

Экономические аспекты облучения пищевых продуктов

Мария М. Осецкая¹ mmary@rambler.ru

Ольга А. Момот² momotulya@gmail.com

¹ АНО ДПО «Техническая академия Росатома», ул. Курчатова, 21, г. Обнинск, 249031, Россия

² Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Студгородок 1, г. Обнинск, 249040, Россия

Реферат. В статье представлены результаты исследования количественного и экономического объемов мирового рынка облучения пищевых продуктов, представленного 29 странами, и перспективы развития технологии радиационного воздействия в России. Основными категориями облучаемых пищевых продуктов являются: специи, травы, сухие овощи, фрукты, замороженное и охлажденное мясо, в том числе лягушачьи лапки, морепродукты, злаки и некоторые другие. Показано, что мировой рынок по объему (тыс. т) облученных пищевых продуктов разделен между Китаем (37,60%), США (19,36%), Украиной (14,74%), Вьетнамом (12,41%), Бразилией (5,62%), ЮАР (4,10%), Индонезией (1,30%), Японией (1,17%), Бельгией (1,10%). Остальные 20 государств занимают долю в размере 2,6%. Экономический объем мирового рынка облученных продуктов, составляющий 17 136,56 млн. рублей, распределен между США (48,64%), Китаем (16,26%), Бразилией (14,53%), ЮАР (10,18%), Вьетнамом (5,88%), Индонезией (1,04%). На оставшиеся 24 страны приходится 3,48%, доля каждой из которых менее 1%. Выявлено, что наиболее дорогостоящей категорией подвергшихся облучению продуктов является «специи и травы», наименее – «овощи», «злаки». Показано, что потенциальные объемы облучения продуктов питания в России представлены мясными продуктами – около 10 млн. т в год; основными овощными культурами – более 12 млн. т в год, пищевыми ингредиентами, специями и кормами – около 200 тыс. т в год. Общий объем производства мяса и птицы составил 9 899,2 тыс. тв. убойном весе, сбора зерновых и зернобобовых – 120 671,79 тыс. т; пряностей необработанных – 97,5 тыс. т, картофеля – 31 107,80 тыс. т, овощей (без бахчевых) – 16 283,34 тыс. т, кормовых культур (кроме трав) – 27 674,15 тыс. т. Следовательно, 9 899,2 тыс. т мяса составляют порядка 100% потенциального объема в 10 млн. т, подвергнутого радиационному облучению в России, аналогично 74% овощей и примерно 1% специй и кормов. Несмотря на передовые технологии и статус лидера в сфере сельскохозяйственной радиологии и радиоэкологии, коммерческое облучение в России не осуществляется, что обусловлено необходимостью углубленного изучения влияния радиационно-обработанных продуктов на биохимические, физическо-химические, молекулярно-генетические процессы в организме человека и в представителях агробиотеносов.

Ключевые слова: экономика облучения пищевых продуктов, сельхозрадиология, радиационное облучение, мировой рынок радиационно-обработанных продуктов

Economic aspects of food irradiation

Mariya M. Osetskaya¹ mmary@rambler.ru

Olga A. Momot² momotulya@gmail.com

¹ ANO SPE "Rosatom Technical Academy", Kurchatova str., 21, Obninsk g, 249031, Russia

² Obninsk Institute for Nuclear Power Engineering of the National Research Nuclear University MEPhI, Studgorodok 1, Obninsk, 249040, Russia

Summary. This paper is dealing with the irradiated foods world market quantitative and economic volume estimating in 29 countries. The irradiation exposure technology development is presented in order to prospects in Russia. The main irradiated foods categories such as spices, herbs, dry vegetables, fruits, frozen and chilled meat, including frog legs, seafood, grains and others are identified. It is shown the quantitative dividing irradiated foods world market is between China (37,60%), USA (19,36%), Ukraine (14,74%), Vietnam (12,41%), Brazil (5,62%), South Africa (4,10%), Indonesia (1.30 percent), Japan (1,17%), Belgium (1,10%). The remaining 20 States took a share of 2.6%. The irradiated products world market economic volume amounting to 17,136.56 million rubles, is divided between the USA (48,64%), China (16,26%), Brazil (14,53%), South Africa (of 10.18%), Vietnam (of 5.88%), Indonesia (1,04%). The remaining 24 countries took a share of 3.48% while share each of them amounting less than 1%. It is revealed that the most expensive irradiated foods' category is "spices and herbs", least – "vegetables", "cereals". The research results are shown the Russian potential irradiated foods volume consisting of meat products, the main vegetable crops, food ingredients, spices and food is about 10 million tons, more than 12 million tons, about 200 thousand tons per year respectively. The meat and poultry total production was 9,899.2 thousand tons in carcass weight, yield of grain and leguminous was 120,671.79 thousand tons; spices raw was 97.5 thousand tons, potatoes was 31,107.80 thousand tones, vegetables (excluding melons) was 16,283.34 thousand tons, forage crops (except grasses) was 27,674.15 thousand tons in 2016 in Russia. Therefore 100% of meat, 74% of vegetables and about 1% of spices and animal feeds may be subjected to radiation in Russia. Despite the advanced technology and status as a leader in the agricultural radiology and radioecology field commercial irradiation is not carried out in Russia due to the need for in-depth irradiated foods' influence study of biochemical, physical-chemical, molecular-genetic processes in the human body and the representatives of agrobiocenosis.

Keywords: irradiated foods economics, agricultural irradiation, exposure, the irradiated foods global market

Для цитирования

Осецкая М.М., Момот О.А. Экономические аспекты облучения пищевых продуктов // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 320–329. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-320-329

For citation

Osetskaya M.M., Momot O.A. Economic aspects of food irradiation. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 320–329. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-320-329

Введение

В настоящее время Госкорпорация «Росатом» (далее – ГК Росатом) осуществляет ряд мероприятий по расширению сфер деятельности с использованием своих интеллектуальных, производственных и финансовых возможностей, импортозамещению и инновациям, обеспечивающим качественный рост эффективности бизнеса и процессов.

