 10 см³ з притертymi пробками вносили по 0,5 см³ 10⁻³ моль/дм³ раствора соли металла, разные количества 0,1 моль/дм³ растворов аминокислот, 1 см³·0,01 моль/дм³ раствора HNO₃, 2 см³·10⁻³ моль/дм³ раствора СФАЗ, доводили общий объем смеси до 10 см³ дистиллированной водой и перемешивали. Оптическую плотность растворов измеряли через 45 мин. в кювете с $l = 3$ см относительно контрольной пробы, которая содержала 1 см³·0,01 моль/дм³ раствора HNO₃, 2 см³ 10⁻³ моль/дм³ раствора СФАЗ и воду [14]. Для системы Cd (II) — аминокислота: в 8 калиброванных мерных колб емкостью 25 см³ вносили по 0,5 см³·10⁻³ моль/дм³ раствора соли Cd (II), разные количества 0,1 моль/дм³ растворов аминокислот, 1 см³·10⁻³ моль/дм³ раствора КО, создавали pH 5,5 в объеме 25 см³ и перемешивали. Оптическую плотность растворов измеряли в кювете с $l = 1$ см относительно контрольной пробы, которая содержала 1 см³·10⁻³ моль/дм³ раствора КО и воду.

Результаты и их обсуждение

Установлено, что Pb (II), Cd (II), Hg (II) образуют с аминокислотами бесцветные комплексные соединения [1,4,5], которые поглощают свет в далекой ультрафиолетовой области спектра. В качестве металл-индикаторных систем использовали комплексы Pb (II) и Hg (II) со СФАЗ [14] и Cd (II) с КО [15]. Pb (II) и Hg (II) образуют со СФАЗ фиолетовые комплексы. Основные характеристики и условия образования их: $\lambda_{\text{опт}} = 700$ нм; pH 2,5–4,0, $\epsilon = 48000$. Для полного связывания металлов в комплекс необходим четырехкратный избыток СФАЗ, что учитывали в дальнейших исследованиях [4]. Cd (II) с КО образует красный комплекс. Основные характеристики

и условия образования его: $\lambda_{\text{опт}} = 580 \text{ нм}$; $\text{pH } 4,0 - 6,0$, $\varepsilon = 4250$. Для полного связывания кадмия в комплекс необходим двухкратный избыток КО.

Если к окрашенному комплексу M — индикатор добавить аминокислоту в диапазоне концентраций $(0,1 - 6,0) \cdot 10^{-2} \text{ моль/дм}^3$, наблюдается ослабление первичной окраски раствора благодаря образованию бесцветных комплексов $\text{Pb}(\text{II})$, $\text{Cd}(\text{II})$, $\text{Hg}(\text{II})$ с аминокислотами. В качестве критерия оценки относительной устойчивости этих комплексов использовали концентрацию лиганда, которая необходима для обесцвечивания первичной окраски раствора индикаторного комплекса наполовину, то есть для создания в системе ($[\text{M}^{2+}]_{\text{cb.}} = n \cdot 10^{-n} \text{ моль/дм}^3$). Последнюю величину находили, изучая равновесие в системах сравнения: $\text{Pb}(\text{II})$ — СФАЗ — $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$; $\text{Hg}(\text{II})$ — СФАЗ — CH_3COO^- ; $\text{Cd}(\text{II})$ — КО — $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$.

На основании полученных данных строили график зависимости оптической плотности от концентрации аминокислот. Затем графической интерполяцией находили концентрации аминокислот, которые необходимы для создания в системах равновесных концентраций ионов металлов, не связанных в комплекс.

Количественные характеристики состава и устойчивости комплексов изучаемых металлов с аминокислотами получали по следующей схеме.

Процесс взаимодействия комплекса металла и металлохромного индикатора с аминокислотами описывается уравнением:



Константа равновесия этой реакции

$$K_p = [\text{M}(R)_n][\text{Инд}] / [\text{M}(\text{Инд})][R]^n \quad (2)$$

После логарифмирования и математических преобразований имеет вид:

$$\lg [\text{M}(R)_n][\text{Инд}] / [\text{M}(\text{Инд})] = n \lg [R] + \text{const} = 0, \quad (3)$$

где n — количество координированных молекул лиганда.

Установлено, что состав комплексов следующий — $\text{M}(R)_2$ [16–18].

