

Таблица 1 – Данные об энергии молекулярного докинга для упомянутого лиганда и водородной связи

Protein	Bonded residues	№ of hydrogen bond	Bond distance (Å)	Estimated Inhibition Constant (µm)	Binding energy (kcal/mol)	Intermolecular energy (kcal/mol)	Reference RMSD (Å)
2019-nCoV	Asn 142	1	1.5	6.53	-9.94	-8.57	83.15
2019-nCoV	Asn 142	1	1.6	4.39	-8.50	-8.66	87.35

Заключение

Таким образом, в результате проведенного исследования было обнаружено, что между Триазавирином и Коронавирусом 2019-nCoV происходит сильное взаимодействие, что приводит к разрушению структуры белка.

Образовалось две сильные водородные связи между Asn 142 протеазы коронавируса и Триазавирином. А также между His 172, Glu 166, Gly 138 и Phe 140 белка и молекулой Триазавирина возникают восемь стерических взаимодействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Rusinov, V. L.* Nucleophilic substitution of nitro group in nitrotriazolotriazines as a model of potential interaction with cysteine-containing proteins // Rusinov VL, Sapozhnikova IM, Ulomskii EN, Medvedeva NR, Egorov VV, Kiselev OI, Deeva EG, Vasin AV, Chupakhin ON. // Chemistry of Heterocyclic Compounds. – 2015. – № 51. – p. 275–280.
2. *Chupakhin, O. N.* 2-Methylthio-6-nitro-1,2,4-triazolo[5,1-c]-1,2,4-triazine-7(4H)-one sodium salt dehydrate possessing antiviral activity // Chupakhin ON, Rusinov V L, Ulomskij EN, Charushin VN, Petrov AV, Kiselev ON. // 2007. – Patent RU2294936 C1.
3. *Loginova, S. I.* Therapeutic efficacy of triazavirin, a novel Russian chemotherapeutic, against influenza virus A (H5N1) // Loginova S I, Borisevich SN, Maksimov VA, Bondarev V P, Kotovskaya SK, Rusinov V L, Charushkin VN, Chupakhin ON. // Antibiot Khimioter. – 2011. – № 56. – p. 10–12.
4. *Loginova, S. I.* Triazaverin prophylactic efficacy against influenza virus A (H5N1) // Loginova SI, Borisevich SN, Maksimov VA, Bondarev VP, Kotovskaya SK, Rusinov VL, Charushkin VN, Chupakhin ON. // Antibiot Khimioter. – 2010. – № 55. – p. 25–28.
5. *Loginova, S.I.* Investigation of Triazavirin antiviral activity against tick-borne encephalitis pathogen in cell culture // Loginova SI, Borisevich SN, Maksimov AV, Bondarev VP, Kotovskaya SK, Rusinov VL, Charushkin VN, Chupakhin ON // Antibiot Khimioter. – 2014. – № 59. – p. 3–5.

ИССЛЕДОВАНИЕ УДЕЛЬНЫХ АКТИВНОСТЕЙ СТРОНЦИЯ-90 И ЦЕЗИЯ-137 В ОТДЕЛЬНЫХ ПРОДУКТАХ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ

STUDY OF SPECIFIC ACTIVITIES OF STRONTIUM-90 AND CESIUM-137 IN SEPARATE BABY FOOD PRODUCTS

А. В. Якименко, А. Н. Батян, В. А. Кравченко

A. V. Yakimenko, A. N. Batian V. A. Kravchenko

Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ,

г. Минск, Республика Беларусь

kravchenko.v.anat@gmail.com

Belarusian State University, ISEU BSU, Minsk, Republic of Belarus

Проанализированы некоторые виды детского питания, удельные активности которых по цезию-137 варьировались от 1,2 Бк/кг до 7,0 Бк/кг, а по стронцию-90 от 1 Бк/кг до 1,85 Бк/кг. Радиологические показатели проанализированных продуктов детского питания находятся в допустимых пределах республиканского нормативного акта ГН 10-117-99, а также норматива ЕАЭС ТР ТС 021/2011.

