

Радиационные технологии (РТ) в сельском хозяйстве



Чурюкин Р.С.

н.с. лаб. радиобиологии и
экотоксикологии растений

ФГБНУ ВНИИ
Радиологии и Агрэкологии
г. Обнинск

r.churyukin@mail.ru

13.07.2017

Энергетическое направление - АЭС

В **31** стране мира эксплуатируются **191** АЭС
(449 энергоблоков)



Балаковская АЭС

Радиационные технологии

РТ - неэнергетическое применение ионизирующего излучения





Ядерная медицина

Скрининговые исследования
-мобильные мини-томографы



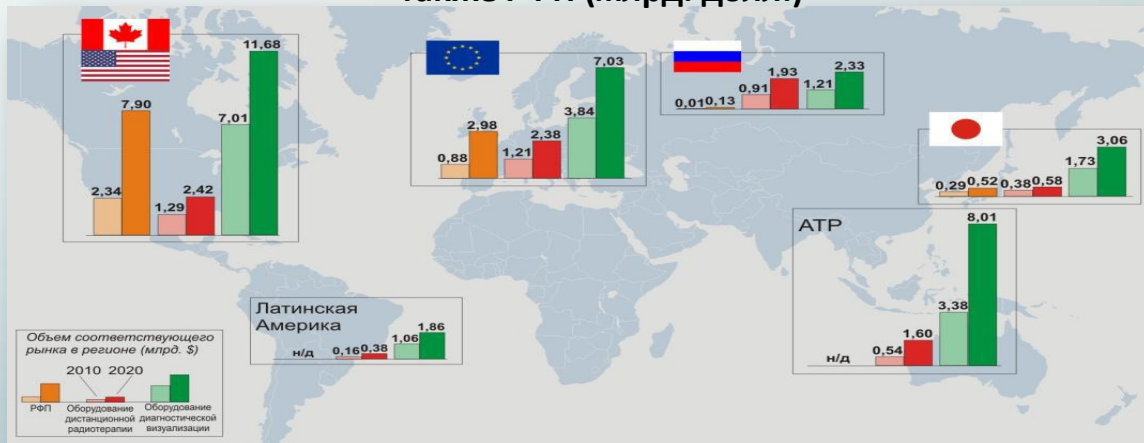
Терапия

- Микроисточники
- лучевая терапия
- брахитерапия
- нейтрон-захватная терапия
- нейтронная терапия
- протонная терапия
- ионная терапия

Диагностические исследования
-МРТ, РКТ, ПЭТ/КТ, ОФЭКТ, гамма-камера –
-Структурный анализ (анатомическая оценка)



Прогноз рынков диагностического и терапевтического оборудования, а также РФП (млрд. долл.)



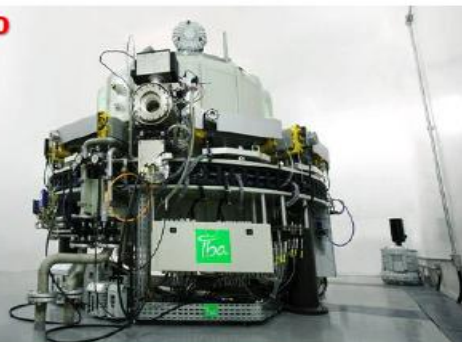
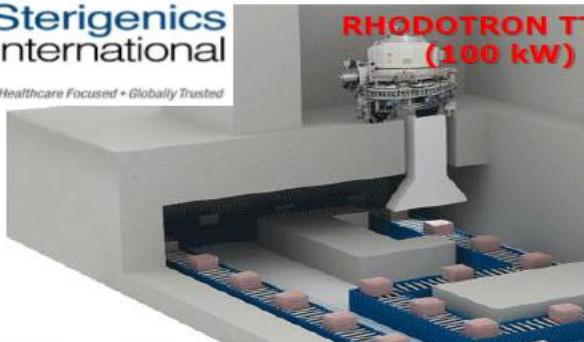
Стерилизация одноразовой медицинской продукции



COMPANHIA BRASILEIRA DE ESTERILIZAÇÃO (CBE)



**RHODOTRON TT200
(100 kW)**

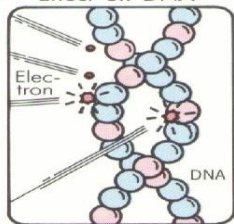
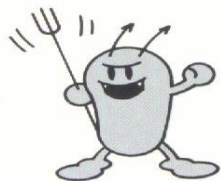


**Sterilized
Medical
Devices**

World: ~ 50% (> 1,500 EBA)

MICRO BIOLOGICAL EFFECT

Effect on DNA



Источник: Industry Experts: Sterilization Technologies — A Global Market Overview, 2015, стр. 90

Обеззараживание мед. отходов



**ВСЕ КЛАССЫ МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ,
КРОМЕ КЛАССА А, ПОДЛЕЖАТ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЮ**



Неразрушающий контроль

Просмотр внутреннего строения объекта без его разрушения

Схема НК



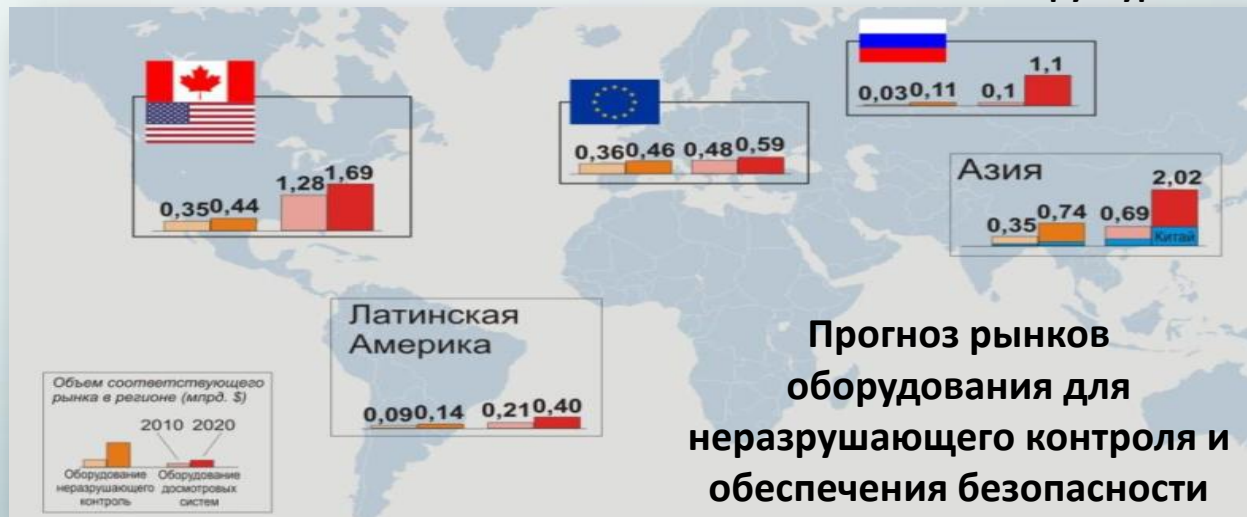
Воздействие излучением на объект

- рентгеновское излучение
- гамма-излучение
- бета-излучение
- нейтронное излучение

Облучаемый объект

Регистрационная система

Изображение внутренней структуры объекта





Неразрушающий контроль



Инспекционно - досмотровый комплекс

A603501 2014-05-28 12:57:52 000022 0017

Изображение 28 05 2014 13:30:30

СКАНТРОНИК

Регулировка контрастности,
выравнивание гистограммы,
гамма-коррекция, сегментация,
фильтрация, установка маркеров,
разделение групп материалов,
определение атомного номера и веса,
определение энергии излучения,
оценка веса составных частей груза.

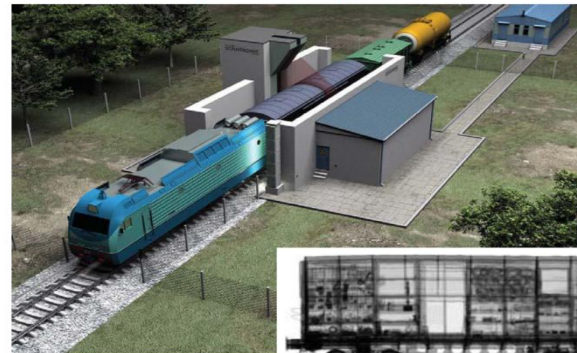


до 2020 года

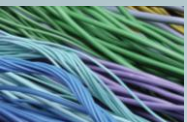


Прогноз объема глобального рынка досмотровых систем (млн. \$) до 2020 г.