Цели стратегии ГК Росатом состоят, в том числе, в достижении объемов выручки от новых бизнесов (экологии, досмотровых систем, ядерной медицины и центров облучения)

не менее 30% от общей выручки к 2030 г. В настоящей работе внимание уделено, прежде всего, проблемам развития рынка центров облучения в России и за рубежом, экономическим аспектам облучения продуктов питания.

Следует отметить рост объемов рынка продукции центров облучения в России и мире (таблица 1).

Лидерами рынка являются Nordion (Канада), IBA (Бельгия), Hungaroster (Венгрия), Sterigenics (США). Руководством ГК Росатом декларируется расширение доли присутствия на мировом рынке с 1% в 2016 г. до 12% в 2030 г. на уровне [1].

Таблица 1.

Объемы российского и мирового рынков центров облучений
за 2013–2016 гг. и на перспективу до 2030 г.

Table 1.

The Russian and world markets' volume of irradiation centers
in the years 2013–2016 and for the perspective to 2030

Рынок Market	2013	2014	2015	2016	2020 прогноз	2030 прогноз
Российский, млн. долл. США Russian	4,9	8,3	14,4	15,2	45	294
Мировой, млрд. долл. США World	2500	2700	3000	3200	5000	13000–14000

Источник: составлено авторами по данным [1]

Основными сферами применения центров облучения выделяют: стерилизацию медицинских изделий, модификацию полимеров, дезинсекцию и повышение урожайности сельскохозяйственных культур, радисидацию, радуризацию и радаппертизацию пищевых продуктов [1].

В работах отечественных и зарубежных ученых детально рассмотрены проблемы радиационной обработки пищевых продуктов, особенностей технологий радиационной обработки [2–4], влияния доз облучения и вида ионизирующего излучения на потребительскую ценность сельскохозяйственной продукции [4–9]. Особенно следует отметить исследование [8], в котором представлена структура и описано содержание базы данных по воздействию ионизирующих излучений на растения, содержащей более пяти тысяч наборов данных и девятнадцать тысяч пар числовых значений «уровень радиационного воздействия – биологический эффект». Перспективы развития сельхозрадиологии и радиоэкологии в России рассмотрены в исследованиях известных отечественных ученых Р.М. Алексахина, Н.И. Санжаровой, Г.В. Козьмина, С.А. Гераськина, А.Н. Павлова, А.А. Удаловой [10, 11].

В ряде зарубежных работ отражены оценки экономического эффекта от облучения продовольствия, приведены данные по регионам по объемам (т) и стоимости (в местной валюте и японских йенах) облученных пищевых продуктов различных наименований [12–13]. Несмотря на все многообразие проведенных российских и иностранных исследований на текущий момент отсутствуют какие-либо публикации, посвященные экономическим аспектам облучения пищевой продукции в России. Таким образом, целью настоящего исследования является освещение вопросов оценки изменения стоимости облученных продуктов, объемов российского и зарубежного рынков в эквивалентных ценах.

Материалы и методы исследования

Исследование основано на разработках отечественных и зарубежных ученых в сельхозрадиологии, радиоэкологии, дозиметрии, опубликованных в научных периодических изданиях и в сети Интернет, посвященных вопросам оценки влияния доз облучения на продуктивную ценность сельскохозяйственных товаров, безопасности применяемых технологий и оборудования, необходимости лицензирования и

маркировки облученных пищевых продуктов, проблемам контроля экспорта облученного продовольствия, анализу емкости рынка центров облучения. Используются методы аналитического, технико-экономического и логического анализа, прогнозные качественные и количественные методы, группировки данных. Оценка экономических аспектов облучения пищевых продуктов в России осуществлялась, в том числе, с использованием результатов прямого опроса ведущих специалистов в области сельхозрадиологии.

Результаты исследования

Рынок центров облучения, в частности облучения пищевых продуктов, расширяется как в России, так и за рубежом [1, 10–13].

Особенностями исследований, проводимых в России, является неэкономическая оценка перспектив развития облучения продуктов питания.

Так, развитие ситуации в области сельхозрадиологии в мире характеризуется колеблющейся динамикой с тенденциями к росту.

В регионе Серверной и Латинской Америки наблюдается стабильный рост облучения пищевой продукции. Так, в 2005 г. в США объем облученных продуктов питания составил 92 тыс. т против 103 тыс. т в 2010 г., в Канаде – 1,4 тыс. т и 1,68 тыс. т соответственно, в Бразилии 23 тыс. т и 29,9 тыс. т соответственно. Физический и экономический объемы облученных пищевых продуктов Северной и Латинской Америки представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Физический и экономический объем облученных пищевых продуктов в Северной и Латинской Америке

Table 2.