Some types of baby food were analyzed, the specific activity of which for caesium-137 varied from 1.2 Bq/kg to 7.0 Bq/kg, and for strontium-90 from 1 Bq/kg to 1.85 Bq/kg. The radiological indicators of the analyzed baby food products are within the permissible limits of the republican normative act GN 10-117-99, as well as the EAEU standard of TR CU 021/2011.

Ключевые слова: радиологическая безопасность, цезий-137, стронций-90, детское питание.

Keywords: radiological safety, cesium-137, strontium-90, baby food.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2021-1-374-377>

Радиационный контроль продуктов питания в Республике Беларусь осуществляется в целях минимизации последствий облучения населения. Измеряемым параметром объектов радиационного контроля является характеристика факторов внутреннего радиационного воздействия на человека: удельная активность радионуклидов в продуктах питания [1–4].

Объектом исследования явилась консервная овощная, фруктовая, мясная, рыбная, соковая и мясорастительная продукция торговых знаков «Маленькое счастье» и «Аленка любит» производства ООО «Белфуд Продакшн» за период 02.11.2017–04.01.2020 гг.:

Как видно из таблицы 1 удельная активность цезия-137 в образце «Пюре из хека» от 23.02.2019 г. выросла на 7,27% по сравнению с образцом от 23.08.2018 г., а в образце от 22.06.2019 г. снизилась на 57,63%, относительно образца от 23.02.2019 г.

По рыбным консервам вида «Пюре из сёмги» дисперсия для значений удельной активности Cs-137 равна 4,41, коэффициент вариации равен 75%. Дисперсия для значений удельной активности Sr-137 равна 0,003, коэффициент вариации равен 3,69%.

Как видно из таблицы 2, удельная активность цезия-137 в образце «Пюре из говядины» от 23.05.2019 г. снизилась на 38,24% по сравнению с образцом за 06.02.2019 г. В образце за 11.11.2019 г. удельная активность ниже на 42,86%, чем в образце за 23.05.2019 г. Образец от 21.11.2019 г. обладал удельной активностью на 16,67% выше относительно предыдущей пробы от 11.11.2019 г.

Таблица 1 – Удельная активность цезия-137 и стронция-90 в рыбных консервах

Наименование продукта	Дата производства	Цезий-137, Бк/кг	Требования ТНПА	Стронций-90, Бк/кг	Требования ТНПА
«Пюре из хека»	23.08.2018 г.	5,5	<40*	1,7	<40*
	23.02.2019 г.	5,9	<37**	1,3	<37**
	22.06.2019 г.	2,5		1,8	
Среднее значение по виду		4,63 ± 1,86		1,60 ± 0,26	
«Пюре из сёмги»	16.01.2019 г.	5,2	<40*	1,6	<25*
	26.08.2019 г.	1,3	<37**	1,6	<1,85**
	17.09.2019 г.	1,9		1,5	
Среднее значение по виду		2,80 ± 2,10		1,57 ± 0,06	

Примечание: * – согласно ТР ТС 021/2011, ** – согласно ГН 10-117-99.

Таблица 2 – Удельная активность цезия-137 и стронция-90 в мясных консервах

Наименование продукта	Дата производства	Цезий-137, Бк/кг	Требования ТНПА	Стронций-90, Бк/кг	Требования ТНПА
«Пюре из говядины»	06.02.2019 г.	3,4	<40*	1,4	<25*
	23.05.2019 г.	2,1	<37**	1,7	<1,85**
	11.11.2019 г.	1,2		1,78	
	21.11.2019 г.	1,4		1,76	
Среднее значение по виду		2,03±0,99		1,66±0,18	
«Пюре из индейки»	19.02.2019 г.	2,7	<40*	1,2	<25*
	24.05.2019 г.	1,8	<37**	1,7	<1,87**
	05.11.2019 г.	3,0		1,7	
Среднее значение по виду		2,5±0,62		1,53±0,29	
«Пюре из цыплят»	14.11.2018 г.	6,8	<40*	1,6	<25*
	07.02.2019 г.	5,5	<37**	1,2	<1,87**
	09.07.2019 г.	4,1		1,4	
Среднее значение по виду		5,47±1,35		1,40±0,20	

Примечание: * – согласно ТР ТС 021/2011, ** – согласно ГН 10-117-99.