Инспекционно - досмотровый комплекс



Скорость поезда при досмотре с распознаванием материалов **до 50 км/час**



Улучшение эксплуатационных свойств изоляции проводов и кабелей

+ производство термоусаживающихся труб и пленок



BRAZIL

NUCLEAR AND ENERGY RESEARCH INSTITUTE (IPEN)



HEAT SHRINKABLE TUBES IRRADIATION



BRAZIL

NUCLEAR AND ENERGY RESEARCH INSTITUTE (IPEN)



IRRADIATION OF WIRE/ELECTRIC CABLES AND POLYETHYLENE FOAM



SEMICONDUCTORS IRRADIATION and POLYMER DEGRADATION



Powered Diodes



PTFE (Teflon)TM

Source: IAEA and IPE



ACOME Brazil > 20,000 km/month

Source: IPEN-CNEN/SP



Экология

Использование технологий, которые снижают или исключают химически-токсичные вещества



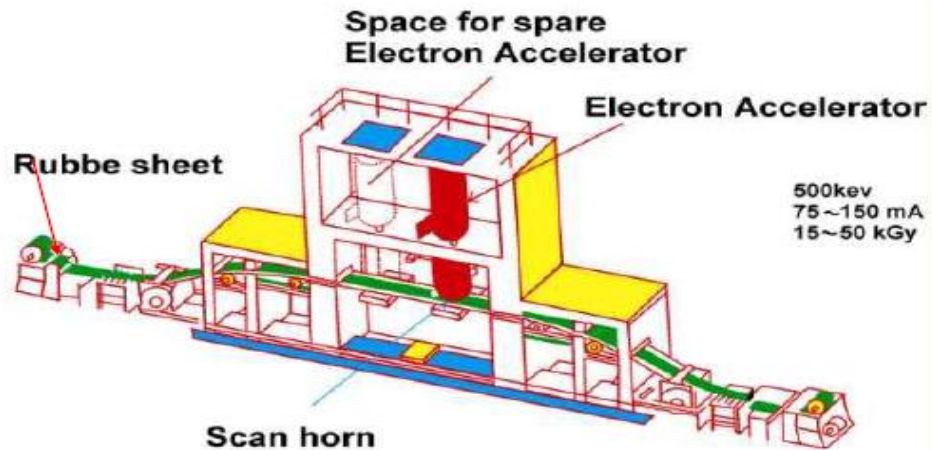
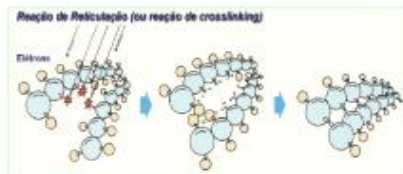
Улучшение качества автомобильных шин



IRRADIATION OF TIRES COMPONENTS



**Japan: Automobiles
tires = 95%**



EB Processing of Rubber Sheet



BRAZIL

- **Bridgestone-Firestone**
- **Michelin**
- **Sumitomo Rubber**

Source: IPEN-CNEN/SP



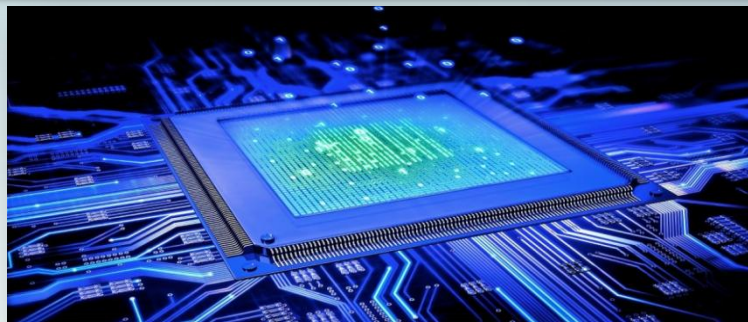
Холодный крекинг нефти





А что еще?

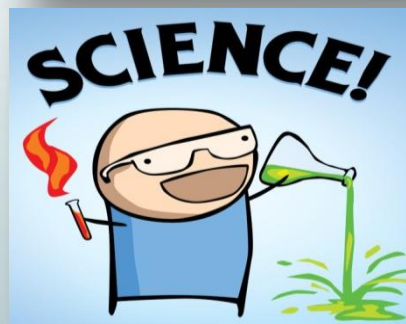
**Микроэлектроника.
Радиационный отжиг**



**Радиационная
обработка
полезных ископаемых**



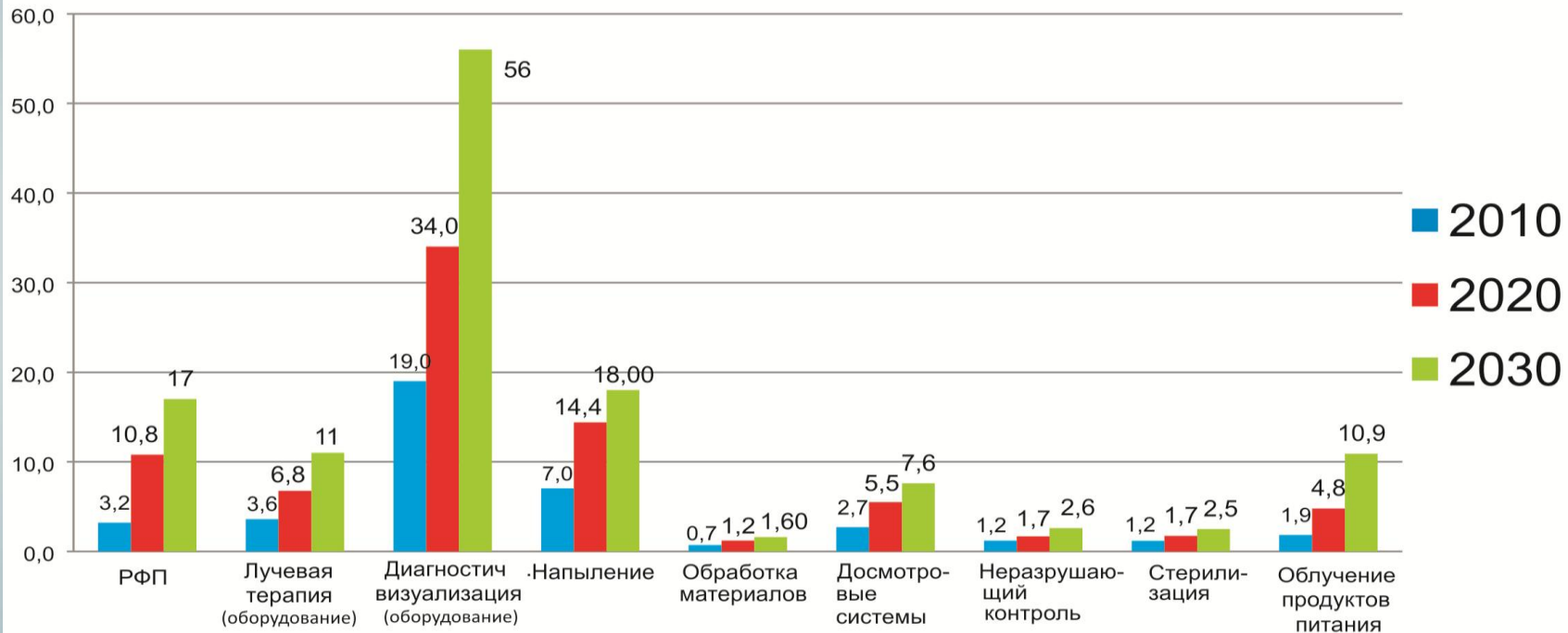
**Фундаментальные
междисциплинарные
исследования**





Прогноз применения рынка РТ

Стабильный рост традиционных рынков применения РТ, в том числе за счет выхода на рынок новых решений для сложившихся рынков
Сформируются новые рынки, в первую очередь, под влиянием «экологической» повестки – очистка газов, переработка мусора, очистка сточных вод и др.



Источник: Центр стратегических разработок «Северо-Запад» на базе GIA, TriMark Publications LLC, Frost&Sullivan, итоговых ежегодных отчетов Varian, IBA, Siemens (2010-2011), докладов OECD/NEA, докладов МАГАТЭ (IAEA).



Облучение продуктов питания. Зачем?

ПОТЕРИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

ООН, Продовольственная и Сельскохозяйственная
Организация:

25-30% всего производства продовольствия во всем мире будет причинен вред на всех этапах производства и хранения.

1,3 миллиардов тонн / год

(зерновых культур, фруктов, овощей и специй ежегодно безвозвратно теряются при хранении и транспортировании)



ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

от желудочно-кишечных заболеваний, передаваемых через продукты питания и воду, умирают примерно

2,2

миллионов человек / год

Зараженное мясо птицы! **95%** заболеваний пищевого происхождения. Согласно исследованиям Агентства по управлению здоровьем (АНСА), около 25% всего мяса птицы в продуктовых магазинах может содержать антибиотикоустойчивые стафилококки.