Quantity and economic volume of irradiated foods in North and Latin America

Страна Country	Количество, т		В ценах на 07.12.2017 г.	
	2005 г.	2010 г.	млн. долл. США	млн. рублей
США USA	92 000	103 000,00	4 182,51	8 335,05
Канада Canada	1 400	1 680,00	27,48	54,77
Бразилия Brazil	23 000	29 900,00	1 249,44	2 489,92
Итого Total	116 400,00	134 580,00	5 457,01	10 874,92

Источник: составлено авторами по данным [12–14]

США являются страной, наиболее активно развивающей коммерческое облучение пищевых продуктов в мире. Основными реализуемыми категориями являются: мясо и птица (8 тыс. т), фрукты и овощи (15 тыс. т), специи (80 тыс. т), что суммарно составляет 103 тыс. т по данным [15]. Экономические оценки рассчитаны по местным розничным ценам на продовольствие. США также импортируют облученные в целях фитосанитарии фрукты и овощи в объеме 18 тыс. т (97%) из Австралии (манго, личи), Индии (манго), Таиланда (лонган, манго, мангустин, личи, рамбутан), Вьетнама (драконий фрукт, рамбутан), Мексики (гуава, лайм, манго, грейпфрут, мансано-перец) и Гавайев (в основном папайя и сладкий картофель). Отметим, что на текущий момент Мексика является ключевым экспортером фруктов в США за счет обеспечения низких цен и эффективной логистики, а именно быстрого сухопутного транспорта. В 2008 г. Мексика начала отгрузку облученной гуавы в США, объемы экспорта которой составили 257 т в 2008 г., 3521 т в 2009 г. и достигли рекордной величины в 10318 т

в 2010 г. Наибольший прирост по количеству облученной продукции в США достигается в категории фрукты и овощи: на 11 тыс. т за 5 лет.

В Канаде основным облученным пищевым продуктом, реализуемым на открытом рынке страны, являются специи. Центры облучения, владельцем которых является MDS-Nordion Co, функционируют в Квебеке, Онтарио и Британской Колумбии.

В Латино-Американском регионе осуществляется коммерческое облучение продовольствия, в основном частными компаниями, в Аргентине, Бразилии, Чили и Мексике. Бразилия была первой страной, использующей облучение высокими дозами, рекомендуемыми МАГАТЭ, ФАО, ВОЗ.

Статистическая информация по коммерческому облучению продуктов питания в Европейском Союзе публикуется Европейской комиссией ежегодно. В таблице 3 представлена информация по физическому и экономическому объему облученных пищевых продуктов в Европейском Союзе.

Физический и экономический объем облученных пищевых продуктов в Европейском Союзе

Table 3.

Quantity and economic volume of irradiated foods in EU

Страна Country	Количество, т Count		В ценах на 07.12.2017 г.	
	2005 г.	2010 г.	млн долл. США	млн рублей
Бельгия Belgium	7279	5 840	55,45	110,50
Германия Germany	472	127	1,27	2,53
Франция France	3111	1 024	11,63	23,18
Нидерланды Netherlands	3299	1 539	37,53	74,78
Чехия Czech Republic	85	27	0,01	0,03
Венгрия Hungary	111	151	1,36	2,71
Польша Poland	687	160	7,23	14,42
Хорватия Croatia	16	16	0,39	0,78
Испания Spain	–	369	1,62	3,23
Румыния Romania	–	17	0,07	0,15
Эстония Estonia	–	10	0,04	0,09
Итого Total	15 060	9 280	139,56	278,12

Источник: составлено авторами по данным [12–14]

Коммерческое облучение в Бельгии снижается быстрыми темпами с 7279 т в 2005 г. до 5840 т в 2010 г. (в среднем на 4% в год), что обусловлено давлением регулирующих органов ЕС в части предоставления отчетности о количестве и качестве (технических характеристиках используемого оборудования и доз облучения) продуктов, подвергнутых ионизирующему излучению и/или радиационной обработке. Отметим обеспокоенность общественным мнением компаний, реализующих облученную продукцию, необходимостью выполнения требований по обязательной маркировке товаров знаком «радиационно обработано» (символ «Radura»). Основными категориями облучаемых продуктов являются лягушачьи лапки (3572 т), мясо птицы (1471 т), специи и травы (285 т), сухие овощи (178 т), рыба, морепродукты, мясо, крахмал, яичный порошок (101 т).

В Германии запрещено облучение продуктов питания для внутреннего потребления, поэтому осуществляется радиационное воздействие только на специи и сушеные овощи, идущие на экспорт.

Специи и сушеные овощи (2 т), замороженное мясо птицы (463 т), лягушачьи лапки (474 т), аравийская камедь (85 т) являются основными подвергаемыми облучению пищевыми продуктами во Франции. Также отмечаются тенденции к снижению объемов облучаемых продуктов питания.

Коммерческое облучение специй и пряных трав (330 т), сушеных овощей (482 т), замороженных лягушачьих лапок (366 т), замороженного или охлажденного мяса птицы (137 т), замороженных креветок (64 т), яичного белка (160 т) и других продуктов широко используется в Нидерландах. Данные таблицы 3 свидетельствуют об аналогичной тенденции к снижению объемов облучаемых продуктов питания в стране.

Страны Чехия, Венгрия, Польша, Хорватия, Испания, Румыния и Эстония также реализуют программы по коммерческому облучению продовольствия в целях предотвращения прорастания, дезинсекции, увеличения сроков хранения, повышения урожайности и промышленной стерилизации.

Структура облученной продукции в ЕС представлена в таблице 4.

Таблица 4.

Структура облученных пищевых продуктов в Европейском Союзе

Table 4

The structure of irradiated foods in the European Union

Наименование Name	Количество, т Count	%
Лягушачьи лапки Frog legs	4 412,00	47,54
Мясо птицы Poultry meat	2 082,00	22,44
Травы и специи Herbs and spices	1 486,00	16,01
Дегидрированные продукты Dehydrogenated products	489,00	5,27
Дегидрированная кровь Digidrirovanny blood	178,00	1,92
Морепродукты Seafood	166,00	1,79
Яйца белок / порошок Eggprotein / powder	161,00	1,73
Аравийская камедь Arabian gum	85,00	0,92
Овощи Vegetables	15,00	0,16
Мясо Meat	4,00	0,04
Другое More	202,00	2,18
Итого Total	9 280,00	100,00

Источник: составлено авторами по данным [12, 13]

Следует отметить, что объемы облучения специфических категорий продукции, таких как лягушачьи лапки, сохраняются на том же уровне, независимо от применяемой практики обязательной маркировки товара, подвергнутого радиационному воздействию и/(или) радиационной обработке. Несмотря на относительно негативные тенденции к снижению объемов облучаемых продуктов питания в Бельгии, Фран-

ции и Германии, Европейская комиссия одобрила реализацию ряда проектов по облучению продовольствия в Болгарии и Эстонии, а также строительство одиннадцати новых установок на территории Южной Африки, Таиланда, Турции, Швейцарии и Индии [15].