Удельная активность стронция-90 в образце от 23.05.2019 г. повысилась на 21,43%, в сравнении с образцом от 06.02.2019 г., а в образце от 11.11.2019 г. она повысилась на 4,71% относительно образца от 23.05.2019 г. Образец от 21.11.2019 г. имел удельную активность цезия ниже на 1,12% относительно предыдущей пробы от 11.11.2019 г.

По мясным консервам вида «Пюре из говядины» дисперсия для значений удельной активности Cs-137 равна 0,99, коэффициент вариации равен 49,11%. Дисперсия для значений удельной активности Sr-90 равна 0,03, коэффициент вариации равен 10,64%.

Согласно таблице 2 удельная активность цезия-137 в образце «Пюре из индейки» от 24.05.2019 г. снизилась на 33,33% по сравнению с образцом за 19.02.2019 г., а в образце от 05.11.2019 г. повысилась на 66,67% относительно образца от 24.05.2019 г. Удельная активность стронция-90 в образце от 24.05.2019 г. повысилась на 41,67% относительно образца от 19.02.2019 г., а в образце от 05.11.2019 г. значение оказалось равно предыдущему.

По консервам из мяса птицы вида «Пюре из индейки» дисперсия для значений удельной активности Cs-137 равна 0,39, коэффициент вариации равен 24,98%. Дисперсия для значений удельной активности Sr-90 равна 0,08, коэффициент вариации равен 18,83%.

Согласно таблице 2 удельная активность цезия-137 в образце «Пюре из цыплят» от 07.02.2019 г. снизилась на 19,12% в сравнении с образцом от 14.11.2018 г. Образец от 09.07.2019 г. имел удельную активность ниже на 25,45%, чем в образце от 07.02.2019 г. Удельная активность стронция-90 в образце от 07.02.2019 г. снизилась на 25% относительно образца от 14.11.2018 г., а в образце от 09.07.2019 г. значение удельной активности выше, чем в образце от 07.02.2019 г. на 16,67%.

По консервам из мяса птицы вида «Пюре из мяса цыплят» дисперсия для значений удельной активности Cs-137 равна 1,82, коэффициент вариации равен 24,70%. Дисперсия для значений удельной активности Sr-90 равна 0,04, коэффициент вариации равен 14,29%.

Как видно из таблицы 3, удельная активность цезия-137 в образце «Морса из черники и голубики «Лесные ягоды» от 16.09.2019 г. повысилась на 20,00% по сравнению с образцом за 14.12.2017 г., удельная активность продукта за 04.01.2020 равна предыдущему измерению продукции за 16.09.2019 г.

Таблица 3 – Удельная активность цезия-137 и стронция-90 в консервированном морсе и соке

Наименование продукта	Дата производства	Цезий-137, Бк/л	Требования ТНПА	Стронций-90, Бк/л	Требования ТНПА
Морс из черники и голубики «Лесные ягоды»	14.12.2017 г.	1,5	< 40*	1,6	<25*
	16.09.2019 г.	1,8	<37**	1,2	<1,85**
	04.01.2020 г.	1,8		1,1	
Среднее значение по виду		1,70±0,17		1,30±0,26	
Сок яблочно-шиповниковый	05.12.2017 г.	2,2	<40*	1,85	<25*
	21.01.2020 г.	1,7	<37**	1,8	<1,85**
	10.09.2018 г.	5,4		1,5	
Среднее значение по виду		3,10 ± 2,00		1,72 ± 0,19	

Примечание: * – согласно ТР ТС 021/2011, ** – согласно ГН 10-117-99.