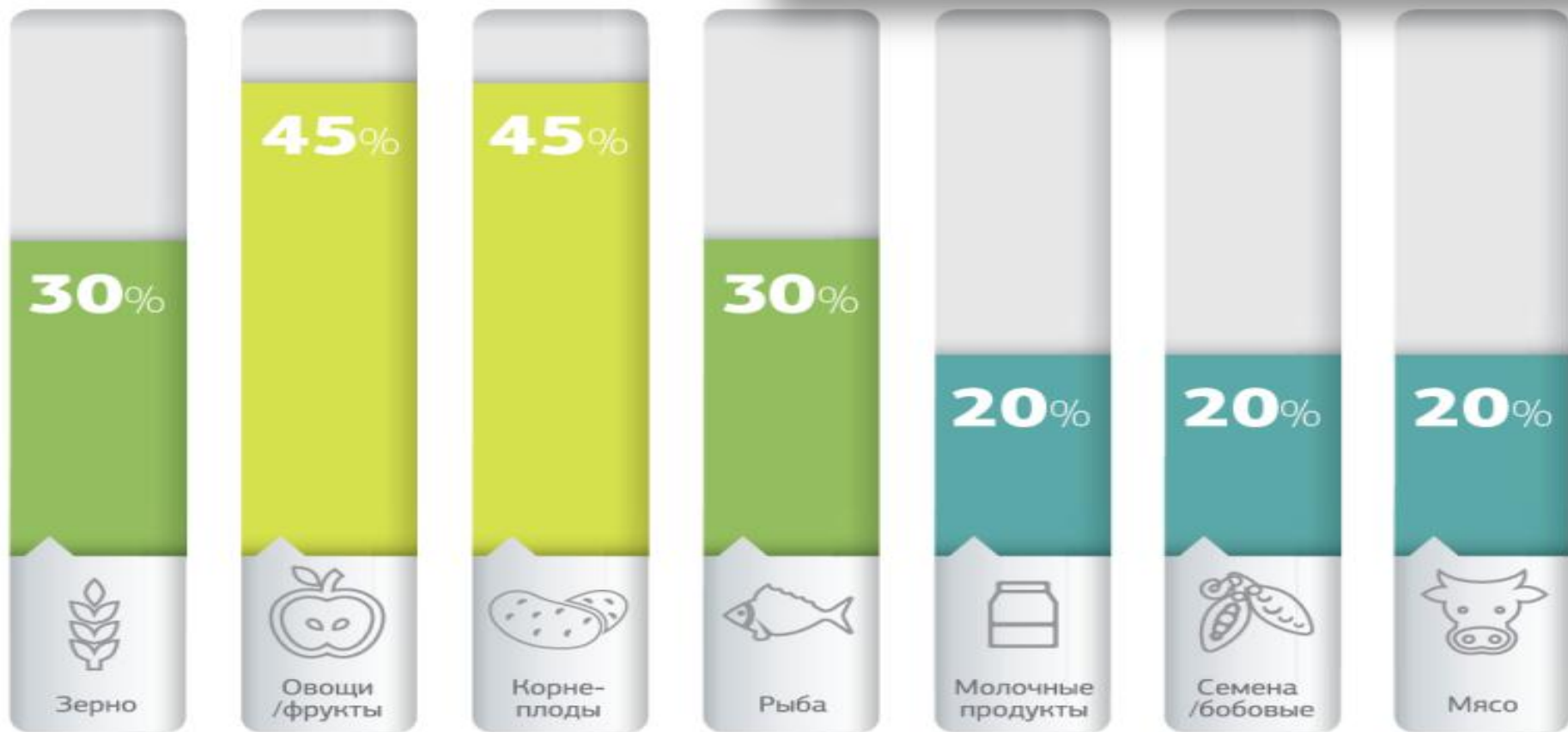




Облучение продуктов питания. Зачем?

Мировые потери продукции на всех этапах производства

Источник: Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН, 2013





Рынок РТ

\$ 0,17 млрд.- объем рынка

- Очистка сточных вод, дымовых газов
- Обеззараживание отходов медицинских учреждений

Обеззараживание отходов

-\$ 20 млрд.- объем облученной продукции

- Промышленные полимерные технологии
- Технологии модификации твердых материалов



Промышленные радиационные технологии

Повышение безопасности пищевых продуктов и обработка сельскохозяйственной продукции

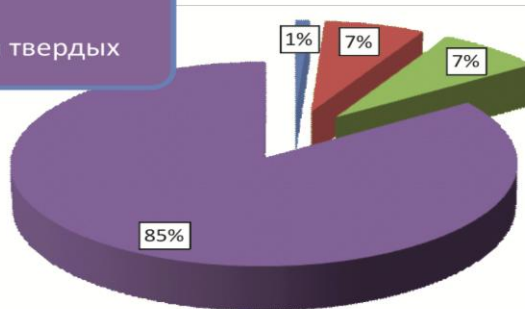
\$ 1,75 млрд.- объем облученной продукции

- Дезинфекция зерна
- Продление сроков хранения
- Повышение всхожести семян

Стерилизация

\$ 1,7 млрд.- объем облученной продукции

- Стерилизация медицинских изделий
- Обработка компонентов для фармпрепаратов



- Обеззараживание отходов
- Стерилизация
- Повышение безопасности пищевых продуктов и обработка сельскохозяйственной продукции
- Другие радиационные технологии

• Стоимость услуг по облучению составляет 5-6% от стоимости облученной продукции, т.о. объем услуг по облучению составляет \$350млн.

Пищевая промышленность и сельское хозяйство – третий сегмент радиационных технологий по объему мирового рынка РТ

Радиационные технологии – исторические этапы

1895 г. – открытие Вильгельмом Конрадом Рентгеном рентгеновского излучения

1904 г. - Самуэль Прескотт впервые описал бактерицидные эффекты ионизирующего излучения (ИИ)

1906 г. - Дж. Аплеби и А. Бэнкс зарегистрировали в Великобритании первый патент на радиационную обработку пищевых продуктов

50-е гг. – Национальная комиссия по атомной энергии США разворачивает научные исследования по использованию ИИ для обработки пищевых продуктов

с 1960 г. в армии США замораживание и консервирование заменены на радиационную стерилизацию продуктов питания

50-70-е гг. – национальные исследовательские программы в СССР, Канаде, Великобритании, Германии, Бельгии, Франции, Польше, Нидерландах

1958 г. впервые в мире Минздрав СССР разрешил облучение картофеля

с 1958 по 1992 гг. было разрешено облучение ряда продуктов питания (зерно, овощи, фрукты, мясо и мясные изделия, рыба, крупы, мука, специи)

М.Н. Мейсель



50-60-е годы

Институт микробиологии АН СССР

Институт биофизики АН СССР

ВНИИ консервной и овощесушильной промышленности

70-80-е годы

ВНИИ сельскохозяйственной радиологии

А.М. Кузин





Глобальная ситуация

Ежегодно в мире облучается более **700 тысяч тонн** пищевой продукции: Китай (146 тыс. т), США (92 тыс. т), страны Карибского бассейна (300 тыс. т).

Обработка более **80 видов пищевых продуктов** ионизирующим излучением разрешена в **69 странах мира**.

Глобальная ситуация с применением лучевой обработки продуктов питания и использованием РТ в сельском хозяйстве