Азия является регионом, где коммерческое облучение продовольствия на текущий момент наиболее активно развивается (таблица 5).

Таблица 5.

Физический и экономический объем облученных пищевых продуктов в Азии и Океании

Table 5.

Quantity and economic volume of irradiated foods in Asia and Oceania region

Страна	Количество, т Count		В ценах на 07.12.2017 г.	
	2005 г.	2010 г.	млн. долл. США	млн. рублей
Китай China	146 000,00	200 000,00	1 398,59	2 787,15
Индия India	1 600,00	2 100,00	26,81	53,42
Индонезия Indonesia	4 011, 00	6 923,00	89,05	177,47
Япония Japan	8 096, 00	6 246,00	4,26	8,49
Корея Korea	5 394,00	300,00	6,65	13,25
Малайзия Malaysia	482,00	785,00	8,47	16,89
Пакистан Pakistan	—	940,00	16,27	32,42
Филиппины Philippines	326,00	445,00	1,73	3,45
Таиланд Thailand	3 000,00	1 484,00	12,98	25,87
Вьетнам Vietnam	14 200,00	66 000,00	505,53	1 007, 43
Австралия Australia	200,00	493,00	0,87	1,73
Итого Total	183 309,00	285 716,00	2 145,00	4 274,63

Источник: составлено авторами по данным [12–14]

Наибольшее коммерческое облучение пищевых продуктов в мире достигнуто в Китае. Основными категория облученного продовольствия являются лук, специи и сушеные травы, диетические продукты и функциональное питание, злаки, чеснок, мясо, сушеные овощи. Более 68 тыс. т цыплят, говядины и другого мяса было облучено на тринадцати производствах в Сычуане, Юньнани, Чунцине, Шанхае, Гуйчжоу, Ганьсу, Синьцзяне, которые оборудованы двумястами установками с ^{60}Co , из которых 44 установки активностью более 1 МКи.

В Индии на заводе KRUSHAK (275 кКи) подвергается облучению более 2 тыс. т. специй, включая куркуму, красный перец, кориандр, и сушеных овощей. На заводе Vashi (400 кКи) облучаются более 100 т свежих фруктов. Основными целями радиационного воздействия декларируются ингибирование прорастания, дезинфекция фруктов и стерилизация специй. Ключевыми продуктами, облучение которых осуществляется в Индии, являются морепродукты, перец, злаки, какао порошок и другие. Отметим снижение экспорта манго в США со 157 т в 2007 г. до 95 т в 2011 г., что обусловлено обострением международной конкуренции.

Гамма-облучение продовольствия в Индонезии происходит на частном заводе с установкой ^{60}Co активностью 300 кКи, введенной в эксплуатацию еще в 1992 г. Основными

облучаемыми пищевыми продуктами можно назвать какао (80%), замороженные продукты (7%), специи (5%) и другие, включая сушеные овощи, морепродукты, мед (8%).

Облучение продукции в Японии осуществляется с целью ингибирования прорастания картофеля. Следует отметить, что при введении в действие правил обязательной маркировки продукции наблюдалось существенное падение объемов облученной продукции, которое впоследствии незначительно возросло за счет внедрения государственных мер по поддержанию бизнеса.

Рассматривая ситуацию с облучением продовольствия в Южной Корее, также можно отметить спад объемов облучения продукции, что, как и в Японии, связано с введением правил обязательной маркировки таких товаров и введение санкций ЕС на экспорт облученных лентовидных макарон и пищевых добавок. Мероприятиями, направленными на улучшение ситуации, явились исследования Корейского института атомной энергетики в области безопасности потребления таких продуктов для аллергиков и возможности их использования в рационе военных и астронавтов.

Коммерческое облучение продуктов в Малайзии стартовало в 1997 г. на гамма-установке с ^{60}Co производства SINAGAMMA в Малайзийском Ядерном Технологическом Институте. Начиная с 2006 г. производственная мощность установки составляет 700–800 т в год.

Облучение продовольствия (бобовые, специи, фрукты) в Пакистане полностью контролируется частным сектором, начиная с 2010 г. 2011 г. был ознаменован вводом в эксплуатацию трех новых заводов по облучению продовольствия и началом экспорта облученного манго.

В целях продажи на открытом розничном рынке Филиппин на установке с ^{60}Co Филиппинского Института Ядерных Исследований (PNRI) осуществляется облучение специй, фруктов и лука, несмотря на начальную стадию развития области радиационной обработки пищевых продуктов.

Традиционно Таиланд реализует коммерческое облучение сельскохозяйственных продуктов, трав, замороженных продуктов (колбас и морепродуктов). Частный сектор представлен только облучением фруктов. Наблюдается тенденция к падению количества облучаемых пищевых продуктов, что связано с введением требований по обязательной маркировке облученных товаров. В 2006 г. закончилось соглашение между Таиландом и США об экспорте облученных фруктов (манго, мангустин, ананас, рамбутан, личи и лонган), которое было заключено вновь в 2010 г. Оборудование, используемое в процессе радиационного воздействия, было проинспектировано в 2007 г. на соответствие требованиям Американского Сельскохозяйственного Департамента (United State Department of Agriculture (USDA)).