Далее были определены условные константы равновесия реакции образования комплексов металлов с аминокислотами следующим образом.



$$K_p = b_2 = [\text{M}(R)_2] / [\text{M}^{2+}][R]^2 \quad (5)$$

Концентрацию свободных ионов металла находили, изучая сдвиг равновесия в системе $\text{M}(\text{Инд})$ — $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{CH}_3\text{COO}^-)$. Установлено, что состав комплексов следующий: $\text{Pb}(\text{C}_2\text{O}_4)_2^{2-}$, $\text{Hg}(\text{CH}_3\text{COO})^+$ и $\text{Cd}(\text{C}_2\text{O}_4)_2^{2-}$. Из уравнений констант нестойкости [19] этих комплексов рассчитывали концентрацию свободных ионов $M(\text{II})$:

$$[\text{M}^{2+}]_{\text{cb.}} = K_n \cdot [\text{M}(\text{Aн})_n] / [\text{Aн}]^n, \quad (6)$$

$$[\text{Pb}^{2+}]_{\text{cb.}} = 4,51 \cdot 10^{-6} \cdot [\text{Pb}(\text{C}_2\text{O}_4)_2] / [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]^2,$$

$$[\text{Hg}^{2+}]_{\text{cb.}} = 2,8 \cdot 10^{-6} \cdot [\text{Hg}(\text{CH}_3\text{COO})] / [\text{CH}_3\text{COO}^-],$$

$$[\text{Cd}^{2+}]_{\text{cb.}} = 1,7 \cdot 10^{-6} \cdot [\text{Cd}(\text{C}_2\text{O}_4)_2] / [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]^2,$$

где $[\text{M}(\text{Aн})_n] = C_M - [\text{M}(\text{Инд})]$.

Концентрацию ионов $[\text{Aн}]$ рассчитывали по формуле:

$$[\text{Aн}] = K_{\text{Aн}} \cdot [\text{H}_n\text{Aн}]_p / [\text{H}^+]^n \cdot (C_{\text{Aн}} - n[\text{M}(\text{Aн})_n]), \quad (7)$$

где $K_{\text{Aн}}$ константа диссоциации соответствующей кислоты [19, 20].

На основании полученных данных строили график зависимости $A = f([M^{2+}]$) и графической интерполяцией определяли концентрацию свободных ионов металла для системы $M - \text{Инд} - R$ так как это представлено в работах [16–18].

Равновесную концентрацию аминокислот определяли в виде разницы $[R]_{\text{равн}} = C_R - [M(R)_n]$ и аналогично $[M(R)_n] = C_M - [M(\text{Инд})]$. Концентрацию $[M(\text{Инд})]$ находили фотометрически. Результаты обрабатывали методом математической статистики. Количественные характеристики состава и устойчивости изученных комплексов приведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты изучения комплексообразования металлов с аминокислотами

($P = 0,99$; $n = 8 - 13$; $C_{\text{ко}} = 4,0 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³, pH 6; $C_{\text{Pb}} = 5,0 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³, $C_{\text{Hg}} = 1,5 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³; $C_{\text{СФАЗ}} = 2,0 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³, pH 3,0; $[Hg^{2+}]_{\text{св.}} = 4,2 \cdot 10^{-7}$ моль/дм³; $[Pb^{2+}]_{\text{св.}} = 2,7 \cdot 10^{-10}$ моль/дм³; $C_{\text{Cd}} = 2 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³; $C_{\text{ко}} = 4,0 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³, pH 6; $[Cd^{2+}]_{\text{св.}} = 1,4 \cdot 10^{-7}$ моль/дм³; М : АМК = 1 : 2).