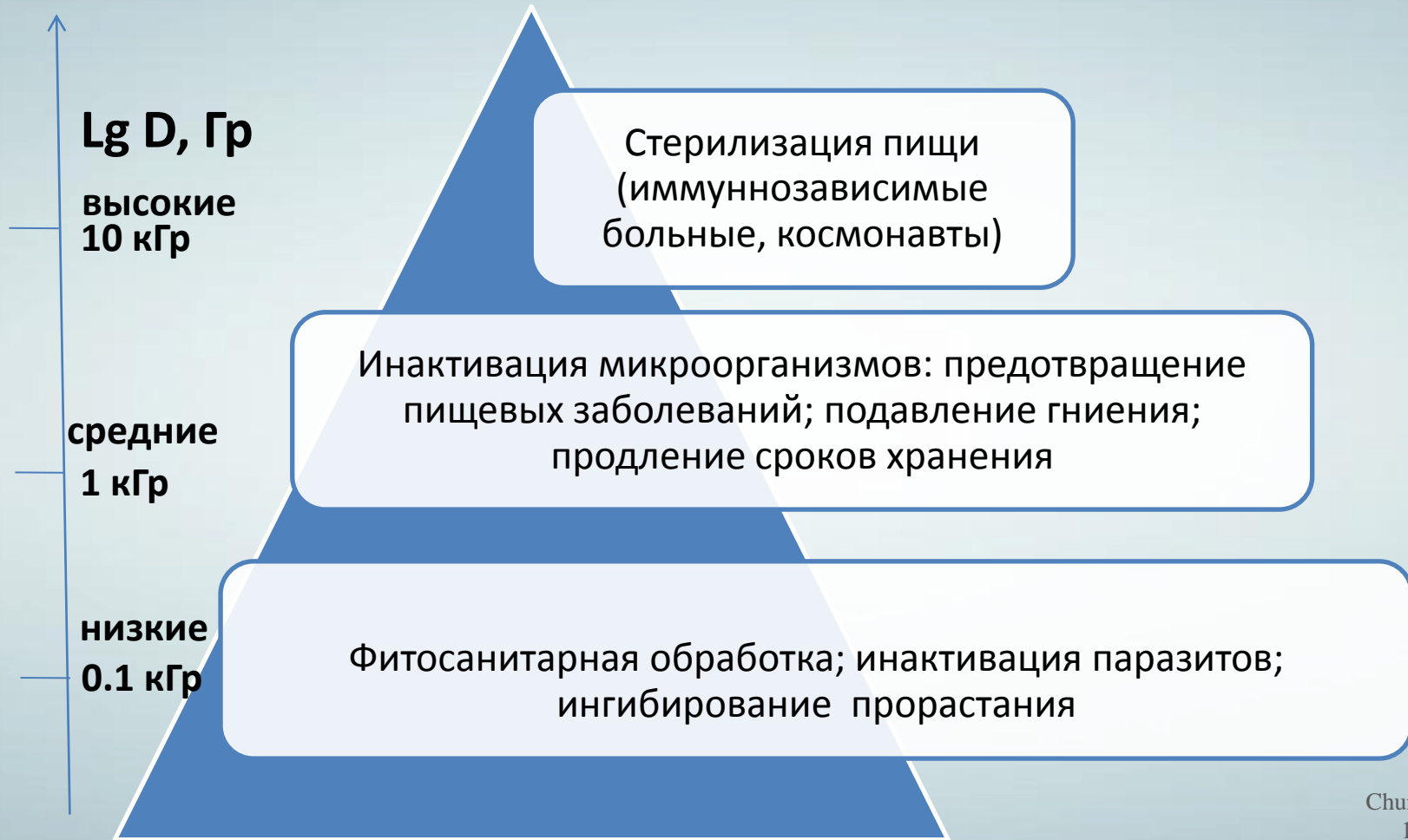


Общее количество центров в мире ~120

~70% центров облучения продуктов питания расположены в США и Китае



Уровень доз, используемых для облучения

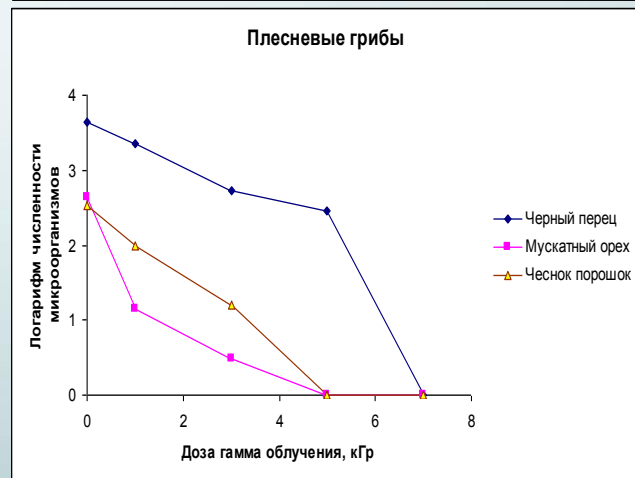
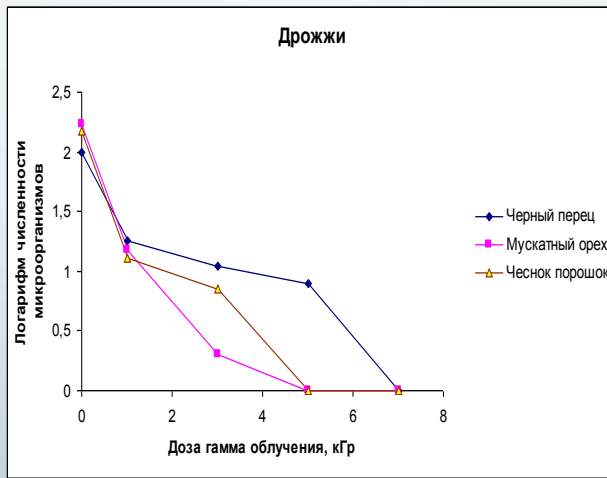
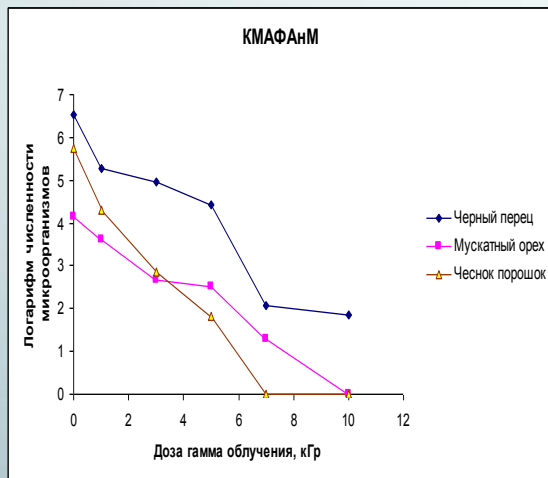
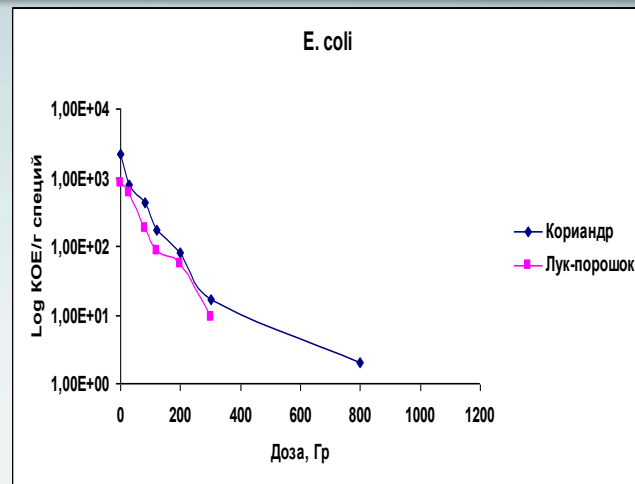




Микробиологическая безопасность

Обработка в дозах от
2 до 10 кГр
обеспечивает
микробиологическую
безопасность
специй и пряностей

Основная часть микроорганизмов, патогенных, условно патогенных и вызывающих порчу продуктов, инактивируется дозами до 6 кГр. Наиболее радиочувствительны бактерии, затем следуют плесени, дрожжи, споры бактерий и вирусы.



Дезинсекция



Доза: до 1 кГр

Транспорт с зараженным зерном



Элеватор



Транспорт для отгрузки обеззараженного зерна



Радиационный дезинсектор зерна

- Правила хранения облученного зерна не отличаются от хранений обычного зерна
- Транспортирование зерна должно осуществляться с помощью чистых, не зараженных вредителями транспортных средств

- ← Обеззараженное зерно (кроме кукурузы)
- ← - - Обеззараженное зерно кукурузы
- ← Зараженное зерно (кроме кукурузы)
- ← Зараженное зерно кукурузы



Дезинсекция

Преимущества:

- Исключение и сокращение применения химических средств
- Сокращение сроков обработки до 1 дня (фумигация и дегазация – 7 дней, полный цикл - 45 дней)
- Высокая эффективность обработки – **100% гибель насекомых-вредителей** зерна (фумигация не убивает жучков и клещей)
- Снижение риска отравления и смерти работников (при фумигации фиксируются смертельные случаи).

Подавление жизнедеятельности насекомых вредителей:

- дезинсекция зерна, зернопродуктов и сухофруктов
- борьба с грибными болезнями (на зерновых – твердая головня, септориоз, пятнистости, корневые гнили (*Tilletia tritici* (caries), *Septoria nodorum*, *Drechslera graminea*), на картофеле – ризоктониоз, парша (*Rhizoctonia solani*, *Streptomyces scabies*), овощных – гнили, мучнистая роса, фитофтороз (*Botrytis cinerea*, *Erysiphe sp.*, *Phytophthora sp.*))
- борьба с особо опасными насекомыми

Насекомое-вредитель	Облучаемый материал	Доза, Гр
Мельничная огневка	Мука, крупа, зерно и пр.	250
Рисовый долгоносик	Зерно пшеницы, риса и пр.	100
Зерновой долгоносик	Зерно	160
Комплекс насекомых-вредителей	Зерно, мука, сухофрукты	100-500



(International..., 2003; Hallman, 2001).