Широкое распространение облучение продовольствия получило во Вьетнаме, занимающем второе место по облученным пищевым продуктам в Азии. Ключевыми производствами являются Вьетнамский Институт Атомной энергии в Центре облучения Хошимина (VINAGAMMA) и частный сектор.

Рассматривая ситуацию в других странах Азии, следует отметить Бангладеш как аутсайдера

на рынке облучения пищевых продуктов. В 2010 г. был введен в промышленную эксплуатацию завод мощностью 300 кКи, использующий в производстве гамма-облучение ^{60}Co взамен выбывших в 1998 г. мощностей (85 кКи) коммерческого завода по облучению фруктов и сухой рыбы. На Шри-Ланке промышленное облучение пищевых продуктов по состоянию на 2012 г. находилось в зачаточном состоянии, так в этом году был открыт многофункциональный центр радиационного облучения мощностью 300 кКи.

ANZFA (Australia New Zealand Food Authority) в 2001 г. утвердили промышленное облучение специй и трав и тропических фруктов в целях обеспечения карантинной безопасности в 2002 г. Частные компании в Австралии положительно развивают бизнес-сектор облучения продовольствия. Так, Австралия является первой страной, использующей фитосанитарное облучение для обеспечения международного карантинного контроля с 2004 г. Экспорт из Австралии в Новую Зеландию существенно возрастает за счет расширения облучения фруктов. Однако на текущий момент не получил одобрение USDA экспорт облученных манго и личи из Австралии в США.

Данные по Африке представлены информацией по облучению продуктов в ЮАР и Египте. Информация по другим регионам приведена по Украине, Израилу, России (таблица 6). Так, основными пищевыми продуктами, подвергающимися радиационному облучению в Африке, являются специи, сухие овощи и мед. В ЮАР специи являются основным продуктом производств облучения в Кейптауне, Йоханнесбурге и Дурбане. Более того 90% внутреннего производства специй, такого как облученный черный перец и паприка, продаются в супермаркетах и аэропортах.

Таблица 6.

Физический и экономический объем облученных пищевых продуктов в Африке и других регионах

Table 6.

Quantity and economic volume of irradiated foods in Africa and other regions

Страна	Количество, т Count		В ценах на 07.12.2017 г.	
	2005 г.	2010 г.	млн. долл. США	млн. рублей
Южная Африка South Africa	18185	21822	874,99	1 743,72
Египет Egypt	550	610,5	3,40	6,78
Украина Ukraine	70000	78400	49,26	98,17
Израиль Israel	1300	1573	24,18	48,18
Итого Total	90 035, 00	324 405,5	905,59	1 804,68

Источник: составлено авторами по данным [12–14]

Рассматривая ситуацию на Украине, отметим, что оборудование для электроннолучевого облучения зерновых (пшеница, ячмень, кукуруза, рожь, овес и другие) было введено в эксплуатацию еще в 1980 г., установлено в порту Одессы республики Украина, и функционирует

по настоящее время. Оборудование эксплуатируется уже более 37 лет без существенных проблем. Технология электроннолучевого облучения на данном оборудовании (два ускорителя ELV 8 (2,5 МэВ, 30 мА)) была передана в Китай и сейчас эксплуатируется в г. Гуанчжоу.

Технологии облучения пищевых продуктов в Израиле представлены облучением специй.

На рисунке 1 представлено ранжирование стран по количеству облученных продуктов питания, доли которых на мировом рынке составляют более 1 %.

Отметим, что по оценке экономической составляющей (стоимости на потребительском рынке и стоимости на рынке производителей), рейтинг стран существенно меняется (рисунок 2). По мнению авторов, это объясняется различной стоимостью категорий продуктов питания: специи стоят в несколько раз дороже картофеля.