Удельная активность стронция-90 в образце от 16.09.2019 г. снизилась на 25% относительно образца от 14.12.2017 г., в образце от 04.01.2020 г. она снизилась на 8,33% по сравнению с образцом от 16.09.2019 г.

По виду морса «Лесные ягоды» дисперсия для значений удельной активности Cs-137 равна 0,03, коэффициент вариации равен 10,19%. Дисперсия для значений удельной активности Sr-90 равна 0,07, коэффициент вариации равен 20,35%.

Согласно таблице 3 удельная активность цезия-137 в образце «Сока яблочно-шиповникового» от 10.09.2018 г. выросла на 145,46% в сравнении с образцом от 05.12.2017 г., а в образце от 21.01.2020 г. снизилась на 68,52% относительно образца от 10.09.2018 г.

Удельная активность стронция-90 в образце от 10.09.2018 г. снизилась на 1,85% по сравнению с образцом от 05.12.2017 г., а в образце от 21.01.2020 г. повысилась на 20% по сравнению с образцом от 10.09.2018 г.

По виду сока яблочно-шиповникового дисперсия для значений удельной активности Cs-137 равна 4,03, коэффициент вариации равен 64,76%. Дисперсия для значений удельной активности Sr-90 равна 0,04, коэффициент вариации равен 11,03%.

Согласно таблице 4 удельная активность цезия-137 в образце «Пюре из персиков» от 06.03.2019 г. выросла на 12,19% по сравнению с образцом от 07.06.2018 г., этот же показатель в образце от 19.06.2019 г. вырос на 52,17% по сравнению с предыдущим измерением от 06.03.2019 г.

Удельная активность стронция-90 в образце от 06.03.2019 г. равна удельной активности в образце от 17.06.2018 г., а в образце от 19.06.2019 г. повысилась на 9,09% относительно образца за 06.03.2019 г.

По виду пюре из персиков дисперсия для значений удельной активности Cs-137 равна 2,40, коэффициент вариации равен 26,62%. Дисперсия для значений удельной активности Sr-90 равна 0,003, коэффициент вариации равен 5,09%. Согласно таблице 4 удельная активность цезия-137 в образце «Пюре из яблок и персиков» от 03.01.2018 г. выше на 67,57%, чем в образце за 02.11.2017 г., значения в образцах от 04.02.2018 г. и 03.01.2018 г. равны. По виду пюре из яблок и персиков дисперсия для значений удельной активности Cs-137 равна 2,08, коэффициент вариации равен 26,90%.

Анализ таблицы 4 показал, что удельная активность цезия-137 в образце «Пюре из чернослива» от 03.08.2019 г. снизилась на 54,05% относительно пробы за 18.10.2018 г., а в образце от 06.10.2019 г. повысилась на 5,88% относительно предыдущей пробы от 03.08.2019 г. Удельная активность стронция-90 в образце от 03.08.2019 г. также снизилась на 41,18% в сравнении с предыдущим образцом от 18.10.2018 г., в пробе от 06.10.2019 г. удельная

активность выросла на 10% относительно предыдущего измерения 03.08.2019 г. По виду пюре из чернослива дисперсия для значений удельной активности Cs-137 равна 1,27, коэффициент вариации равен 49,96%. Дисперсия для значений удельной активности Sr-90 равна 0,14, коэффициент вариации равен 29,89%.