Дезинсекция фруктов и овощей

Коммерчески используемые дозы USDA-APHIS:



Мексика

150 – 400 Гр

Карамбола, инжир, манго, манзановый перец, драконий фрукт, сладкий лайм, гуава (плодовые мушки)



Гавайи

70-100 Гр

Сладкий картофель, папайя, личи, лонган, рамбутан (плодовые мушки, другие насекомые)



Филиппины

165 Гр

Манго (плодовые мушки и долгоносик манго)



Австралия

150 Гр

Манго (плодовые мушки и долгоносик манго)



Индия

400 Гр

Манго (плодовые мушки, долгоносики)



Пакистан

250 Гр

Манго (плодовые мушки)



Южная Африка

250 - 400 Гр

Личи, хурма (плодовые мушки, мучные жуки)



Таиланд

250 - 400 Гр

Драконий фрукт (плодовые мухи, мучные жуки). Личи, лонган и рамбутан (плодовые мушки, мучные жуки)



Вьетнам

400 Гр

Драконий фрукт, личи, лонган, рамбутан



Новая Зеландия

250 - 400 Гр

личи и манго, помидоры





Дезинсекция фруктов и овощей

Фитосанитарный контроль продукции

Что происходит в международной торговле



Запрет на ввоз экзотических фруктов без предварительной фитосанитарной обработки с использованием ионизирующего излучения

Обязательная сертификация Центров комиссией той страны, куда будет ввозиться продукт



«Делегация из Австралии посетила в июне 2016 Индию с целью проверки и сертификации трех облучательных установок для вывоза манго из Западной и Южной частей Индии»



Задержка созревания

Радиационная обработка фруктов, предназначенных для экспорта, – важный элемент рынка РТ стран Юго-Восточной Азии и Южной Америки

Доза: 0.2-1 кГр





Задержка прорастания

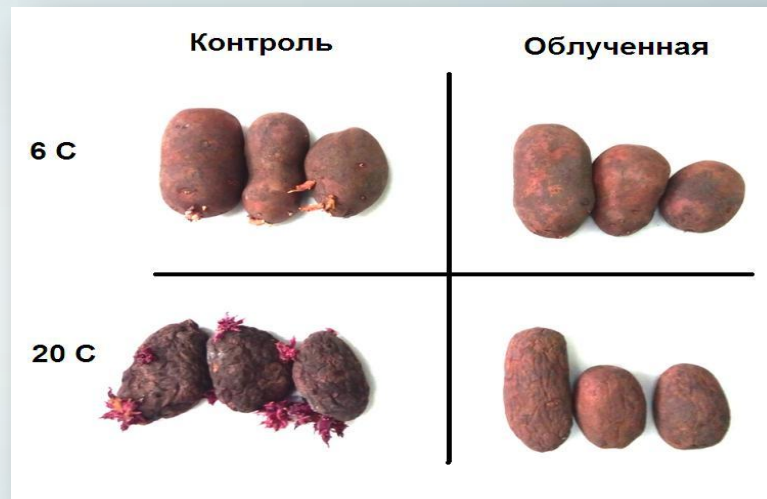
0.05 – 0.7 кГр — при облучении в октябре-ноябре,
0.1 – 0.15 кГр — при облучении в более поздние сроки.



Состояние картофеля через 6 месяцев после
облучения в дозе **0.5 кГр**



Внешний вид клубней после
хранения при различных
температурах в течение 5 месяцев



t 20 – 25°C;
влажность – от 37 до 90%

Увеличение сроков годности



Доза: 0.5-3 кГр



Оба авокадо транспортировались по морю 21 день при t 5°C и дозревали 7 дней после прибытия





Облучение пресервов

Обработка рыбных пресервов снижает микробную обсемененность
и увеличивает сроки хранения

Доза: 3-6 кГр





Другие продукты питания

Пример, что дает облучение рыбы и морепродуктов, употребляемых в пищу

Сроки хранения различных видов рыбы после электронно-лучевой обработки (при тем-ре 0-5°С)

Продукт	Доза, кГр				
	1	2	3	4	6
Карась	15	45	-	45	-
Ставрида	15	20	-	-	-
Моллюски	20	30	30	30	-
Красноглазка	15	30	-	45	-
Путассу	15	30	-	-	-
Скумбрия	30	30	-	-	-
Зубатка в вакуум. упаковке	15	30	-	30	-
Лещ	-	-	-	60	60
Лещ в вакуумной упаковке	15	30	-	30	-
Окунь	-	-	-	-	60

Сроки хранения морепродуктов при 0 и 6°С

Продукт	Доза, кГр	Сроки хранения, дн.	
		0°С	6°С
Филе морского языка, камбалы	Не облученные	4-11	3-7
	1-1,5	20-25	3-8
	2	21-42	12-18
Филе британской рыбы	Не облученные	4-6	-
	1	14-21	-
	2	21-28	-
Филе тихоокеанского окуня	Не облученные	6-7	-
	1,5- 2	25-28	-
Палтус	Не облученные	4-18	4-8
	1	14-21	-
	2	21-56	14-21
Мясо большого тихоокеанского краба	Не облученные	5-14	3-7
	1	14-35	14-21
	2	21-56	21
Крабовое мясо	Не облученные	5-14	3-7
	1	21	7-14
	2	28-42	14
Тихоокеанские устрицы	Не облученные	20	9
	1	30	11
	2	30-34	20-25



Технологические приемы

Улучшение технологических свойств пищи

Доза: 2-10 кгГр

Ягоды – повышение выхода сока



Увеличение выхода сахара





Протравливание зерна

e-ventus-протравливание семян злаковых культур с использованием ускорителя низкоэнергетических электронов (Aufs..., 2005)

Злаковая культура	Возбудитель болезней	Эффективность действия, %
Озимая пшеница	<i>Tilletia carie</i>	99,5
	<i>Septoria nodorum</i>	70-80
	<i>Fusarium spp.</i>	70-80
	<i>Microdochium nivale</i>	70-80
Озимая рожь	<i>Urocystis occulta</i>	96,5
	<i>Fusarium spp.</i>	96,5
Озимый ячмень	<i>Drechslera graminea</i>	60-70
Яровой ячмень	<i>Drechslera graminea</i>	60-70



замещение химического протравливания

Принцип e-ventus-технологии

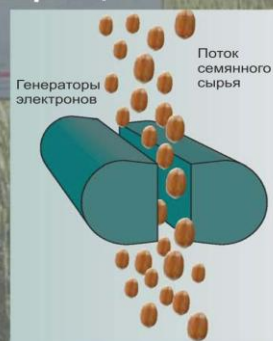


Рисунок 1: принцип e-ventus-технологии



Рисунок 2: зерно злаковых культур

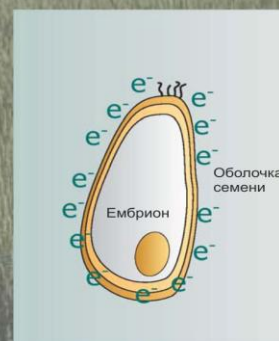


Рисунок 3: зерно злаковых культур в разрезе



Протравливание зерна

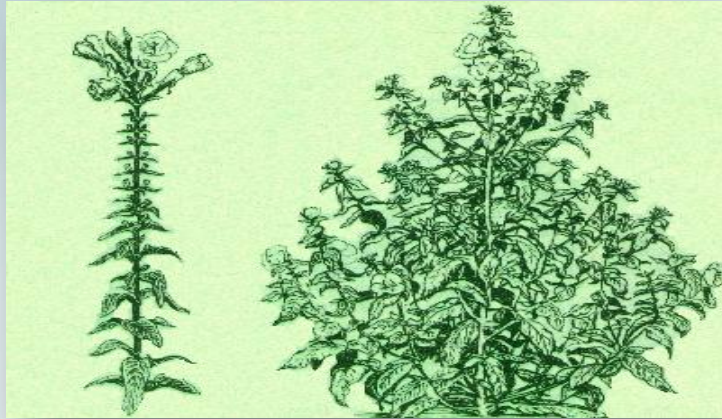
Институтом Фраунгофера (Дрезден, Германия) созданы стационарные и передвижные установки для предпосевной обработки на основе использования ускорителя электронов с энергиями от 105 до 145 кэВ (Umweltfreundliche..., 2015)