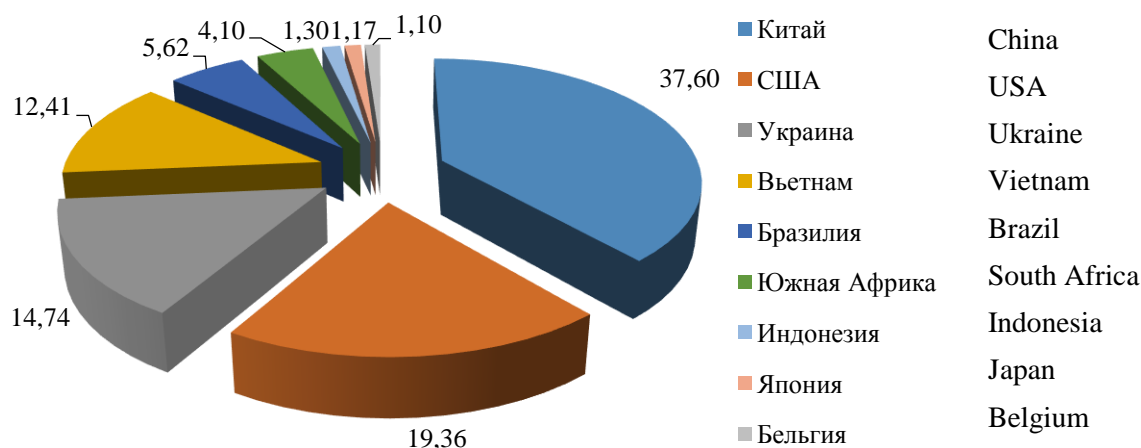


Рисунок 1. Ранжирование стран по количеству облученных пищевых продуктов, %

Figure 1. The countries' ranking in quantity of the irradiated foods, %

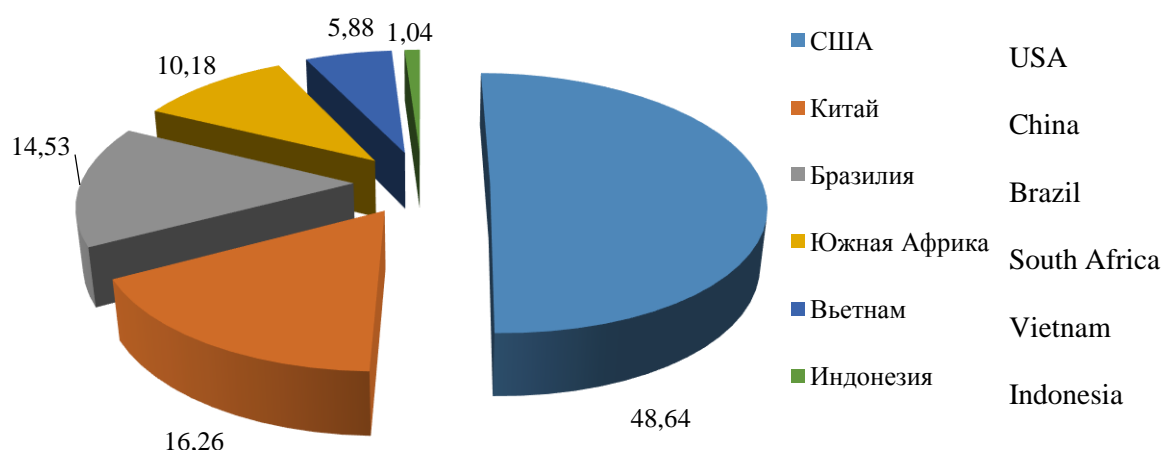


Рисунок 2. Ранжирование стран по экономическим объемам облученных пищевых продуктов, %

Figure 2. The countries' ranking in economic volumes of irradiated foods, %

По данным ФАО ООН ежегодные потери продуктов питания, обусловленные порчей при поражении насекомыми-вредителями, болезнями, преждевременным прорастанием клубне- и корнеплодов, бактериальной порчей овощей, фруктов, мяса, рыбы и других продуктов питания при хранении, составляют порядка 30%.

В России во время хранения насекомые-вредители съедают около 8% выращенного зерна [16]. На текущий момент активно внедряются радиационные технологии с использованием гамма-излучения, электронного и тормозного рентгеновского излучения. Россия, тем не менее, остается одной из немногих развитых стран, в которых радиационные технологии в агропромышленном производстве практически

не используются, что обусловлено как недостаточно развитыми нормативно-правовой и технической базами применения радиационных технологий, так и необходимостью проведения дополнительных фундаментальных исследований в целях повышения уровня экологической и продовольственной безопасности.

Так, потенциальные объемы облучения продуктов питания в России представлены следующими категориями продуктов: мясные продукты – около 10 млн. т в год; основные овощные культуры – более 12 млн. т в год, пищевые ингредиенты, специи и корма – около 200 тыс. т. в год [17, с. 24]. Отметим, что общий объем производства в 2016 г. [18]:

— выращено скота и птицы 14 082,6 тыс. т, из которых на убой в убойном весе 9 899,2 тыс. т; валовые сборы зерновых и зернобобовых 120 671,79 тыс. т;

— валовые сборы пряностей необработанных 97,5 тыс. т;

— валовые сборы картофеля 31 107,80 тыс. т;

— валовые сборы овощей (без бахчевых) 16 283,34 тыс. т;

— валовые сборы кормовых культур (кроме трав) 27 674,15 тыс. т.

Таким образом, исходя из представленной информации, что в России потенциально может быть облучено 10 млн. т мяса, фактически за 2016 г. было выращено на убой в убойном весе 9 899,2 тыс. т, можно сделать вывод, что порядка 100% мяса в России может быть подвергнуто радиационному облучению. Аналогично рассуждая, можно предположить, что потенциально в России может быть облучено примерно 74 % овощей и примерно 1 % специй и кормов.

Выводы

Радиационное воздействие, предотвращающее существенные потери при хранении и поражении насекомыми-вредителями, является активно внедряемым инструментом сельхозрадиологии, повышающим экологическую и продуктовую безопасность государств.

В исследовании проведен анализ мирового рынка центров облучения и рассмотрены 30 стран, активно использующих технологии радиационного воздействия на пищевые продукты в коммерческих целях.

Показано, наиболее активно используются облучение пищевых продуктов странами:

— Американского региона являются США (103 тыс. т или 8 335,05 млн. рублей) и Бразилия (23 тыс. т или 2 489,92 млн. рублей);

— Европейского Союза – Бельгия (5,84 тыс. т или 110,5 млн. рублей), Нидерланды (1,54 тыс. т или 74,78 млн. рублей), Франция (1,02 тыс. т или 23,18 млн. рублей);

— Азии и Океании – Китай (200 тыс. т или 2 787,15 млн. рублей), Вьетнам (66 тыс. т или 1007,43 млн. рублей), Индонезия (6,9 тыс. т или 177,47 млн. рублей), Япония (6,3 тыс. т или 8,49 млн. рублей);

ЛИТЕРАТУРА

1 Публичная отчетность Госкорпорации «Росатом». URL: <http://www.rosatom.ru/about/publicnaya-otchetnost>.

2 Чиж Т.В., Козьмин Г.В., Полякова Л.П., Мельникова Т.В. Радиационная обработка как технологический прием в целях повышения уровня продовольственной безопасности // Вестник РАЕН. 2011. № 4. С. 44–49.

3 Санжарова Н.И., Гераськин С.А., Алексехин Р.М., Козьмин Г.В. и др. Перспективы применения радиационных технологий в агропромышленном производстве // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 5. С. 21–23.