Изученные системы	Диапазон концентраций АМК, $n \cdot 10^{-2}$ моль/дм ³	$C_{\text{АМК}} \cdot 10^{-2}$ моль/дм ³ для создания $[M^{i+}]_{\text{св.}}$	$\lg \beta_2$
Hg – аланин	$(0,025 - 0,5) \cdot 10^{-2}$	0,02	$7,74 \pm 0,03$
Hg – гистидин	$(0,25 - 5) \cdot 10^{-2}$	0,17	$5,24 \pm 0,07$
Hg – треонин	$(0,025 - 0,5) \cdot 10^{-2}$	0,02	$7,76 \pm 0,02$
Hg – валин	$(0,25 - 5) \cdot 10^{-2}$	0,15	$5,63 \pm 0,03$
Hg – серин	$(0,025 - 0,5) \cdot 10^{-2}$	0,02	$7,76 \pm 0,02$
Hg – лизин	$(0,025 - 0,3) \cdot 10^{-2}$	0,02	$7,57 \pm 0,06$
Hg – метионин	$(0,025 - 0,5) \cdot 10^{-2}$	0,015	$7,73 \pm 0,01$
Hg – лейцин	$(0,25 - 4) \cdot 10^{-2}$	0,13	$5,84 \pm 0,05$
Hg – глютаминовая кислота	$(0,5 - 5) \cdot 10^{-2}$	0,30	$5,50 \pm 0,04$
Pb – глицин	$(0,5 - 6,0) \cdot 10^{-2}$	4,00	$7,88 \pm 0,06$
Pb – аланин	$(0,8 - 1,8) \cdot 10^{-2}$	0,90	$9,13 \pm 0,05$
Pb – валин	$(0,2 - 1,8) \cdot 10^{-2}$	0,75	$9,37 \pm 0,08$
Pb – лейцин	$(0,5 - 6,0) \cdot 10^{-2}$	5,50	$7,81 \pm 0,03$
Pb – серин	$(0,25 - 3,0) \cdot 10^{-2}$	1,50	$8,70 \pm 0,06$
Pb – треонин	$(0,25 - 3,0) \cdot 10^{-2}$	1,50	$8,73 \pm 0,02$
Pb – метионин	$(0,2 - 1,8) \cdot 10^{-2}$	0,90	$9,38 \pm 0,07$
Pb – лизин	$(0,8 - 1,8) \cdot 10^{-2}$	0,90	$9,52 \pm 0,06$
Pb – глютаминовая кислота	$(0,5 - 4,0) \cdot 10^{-2}$	3,20	$8,08 \pm 0,04$

Учитывая вышеизложенное, состав комплексов и данные литературы, можно ожидать, что металлы будут координироваться с аминокислотами по атомам азота амино-групп и атомам кислорода вследствие замещения водорода в карбоксильных группах с образованием двух 5-членных циклов.

По устойчивости образующихся соединений изученные металлы можно расположить в следующий ряд — Pb (II) > Hg (II) > Cd (II), что совпадает с данными литературы о прочности комплексов изученных металлов с другими органическими кислотами. Видно, что наиболее устойчивые комплексы аминокислоты образуют с ионами Pb (II), наименее — с ионами Cd (II).

Полученные результаты были использованы для прогнозирования протекторных свойств пищевых продуктов следующим образом: можно предположить, что наиболее интенсивно фрагментами аминокислот, которые входят в состав белков, будут связываться ионы Pb (II).

В настоящее время известно большое количество комплексообразующих соединений, способных выводить Pb (II), Cd (II), Hg (II) из организма. Например, пектини, артишоковый чай, угольные энтеросорбенты и другие. Однако, следует учитывать, что основные компоненты пищевых продуктов, не содержащих пектиновых веществ, в состав которых входят карбоксильные, гидроксильные, амино-, сульфогидрильные и другие функционально-активные группы, также как и пектини, способны образовывать комплексы с токсичными металлами. Например, для подтверждения вышеизложенного прогноза изучали способность круп: «Артек», гречневой, кукурузной, пшена, риса; батона нарезного и шампиньонов связывать ионы Pb (II) за счет взаимодействия с функционально-аналитическими группами основных компонентов этих продуктов следующим образом. Брали навески продуктов (1 г), помещали в стаканы, вносили в каждый из них по 50 см³ стандартного раствора соли Pb (II), который содержал, 0,4 мг Pb (II), перемешивали на магнитной мешалке 1 час, отделяли жидкую фазу фильтрованием через разные промежутки времени и фотометрически контролировали содержание Pb (II) в фильтратах в виде его комплекса с сульфоназо III [14]. Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты изучения способности пищевых продуктов, не содержащих пектиновых веществ, связывать Pb (II)
(Введено 0,4 мг Pb (II), Р = 0,95; n = 3)