Таблица 4 – Удельная активность цезия-137 и стронция-90 в консервированном фруктовом пюре

Наименование продукта	Дата производства	Цезий-137, Бк/кг	Требования ТНПА	Стронций-90, Бк/кг	Требования ТНПА
«Пюре из персиков»	19.06.2019 г.	7,0	<40*	1,2	<25* <1,85**
	07.06.2018 г.	4,1	<37**	1,1	
	06.03.2019 г.	4,6		1,1	
Среднее значение по виду		5,23±1,55		1,13±0,06	
«Пюре из яблок и персиков»	03.01.2018 г.	6,2	<40*	–	<25* <1,85**
	04.02.2018 г.	6,2	<37**	–	
	02.11.2017 г.	3,7		–	
Среднее значение по виду		5,37±1,44		–	
«Пюре из чернослива»	03.08.2019 г.	1,7	<40*	1,0	<25* <1,85**
	18.10.2018 г.	3,7	<37**	1,7	
	06.10.2019 г.	1,8		1,1	
Среднее значение по виду		2,40±1,13		1,27±0,38	
«Пюре из яблок и банана»	11.10.2018 г.	3,7	<40*	1,7	<25* <1,85**
	04.11.2017 г.	3,7	<37**	1,6	
	13.05.2019 г.	3,5		1,6	
Среднее значение по виду		3,63±0,12		1,63±0,06	

Примечание: * – согласно ТР ТС 021/2011, ** – согласно ГН 10-117-99.

Из таблицы 4 видно, что удельные активности цезия-137 в образцах «Пюре из яблок и банана» от 11.10.2018 г. и 04.11.2017 г. имеют идентичные значения, в образце от 13.05.2019 г. выявлено снижение на 5,40% относительно предыдущего образца от 11.10.2018 г. Удельная активность стронция-90 в образце от 11.10.2018 г. повысилась на 6,25% в сравнении с предыдущим образцом от 04.11.2017 г., в пробе от 13.05.2019 г. удельная активность снизилась на 5,88% относительно предыдущего измерения 11.10.2018 г.

По виду пюре из чернослива дисперсия для значений удельной активности Cs-137 равна 0,01, коэффициент вариации равен 3,18%. Дисперсия для значений удельной активности Sr-90 равна 0,003, коэффициент вариации равен 3,54%. Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Проанализированная продукция детского питания, произведенная в ООО «Белфуд Продакшн» (рыбные консервы, мясные консервы, консервированный морс и сок, консервированное фруктовое пюре, консервированное фруктовое-молочное пюре) соответствует республиканскому нормативному акту ГН 10-117-99, а также нормативу ЕАЭС ТР ТС 021/2011 по уровню удельных активностей изотопов Цезия-137 и Стронция-90.

2. Наибольшая удельная активность Цезия-137 – 7 Бк/кг – отмечена в виде «Пюре из персиков». Наименьшая удельная активность Цезия-137 – 1,2 Бк/кг – зарегистрирована в следующих наименованиях: «Пюре из банана и клубники со сливками», «Пюре из говядины».

3. Наименьшая удельная активность Стронция-90 (1 Бк/кг) наблюдалась в видах «Пюре из чернослива», «Пюре из банана и клубники со сливками» и «Пюре из яблок и банана с творогом «Фруктово-творожный десерт», а наибольшая (1,85 Бк/кг) в виде «Сок яблочно-шиповниковый».

ЛИТЕРАТУРА

1. О безопасности пищевой продукции: Технический регламент Таможенного союза (ТР ТС) 021/2011 : принят 09.12.2011 г., вступил в силу 01.07.2013 г., Комиссия Таможенного союза, 2011 (с изменениями на 08.08.2019).

2. Бученков, И. Э., Батян, А. Н., Зиматкина, Т. И. [и др.]. Радиобиология: вчера, сегодня, завтра : курс лекций / МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ; Гродненский государственный медицинский университет. – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – 203 с.

3. Маскевич, С. А., Батян, А. Н., Зиматкина, Т. И. [и др.]. Радиобиология: медико-экологические проблемы: монография / МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ; Гродненский государственный медицинский университет; под ред. С.А. Маскевича. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 256 с.