— Африки – ЮАР (21,8 тыс. т или 1743,72 млн. рублей);

— других регионов – Украина (78,4 тыс. т или 98,17 млн. рублей).

Мировой рынок по количеству облученных пищевых продуктов разделен между следующими игроками – Китай (37,60%), США (19,36%), Украина (14,74%), Вьетнам (12,41%), Бразилия (5,62%), ЮАР (4,10%), Индонезия (1,30%), Япония (1,17%), Бельгия (1,10%). Остальные 20 государств занимают долю мирового рынка в размере 2,6%. Экономический объем мирового рынка облученных продуктов составляет 17 136,56 млн. рублей, который распределен между США (48,64%), Китаем (16,26%), Бразилией (14,53%), ЮАР (10,18%), Вьетнамом (5,88%), Индонезией (1,04%). На оставшиеся 24 страны приходится 3,48%, доля каждой из которых менее 1%.

Выявлено, что наиболее дорогостоящей категорией подвергшихся облучению продуктов является «специи и травы», наименее – «овощи», «злаки».

Потенциальные объемы облучаемых продуктов в России составляют более 22,2 млн. т. Несмотря на передовые технологии и статус лидера в сфере сельхозрадиологии и радиоэкологии, коммерческое облучение в России не осуществляется. По мнению авторов, последнее обусловлено необходимостью углубленного изучения влияния радиационно-обработанных продуктов на биохимические, физическо-химические, молекулярно-генетические процессы в организме человека и в представителях агробиоценозов.

Полученные результаты могут быть использованы при оценке экономического потенциала технологии радиационного облучения в целях коммерциализации облученных продуктов питания. Дальнейшее развитие исследования планируется осуществлять в направлении проведения анализа стоимости 1 кг облученных продуктов питания каждого наименования в России и мире, формирования обоснованной рыночной стоимости (производства и потребления) облученных пищевых продуктов.

4 Bradshaw C., Kapustka L., Barnthouse L., Brown J. et al. Using an ecosystem approach to complement protection schemes based on organism-level endpoints // J. Environ. Radioact. 2014. V. 136. P. 98–104.

5 Алексехин Р.М., Гераськин С.А., Удалова А.А. Новейшие результаты исследований в области радиоэкологии // Вестник Российской академии наук. 2015. Т. 85. № 4. С. 373.

6 Ульяновко Л.Н., Удалова А.А. Оценка состояния окружающей среды по реакции сельскохозяйственных растений на действие ионизирующих излучений // Радиация и риск (Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра). 2015. Т. 24. № 1. С. 118–131.

- 7 Brechignac F., Bradshaw C., Carroll S., Jaworska A. et al. Recommendations from the International Union of Radioecology to improve guidance on radiation protection // Integr. Environ. Assess. Manag. 2011. V. 7. P. 411–413.
- 8 Удалова А.А., Гераскин С.А., Дубынина М.А. База данных по действию ионизирующих излучений на растения: опыт создания и перспективы использования // Радиационная биология. Радиоэкология. 2012. Т. 52. № 5. С. 517–533.
- 9 Oudalova A.A., Ulyanenko L.N., Geras'kin S.A. Development of an approach to assess critical doses and dose rates for cultivated plants // Radioprotection. 2011. V. 46, № 6. P. S249–S254.
- 10 Алексахин Р.М., Санжарова Н.И., Козьмин Г.В., Павлов А.Н. и др. Перспективы использования радиационных технологий в агропромышленном комплексе Российской Федерации // Вестник РАЕН. 2014. № 1. С. 78–85.
- 11 Алексахин Р.М., Удалова А.А., Гераскин С.А. Учение о биосфере В.И.Вернадского и современные проблемы радиоэкологии // Радиационная биология. Радиоэкология. 2014. Т. 54. № 4. С. 432–439
- 12 Kume T. et al. Quantity and Economic Scale of Food irradiation in the world // Food irradiation. 2008. № 1–2. V. 43. P. 46–54
- 13 Kume T., Todoriki S. Food Irradiation in Asia, the European Union and the United States: a status update // Radioisotopes. 2013. V. 62. P. 291–299
- 14 International Monetary Fund. URL: http://www.imf.org/external/np/fin/data/rms_mth.aspx?SelectDate=2017-12-31&reportType=REP
- 15 Eustice R.F. Compilation data from private interviews with US food irradiation service providers as published in Food Irradiation Update. 2012. URL: <http://foodirradiation.org/Food%20Irradiation%20Updates/July2014.html>
- 16 Санжарова Н.И., Козьмин Г.В., Гераскин С.А. Фундаментальные и прикладные аспекты применения радиационных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности // Применение химических веществ, ионизирующих и неионизирующих излучений в агробиотехнологиях: сборник докладов круглого стола в рамках XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии, М.: ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2016. с. 109–112
- 17 Санжарова Н.И. Перспективы применения радиационных технологий в агропромышленном комплексе Российской Федерации. URL: <http://docplayer.ru/33230453-Perspektivy-primeneniya-radiacionnyh-tehnologiy-v-agropromyshlennom-komplekse-rossiyskoy-federacii.html>
- 18 Бюллетени о состоянии сельского хозяйства (электронные версии). URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516
- 2 Chisch T.V., Kozmin G.V., Polyackova L.P., Melnickova T.V. Radiation treatment as a technology accepting for food safety. Vestnik RAEN [Proceedings of RANS] 2011, vol. 4, pp. 44–49 (in Russian)
- 3 Sanzharova N.I., Geraskin S.A., Aleksakhin R.M., Kozmin G.V. et al. Prospects of employing radiation technologies in agroindustrial production. Vestnik Rossijskoj akademii sel'skhozjajstvennyh nauk [Proceedings of RAAS] 2013, vol. 5, pp. 21–23. (In Russian)
- 4 Bradshaw C., Kapustka L., Barnthouse L., Brown J. et al. Using an ecosystem approach to complement protection schemes based on organism-level endpoints. J. Environ. Radioact. 2014. vol. 136. pp. 98–104.
- 5 Aleksahin R.M., Geraskin S.A., Oudalova A.A. The newest results of research in the field of radioecology Vestnik Rossijskoj akademii sel'skhozjajstvennyh nauk [Proceedings of RAAS] 2015. no. 85. vol. 4. p. 373 (in Russian)
- 6 Ulyanenko L.N., Oudalova A.A. Environmental health assessment based on agricultural plants responses to ionizing radiation. Radiacija i risk (Bjulleten' Nacional'nogo radiacionno-jepidemiologicheskogo registra [Radiation and rescue] 2015. no. 24. vol. 1. pp. 118–131. (in Russian)
- 7 Brechignac F., Bradshaw C., Carroll S., Jaworska A. et al. Recommendations from the International Union of Radioecology to improve guidance on radiation protection. Integr. Environ. Assess. Manag. 2011. vol. 7. pp. 411–413.
- 8 Udalova A.A., Geraskin S.A., Dubynina M.A. Database on the effects of ionizing radiation on plants: experience and prospects. Radiac. biologija. Radiojekonomologija. [Radiation biology] 2012. vol. 52, no. 5. pp. 517–533 (in Russian)
- 9 Oudalova A.A., Ulyanenko L.N., Geras'kin S.A. Development of an approach to assess critical doses and dose rates for cultivated plants. Radioprotection. 2011. vol. 46, no. 6. pp. S249–S254
- 10 Alexakhin R.M., Sanzharova N.I., Kozmin G.V., Pavlov A.N. et al. Future development of radiation technology in agricultural industry of Russian Federation. Vestnik RAEN [Proceedings of RANS] 2014. vol. 1. pp. 78–85 (in Russian)
- 11 Aleksahin R.M., Oudalova A.A., Geraskin S.A. The teaching on the biosphere by V.I.Vernadsky and the radioecology modern problems. Radiacionnaja biologija. Radiojekonomologija [Radiation biology. Radioecology] 2014, no. 54, vol. 4, pp. 432–439 (in Russian)
- 12 Kume T. et al. Quantity and Economic Scale of Food irradiation in the world. Food irradiation. 2008. no. 1–2. vol. 43. pp. 46–54.
- 13 Kume T., Todoriki S. Food Irradiation in Asia, the European Union and the United States: a status update. Radioisotopes, 2013, vol. 62, pp. 291–299.
- 14 International Monetary Fund. Available at: http://www.imf.org/external/np/fin/data/rms_mth.aspx?SelectDate=2017-12-31&reportType=REP
- 15 Eustice R.F. Compilation data from private interviews with US food irradiation service providers as published in Food Irradiation Update. 2012. Available at: <http://foodirradiation.org/Food%20Irradiation%20Updates/July2014.html>