РТ. Радиационный мутагенез

Селекция новых сортов



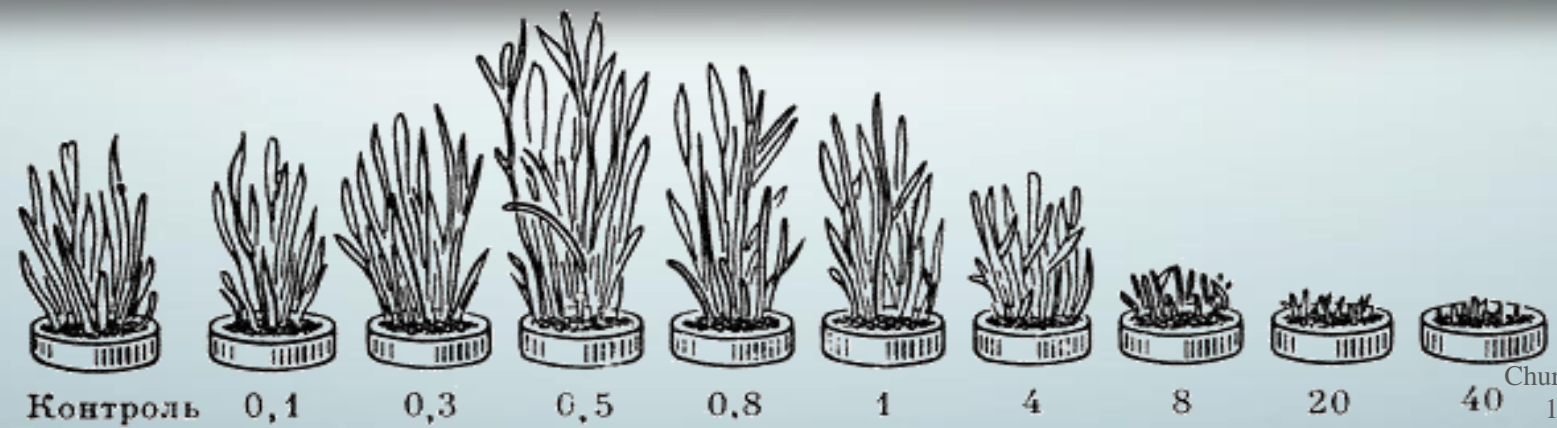
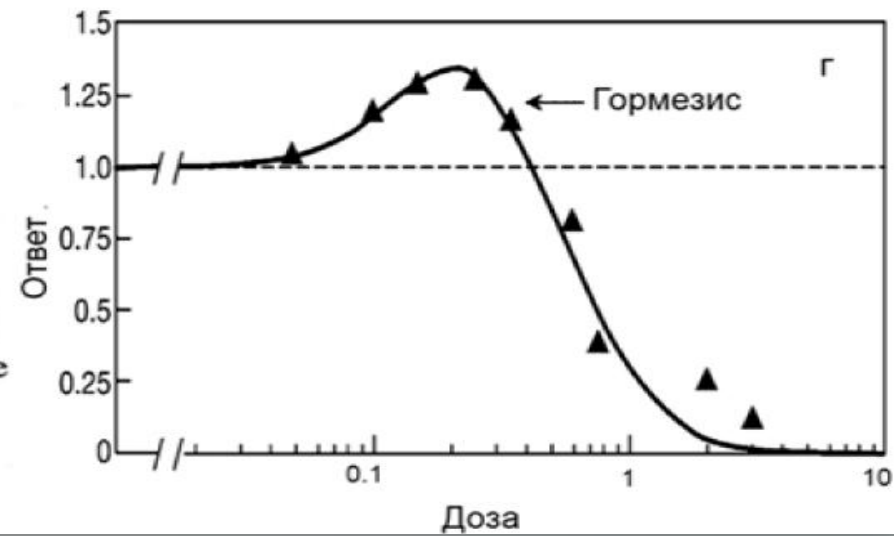
Стимуляция роста и развития

- повысить полевую всхожесть семян
- стимулировать рост и развитие растений
- снизить разнокачественность растений
- увеличить стрессоустойчивость



Культура	Стимулирующая доза, Гр	+ % к контролю
Картофель, огурцы, горох, салат	3	10-40
Кукуруза на силос, сорго	5	10-30
Гречиха	5-7	15
Пшеница	5-8	10-20
Кукуруза на зерно, рожь, томаты	5-10	10-15
Сахарная свекла	10-20	15-20
Ячмень	10-30	7-20
Капуста	20	13-20
Морковь	25-40	25-35
Ароматические травы	100-500	Лучше качество!

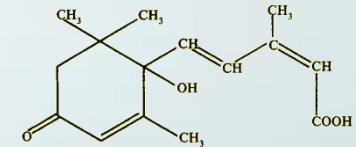
Стимуляция роста и развития



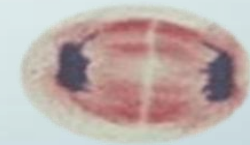
Стимуляция роста и развития

Исследование механизмов радиационной стимуляции:

1. Морфологические показатели (длина корня и ростка, всхожесть, масса корней)
2. Биохимические показатели (динамика активности ферментов)
3. Физиологические показатели (динамика и соотношение концентраций фитогормонов)
4. Цитогенетические показатели (митотический индекс)
5. Полевые исследования



Структура абсцизовой кислоты





Маркировка облученных продуктов

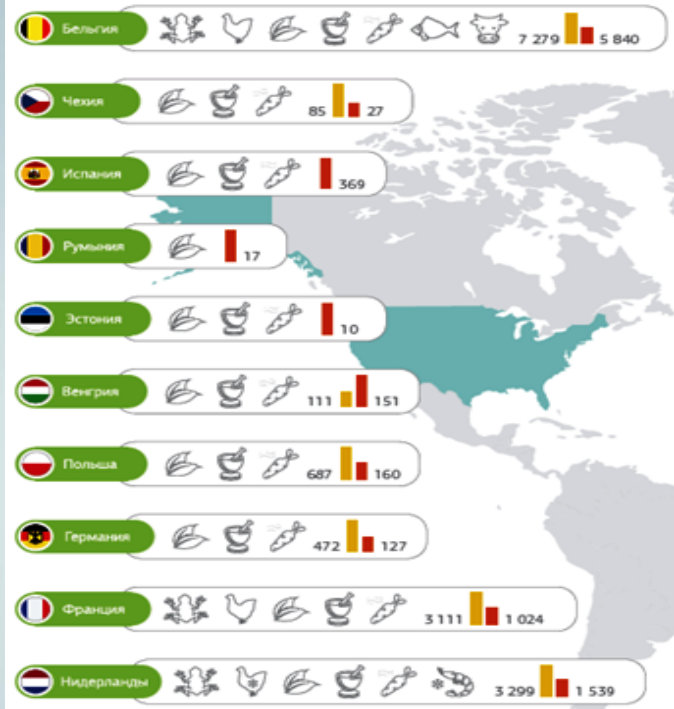


Irradiation kills harmful bacteria
to make your food safer





Объемы облученных продуктов в мире, ТОНН



всего облученных продуктов питания в мире:
 2005 год — около **300 КТОНН**
 2010 год — около **400 КТОНН**



■ 2005 год ■ 2010 год

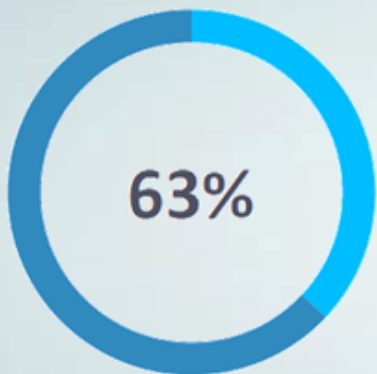


Источник: Tamikazu Kume, Setsuko Todoriki, Food Irradiation In Asia, the European Union and the United States: A Status Update, Radiol isotopes Journal, Vol.62, No.5, May 2013, 291-299

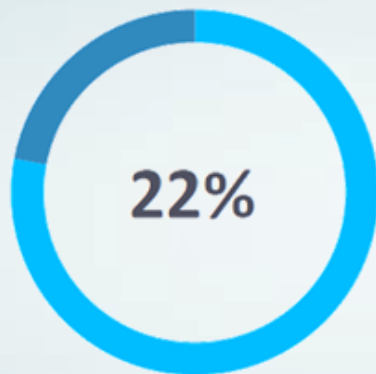


Объемы облученных продуктов в мире

Продукты питания обработанные в 2015г.



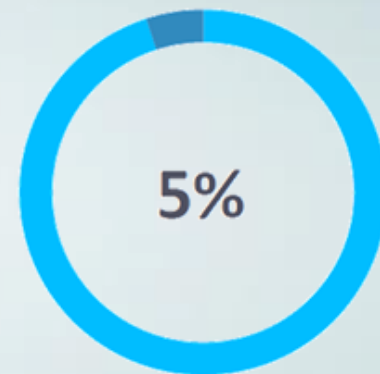
Китай



Америка



Азиатско-тихоокеанский
регион (без Китая)



Европа, Африка



Лидеры по применению РТ. Китай

Более 80 центров облучают продукты питания в Китае

Китай

За 2015 обработано >1 млн.тонн**

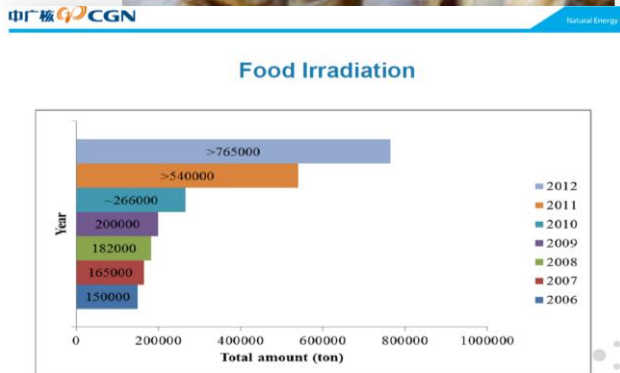
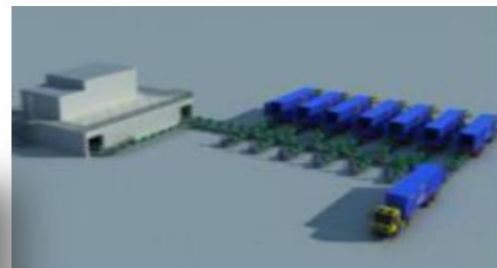
Рынок растёт на 10-15%
ежегодно

140 гамма установок
400 ускорителей электронов

Ускорительных центров 10M:

- 43 CGN в 9 провинциях
- 17 El Pont в 4 провинциях
- 12 Kaiheng в 1 провинции

* IMRP 2016, Презентация CGN



Source: Sichuan Institute of Atomic Energy

This document is the property of CGN. It must not be reproduced or registered without the prior approval.