Пищевой продукт	Время контакта фаз	Сорбировалось Pb (II), мг/1 гр продукта
Крупа кукурузная (мелкий помол)	1 час	—
	1 сут.	—
	2 сут.	0,10 ± 0,02
	3 сут.	0,30 ± 0,01
Пшено	1 час	0,030 ± 0,002
	1 сут.	0,20 ± 0,02
	2 сут.	0,30 ± 0,01
	3 сут.	0,30 ± 0,03
Крупа «Артек»	1 час	0,40 ± 0,02
	1 сут.	0,40 ± 0,01
	2 сут.	0,40 ± 0,03
	3 сут.	0,40 ± 0,02
Крупа гречневая (ядро)	1 час	—
	1 сут.	0,40 ± 0,02
	2 сут.	0,40 ± 0,01
	3 сут.	0,40 ± 0,02
Рис (круглый)	1 час	0,10 ± 0,03
	1 сут.	—
	2 сут.	—
	3 сут.	—
Шампиньоны (измельченные)	1 час	—
	1 сут.	—
	2 сут.	0,070 ± 0,004
	3 сут.	0,23 ± 0,02
Батон нарезной (мякиш)	1 час	0,40 ± 0,01
	1 сут.	0,40 ± 0,02
	2 сут.	0,40 ± 0,02
	3 сут.	0,40 ± 0,03

Установлено, что наиболее эффективная сорбция Pb (II) наблюдалась для крупы «Артек» и батона нарезного, что объясняется высокой способностью этих продуктов к набуханию вследствие более развитой поверхности, чем у других образцов.

Ионы Pb (II) быстро получали доступ к функционально-аналитическим группам продуктов и связывались как за счет комплексообразования с ними, так и за счет физической адсорбции. Крупа гречневая сорбировала внесенный Pb (II) полностью, но медленнее, чем крупа «Артек» и батон нарезной, что связано с размерами зерен гречневой крупы. Максимальная сорбционная емкость кукурузной крупы и пшена на 0,1 мг Pb (II) на 1 г продукта ниже, чем в предыдущих случаях в связи с меньшей способностью к набуханию в условиях эксперимента. Сорбционная емкость шампиньонов составила 0,23 мг Pb (II) на 1 г продукта. Это подтверждает данные литературы про интенсивную сорбцию катионов за счет развитого мицелия гриба. Худшая сорбционная способность оказалась у зерен риса, что объясняется условиями эксперимента.

Выводы. Впервые с помощью металл-индикаторного метода получены количественные характеристики состава и устойчивости комплексов Hg (II), Cd (II) и Pb (II) з рядом аминокислот, которые входят в состав пищевых продуктов.

Показано, что функционально-аналитические группы основных компонентов пищевых продуктов способны связывать ионы Pb (II) и других токсичных металлов не менее интенсивно, чем пектин и другие специальные комплексообразующие добавки, что может быть учтено при разработке рекомендаций по рациональному диетическому питанию для разных групп населения.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Методы и достижения бионеорганической химии* / Под ред. К. Мак Олиффа. — М.: Мир, 1978. — 390 с.
2. *Пат. № 41841 A. Україна. МПК 7 G01N33/04. Спосіб визначення комплексоутворювальної здатності основних компонентів молока та суміші на його основі* // Костенко Є.Є., Ромоданова В.О., Тасенко М.А.; заявник і власник патенту Національний університет харчових технологій. — № 2001053132; заявлено 07.05.01; Надрук. 17.09.2001, Бюл. № 8. — 4 с.
3. *Костенко Є. Є. Протекторні властивості харчових продуктів, які не містять пектину, щодо Плюмбуму (II)* / Є. Є. Костенко, Т. В. Стакхмич, О. М. Бутенко // Сесія наук. ради НАН України з пробл. «Аналітична хімія», Гурзуф, 16-19 травня 2011 р.: тези доп. — Київ, 2011. — С. 54.
4. *Биологический аспекты координационной химии* / Под. ред. К.Б. Яцимирского. — К.: Наукова думка, 1979. — 263 с.
5. *Неорганическая биохимия* / Под ред. Эйхгорна Г. — М.: Мир, 1978. — т. 2. — 736 с.
6. *Полянский Н.Г. Аналитическая элементов. Свинец*. — М.: Наука, 1986. — 352 с.
7. *Коростелев П.П. Приготовление растворов для химико-аналитических работ*. — М: Химия, 1967. — 379 с.
8. *Гладышев В.П., Левицкая С.А., Филиппова Л.М. Аналитическая химия ртути*. — М.: Наука, 1974. — 224 с.
9. *Шарло Г. Методы аналитической химии. Количественный анализ неорганических соединений*. — М.: Химия, 1966. — 975 с.
10. *Полюдек-Фабини Р., Бейрих Т. Органический анализ*. — Л.: Химия, 1981. — 622 с.
11. *Методы анализа чистых химических реагентов*. — М.: Химия, 1984. — 280 с.
12. *Бабко А.К., Штокало М.Й. Металл — индикаторный метод изучения комплексов в растворе*. — К.: Наукова думка, 1969. — 100 с.
13. *Штокало М.Й., Костенко Є.С., Біла Г.М. Аналітична хімія. Метал-індикаторний метод дослідження комплексів у розчині*: Навч. Посібник. — К.: НУХТ, 2010. — 96 с.