REFERENCES

- 1 Publichnaja otchetnost' Goskorporacii «Rosatom» [Public reporting The State Atomic Energy Corporation Rosatom] Available at: <http://www.rosatom.ru/about/publichnaya-otchetnost/> (in Russian)

16 Sanzharova N.I., Kozmin G.V., Geraskin S.A. Fundamental and applied aspects of radiation technology in agriculture and food industry. Primene-nie himicheskikh veshhestv, ionizirujushhih i neioni-zirujushhih izluchenij v agrobiotehnologijah: sbor-nik dokladov kruglogo stola v ramkah XX Mendeleevskogo s#ezda po obshhej i prikladnoj himii [The use of chemicals, ionizing and non-ionizing radiation in agrobiotechnology] Moscow, FGBNU VNIIRAJe, 2016. pp. 109–112 (in Russian)

17 Sanzharova N.I. Perspektivy primeneniya radiacionnyh tehnologij v agropromyshlennom komplekse

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Мария М. Осецкая к.э.н., руководитель проекта, центр компетенций по операционным процессам, АНО ДПО «Техническая академия Росатома», ул. Курчатова, 21, Обнинск, 249031, Россия, mmary@rambler.ru

Ольга А. Момот к.б.н., доцент, Отделение ядерной физики и технологий, Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Студгородок, 1, г. Обнинск, 249040, Россия, momotulya@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Мария М. Осецкая обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила расчёты, написала рукопись, корректировала ее до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Ольга А. Момот выполнила расчёты, консультации в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 04.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 14.11.2017

Rossijskoj Federacii [Prospects for application of radiation technologies in the Russian Federation agro-industrial complex]. Available at: <http://docplayer.ru/33230453-Perspektivy-primeneniya-radiacionnyh-tehnologiy-v-agropromyshlennom-komplekse-rossiyskoy-federacii.html> (in Russian)

18 Bjulleteni o sostojanii sel'skogo hozjajstva (jel-ektronnye versii) [The bulletins on the state of agriculture (electronic version)]. Available at :http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516 (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Mariya M. Osetskaya Cand. Sci. (Econ.), project manager, the competence center operational processes, ANO SPE “Rosatom Technical Academy”, Kurchatova str., 21, Obninsk, 249031, Russia, mmary@rambler.ru

Olga A. Momot Cand. Sci. (Biol.), associate professor, Nuclear Physics and Technology Department, Obninsk Institute for Nuclear Power Engineering of the National Research Nuclear University MEPhI, Studgorodok, 1, Obninsk, 249040, Russia, momotulya@gmail.com

CONTRIBUTION

Mariya M. Osetskaya review of the literature on an investigated problem, performed computations, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Olga A. Momot performed computations, consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.4.2017

ACCEPTED 11.14.2017