Лидеры по применению РТ. США

Основным аспектом применения радиационной обработки в США считается облучение урожая сельскохозяйственных культур после уборки для гарантии микробиологической и фитосанитарной безопасности.



Special Food Applications

USA 42 kGy meat for astronauts / cosmonauts kGy



Food medical patients or as emergency rations



Еда для армии



Больничный рацион

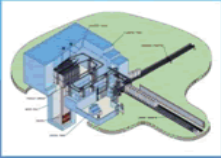
Еда для космонавтов



Пропаганда

Food Processing by Radiation

Gamma Rays (cobalt-60)



Gamma Rays (cobalt-60)



Advantages

- Highly effective
- Non-residue forming
- Safety of workers & environment
- Can be applied to pre-packed commodities
- Can penetrate deeper in to tissues
- Cold process

Safe & Wholesome

International Endorsement

- FAO/IAEA/WHO 1981, 1994, 1999
- WTO/ GAT 1993, 1995
- Codex Alimentarius Commission 1998, 2003
- IPPC 2003
- USFDA/ USDA-APHIS 2003
- Scientific bodies

National Endorsement

- DAE/ BARC Studies
- Ministry of Health, GOI
- Ministry of agriculture, GOI



Managing Supply Chain



Managing Post-harvest Losses



Quarantine Treatment & International Trade



В США и других странах проводится систематическая разъяснительная реклама безвредности пищевых продуктов после их радиационной обработки.

Указываются законодательные акты, международные соглашения, сопоставляются качество продуктов, подвергнутых и не подвергнутых обработке.

Все это способствует продвижению продуктов на рынки сбыта.



РТ в мире. Таиланд



Special Fruits in Vietnam



Thailand

Special Fruits in Pakistan



Mangoes
Citrus
Apples
Peaches
Dry fruits and dates
Rice
Vegetables
Medicine herbs & spices condiments
Wild edible mushrooms
Seafood

Тайский центр облучения (ТИС)
Таиландский институт ядерных технологи





Food Irradiation in South Africa

Spices and marinades, Maize meal maize flour and other starch

Reason for irradiating

Bacteria

Yeasts

Moulds

Insects

By far the largest food group





РТ в мире

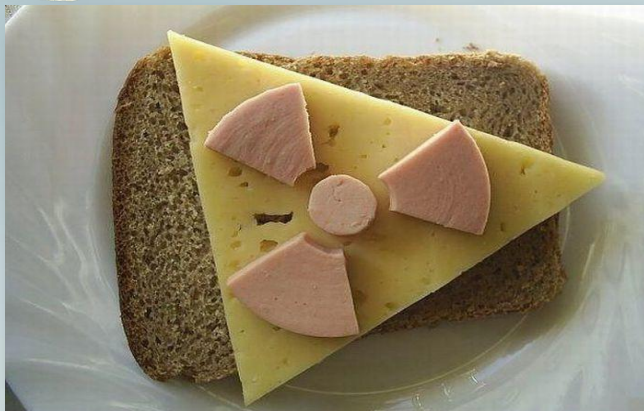
Экспериментальный полукommerческий проект PNRI Co-60

Бангладеш
Индия
Индонезия
Япония
Корея
Малайзия
Монголия
Непал
Новая Зеландия
Пакистан
Филиппины
Шри-Ланка
Вьетнам





Б - Безопасность!



Облученные продукты не становятся радиоактивными

Irradiated products do not become radioactive
Опромінені продукти не стають радіоактивними
Los alimentos irradiados no se vuelven radiactivos
Bestrahlte Lebensmittel werden nicht radioaktiv
Alimentos irradiados não se tornam radioativos
Озрачен храна не постане радиоактивна
照射食品は、放射性なりません。



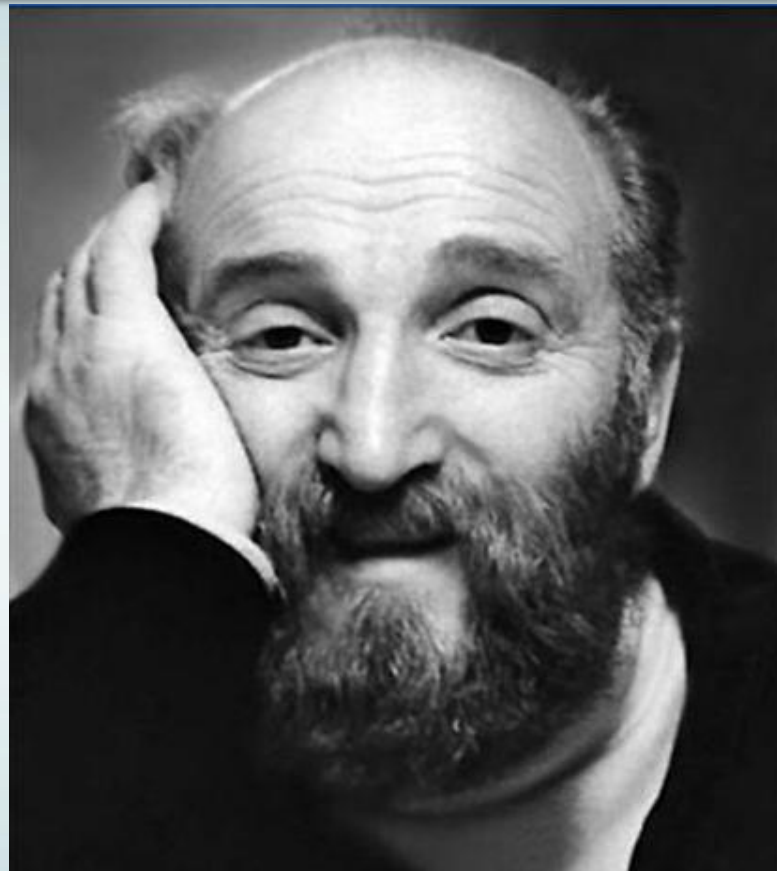


Мнение академика:

« Действие определенных доз радиации на бактерии и насекомых можно использовать для дезинсекции и дезинфекции зерна, стерилизации медикаментов, консервирования пищевых продуктов, обеззараживания сточных вод. Что касается самих облученных материалов, включая продукты питания, то они не содержат никакой наведенной радиоактивности, пользоваться ими так же безопасно, как держать в руках рентгеновский снимок ваших легких или желудка»

академик Г.И. Будкер
(1918-1977)

изобретатель электронного охлаждения, магнитной пробки, открытой плазменной ловушки,
ускорителя встречных пучков





Это опасно для здоровья!!!

Радиоактивно загрязненный продукт – это продукт, в составе которого в силу каких-то причин оказались радионуклиды и он (или его компоненты) обладает радиоактивностью.



Радиационно-обработанный продукт – не может приобрести радиоактивность, т.к. в процессе радиационной обработки нет прямого контакта радиоактивного вещества с продуктом, а допускаемая при обработке пищевых продуктов международными нормами мощность дозы гамма-излучения или электронного излучения полностью **исключает возможность появления наведенной радиоактивности.**

ОДОБРЕНО



Безопасность облученной продукции!

1970 г. - Международный проект по облучению пищевых продуктов: Международная программа по оценке безопасности облученных пищевых продуктов.

1981 г. - Объединенный комитет экспертов ФАО, МАГАТЭ и ВОЗ пришел к выводу, что облучение любого пищевого продукта с дозами, не превышающими **10 кГр**, не вызывает токсического действия и не требуются дальнейших токсикологических исследований обработанной продукции (Wholesomeness of Irradiation Foods, WHO, Geneva, 1981).

1984 г. - под эгидой ФАО, ВОЗ и МАГАТЭ создана Международная консультативная группа по облучению пищи (ICGFI). В 90-х-2000 гг. разработано 23 кодекса облучения различных видов сельскохозяйственной и пищевой продукции.