14. Костенко Е.Е., Христиансен М.Г., Бутенко Е.Н. Определение свинца (II) в питьевой воде с помощью сульфоназо III. // Химия и технология воды. — Т. 24, № 6. — 2002. — С. 558–561.
15. Otomo M. // Bull Chem.Soc. Japan. 1964. V. 37. P. 504–508.
16. Костенко Є.Є., Ковбаса В.М., Терлецька В.А., Зінченко І.М., Боднар А.В. // Наукові праці НУХТ. — 2009. — № 29. — С. 6–8.
17. Костенко Є.Є., Біла Г.М., Ковбаса В.М., Терлецька В.А., Зінченко І.М., Боднар А.В. // Харчова і переробна промисловість. 2010. № 2 (366). С. 26–28.
18. Костенко Є.Є., Ковбаса В.М., Терлецька В.А., Біла Г.М., Зінченко І.М., Боднар А.В. // Наукові праці НУХТ, 2010. № 33. С. 30–32.
19. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия. 1979. 480 с.
20. Альберт А., Серженет Е. Константи іонізації кислот і основ: Пер. с англ. М.: Наука. — 1964. — 179 с.

Є.Є. Костенко, О.М. Бутенко

**Дослідження комплексоутворення Pb (II), Cd (II), Hg (II) з амінокислотами
для прогнозування протекторних властивостей харчових продуктів**

Досліджено комплексоутворення Pb (II), Cd (II), Hg (II) з амінокислотами, що входять до складу харчових продуктів. Отримані кількісні характеристики їх складу і стійкості використані для прогнозування протекторних властивостей харчових продуктів по відношенню до іонів Pb (II), Cd (II), Hg (II).

Ключові слова: комплексоутворення, токсичні метали, амінокислоти, протекторні властивості.

E. Kostenko, E. Butenko

**The study complexformation Pb (II), Cd (II), Hg (II) with amino acid
for forecasting defensive characteristic of the food-stuff**

By means of metal-indicator method is studied complexformation Pb (II), Cd (II), Hg (II) with amino acid, which fragments be included in squirrel of the food-stuffs.

It Is Installed that Pb (II), Cd (II), Hg (II) form with amino acid colourless complex join, which absorb the light in distant ultraviolet area of the spectrum.

As metal-indicator systems used the complexes Pb (II) and Hg (II) with sulphonazo III and Cd (II) with ksilenolov orange.

The Composition complex is determined by method of the shift of the balance. It Is Installed that in system are formed complexes with correlation component M : amino acid = 1 : 2.

As standard of judgement to relative stability these complex used the concentration ligand, which required for discoloration of the primary colouration of the solution indicator complex by half that is to say for making in system ($[M^{2+}]_{\text{eq}} = n \cdot 10^{-m} \text{ mol/l}$). The Last value found, studying balance in system of the comparison: Pb (II) — SFAZ — $C_2O_4^{2-}$; Hg (II) — CFAZ — CH_3COO^- ; Cd (II) — KO — $C_2O_4^{2-}$.

The Calculated constant to stability. On stability constants join studied metals possible to dispose in the following row — Pb (II) > Hg (II) > Cd (II).

The Got results were used for forecasting defensive characteristic of the food-stuffs as follows: possible expect that the most intensive fragment of amino acid, which be included in squirrel, will link the ions Pb (II).

The Broughted results of the study to abilities of some food-stuffs to link Pb (II).

Key words: complexformation, toxic metals, amino acid, defensive characteristic.

e-mail: jimp@ukr.net

Надійшла до редколегії 07.02.2012 р.