2011 г. - Комиссия Европейского Управления по безопасности пищевых продуктов (EFSA) подтвердила эффективность и перспективность технологий с использованием ионизирующих излучений (Statement Summarizing the Conclusions and Recommendations from the Opinions on the Safety of Irradiation of Food adopted by the BIOHAZ and CEF Panels. EFSA Journal 2011. 9(4): 2107).



В целях исключения образования значимых активностей продуктов фотоядерных реакций для радиационной обработки пищевых продуктов разрешено применять
(Кодекс Алиментариус, 2007):

- электронное излучение (с энергией не более 10 МэВ)
- тормозное излучение (генерируемое ускорителями с энергией не более 5 МэВ (в США - не более 7.5 МэВ))
- γ -излучение ^{60}Co ($T_{1/2} = 5,27$ года, $E = 1,25$ МэВ) и ^{137}Cs ($T_{1/2} = 30,17$ года, $E = 0,66$ МэВ)



Безопасность!

Кодексы ICGFI

Международной консультативной группой по облучению пищи (ICGFI) введено понятие GIP (good irradiation practics).

Разработаны:

- по зерну – 2 кодекса
- по мясу и мясу кур – 2 кодекса
- сухие овощи и фрукты, орехи и травы – 3 кодекса
- свежие овощи и фрукты – 3 кодекса
- рыба и морепродукты – 3 кодекса
- тропические фрукты и бананы - 2 кодекса
- установки для облучения – 2 кодекса
- меры контроля – 1 кодекс
- идентификация и авторизация облучения - 1 кодекс



Безопасность!

Технические документы МАГАТЭ

Support

Manual of Good Practice in Food Irradiation

<http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/trs481web-98290059.pdf>



eLearning course

Register and access: <http://bit.do/iaeafoodirradiation>

Dosimetry for Food Irradiation

http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/pdf/TRS409_scr.pdf

Training - Hands On Workshop eBeam

17 – 22 April 2016

(IAEA Collaborating Centre)

National Center for Electron Beam Research,

Texas A&M University, College Station.

<http://ebeam-tamu.org/ebeam-workshop/>



Food & Environmental
Protection



Joint FAO/IAEA Programme
Nuclear Techniques in Food and Agriculture



Нормативно-правовая база в мире

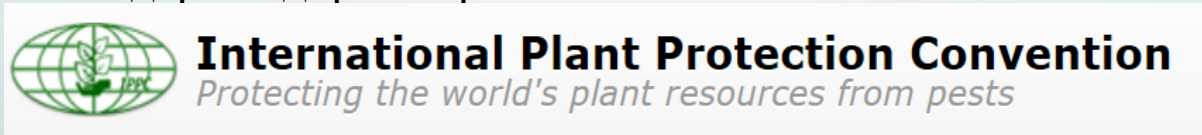
Основы международного нормативного регулирования

Регулирование радиационной обработки в мире основано на 3-х классах международных стандартов санитарии и фитосанитарии, принимаемых во внимание ВТО при организации рынка продуктов питания (SPS Agreement):

- - стандарты здоровья животных



- - стандарты здоровья растений



- - стандарты безопасности и качества пищи



Проблемы внедрения РТ в России



Несовершенство нормативной базы. Нормативная база либо отсутствует, либо уже устарела и нуждается в переработке (например, многие стандарты приняты еще в 60-х годах и действуют до н.в.)



Отсутствие программы развития и внедрения радиационных технологий неэнергетического профиля. Программы создаются локально, есть несколько инициативных групп, которые делают одно и то же, но о действиях друг друга не знают.



Радиофобия



Нет ни одного специализированного облучательского центра по обработке пищевой продукции.



РТ не встроены в технологические процессы производства, переработки и хранения продукции. Отсутствуют документы, регламентирующие процесс радиационной обработки в рамках производств.



Отсутствие логистики. Облучательские центры создаются не с точки зрения удобства логистики, а с точки зрения возможности его создания.



Нормативно-правовая база

В соответствии с «Решениями по итогам заседания президиума Совета при Президенте России по модернизации экономики и инновационному развитию» от **11 декабря 2014 года** была поставлена задача по **разработке отечественной нормативной базы применения радиационной и других видов обработки в сельском хозяйстве и пищевой промышленности.**

2015-2016 гг. Разрабатывается в МСХ **план реализации мероприятий по совершенствованию нормативно-правовой базы** на территории России и Евразийского экономического союза в сфере агропромышленного комплекса, в том числе **«... радиационной и иных видов обработки сельскохозяйственного сырья и готовой продукции».**

2016 г. Проект Прогноза научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года. В разделе 1.4. Технологические вызовы выделено следующее положение: *«Значительную роль в будущем будут играть агроядерные технологии, связанные с использованием разнообразных ионизирующих излучений для борьбы с патогенными организмами, обработки семенного материала, исследования проб сельскохозяйственных материалов и т.д.».*



Развитие РТ в России

Включить радиационные технологии в Федеральную научно-техническую программу развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы

(Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2016 г.)



УКАЗ

ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства





Нормативно-правовая база

ГОСТ, тип ГОСТ	Наименование ГОСТ	Дата введения
ГОСТ 33340-2015 Межгосударственный Ар, Каз, Кирг, Рос, Укр	Пищевые продукты, обработанные ионизирующим излучением. Общие положения	2017-01-01
ГОСТ 33339-2015 Межгосударственный Ар, Каз, Кирг, Рос, Укр	Радиационная обработка пищевых продуктов. Основные технические требования	2017-01-01
ГОСТ ISO 14470-2014 Межгосударственный Ар, Бел, Каз, Кирг, Молд, Рос	Радиационная обработка пищевых продуктов. Требования к разработке, валидации и повседневному контролю процесса облучения пищевых продуктов ионизирующим излучением	2016-01-01
ГОСТ 33800-2016 Межгосударственный Ар, Бел, Кир, Рос	Продукция пищевая облучённая. Общие требования к маркировке	2017-07-01



Нормативно-правовая база

ГОСТ, тип ГОСТ	Наименование ГОСТ	Дата введения
ГОСТ 33820-2016 межгосударственный Ар, Кир, Рос	Мясо свежее и мороженое. Руководство по облучению для уничтожения паразитов, патогенных и иных микроорганизмов	2017-07-01
ГОСТ 33825-2016 Межгосударственный Ар, Кир, Рос	Полуфабрикаты из мяса упакованные. Руководство по облучению для уничтожения паразитов, патогенных и иных микроорганизмов	2017-07-01
ГОСТ 33271-2015 Межгосударственный Ар, Кир, Рос	Пряности сухие, травы и приправы овощные. Руководство по облучению в целях борьбы с патогенными и другими микроорганизмами	2017-01-01
ГОСТ 33302-2015 Межгосударственный Ар, Кир, Рос	Продукция сельскохозяйственная свежая. Руководство по облучению в целях фитосанитарной обработки	2017-01-01
Проект ГОСТ Аналог стандарта ASTM F1736-09	Рыба и водные беспозвоночные, используемые в пищу. Руководство по облучению для уничтожения патогенных и гнилостных микроорганизмов	Разработка в 2017



Нормативно-правовая база

ГОСТ, тип ГОСТ	Наименование ГОСТ	Дата введения
ГОСТ Р ИСО/АСТМ 51900-2013	Руководство по дозиметрии при исследовании влияния радиации на пищевые и сельскохозяйственные продукты	2014-07-01
ГОСТ Р ИСО/АСТМ 51431-2012	Руководство по дозиметрии при обработке пищевых продуктов электронными пучками и рентгеновским (тормозным) излучением	2014-01-01
ГОСТ Р ИСО/АСТМ 51204-2012	Руководство по дозиметрии при обработке пищевых продуктов гамма-излучением	2014-01-01

Это все гости Евразэс (((



Проблемы нормативного регулирования

Официально положения Международного кодекса об облучении пищи (CAC/RCP 19-1979, Rev. 2-2003 и основного стандарта CODEX STAN 106-1983, Rev. 1-2003) не введены ни в один законодательный документ РФ.

В Доктрине продовольственной безопасности нет раздела, где облучение сельскохозяйственной и пищевой продукции было бы включено в качестве одной из технологий, применяемых при производстве, хранении и переработке.

Не указана возможность использования технологий облучения в законе «О качестве и безопасности пищевых продуктов» (№29-ФЗ) и в Техническом регламенте ТС «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС-02-2011).



Техническая и технологическая база РФ

Создана ассоциация

«Калужский кластер ядерных технологий»

где разрабатывается применение и внедрение ядерных технологий в пищевую промышленность и сельское хозяйство.

5.2.3. Компетенции Обнинска в области ядерных технологий неэнергетического назначения

Центры компетенций в области ядерных технологий, в т.ч. неэнергетического назначения, в частности:

- ГНЦ РФ ФЭИ;
- МРНЦ МЗ РФ;
- ГНЦ РФ НИФХИ;
- ВНИИСХРАЭ (ВНИИРАЭ);
- ИАТЭ НИЯУ МИФИ;
- ОИЦ НИКИМТ.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

