

Удължаване съхранението и запазване на качеството на картофени полуфабрикати чрез използване на специфична технологична обработка

РАЗВИТИЕ НА РАДИАЦИОННАТА ТЕХНОЛОГИЯ:

- 1896 г. Бекерел открива естествената радиоактивност.
- 1898 г. Пиер Кюри и Шмид откриват тория, а Пиер и Мария Кюри откриват полония и радия.
- 1899 г. Ръдърфорд идентифицира α - и β -лъчите.
- 1900 г. Вилард установява електромагнитната природа на γ -лъчите.
- 1902 г. Ръдърфорд и Соди установяват закона за радиоактивното разпадане.
- 1928 г. Гамов, Гърни и Кондън създават теорията на α -разпада.
- 1934 г. Ирен Кюри и Пиер Жолио откриват изкуствената радиоактивност и позитронното излъчване.
- 1935 г. Ферми създава теорията на β -разпадането. Алварес открива К-захващането.
- 1940 г. Фльоров и Петржак откриват спонтанното делене.
- 1962 г. Карнаухов открива излъчването на захъснали протони.

Гама-лъчението се получава при радиоактивното разпадане на атоми, когато новополучените (дъщерни) ядра са във възбудено състояние. Гама-лъчите са поток от кванти с точно определени за дадено разпадащо се ядро енергии, т.е. за разлика от спиращното рентгеново лъчение, гама-лъчението има линеен спектър. За по-голяма част от атомните ядра гама – лъченията са с енергия от около 10 keV до около 5 MeV. Гама-лъчение възниква и при аниhilация на двойка частица-античастица (напр. електрон-позитрон), при разпадането на елементарни частици и при ядрени реакции.

Взаимодействие на фотонни лъчения (рентгенови и гама-лъчи) с веществото.

При преминаването си през веществото фотонните лъчения му предават енергията си практически посредством три вида взаимодействия: *фотоелектрично поглъщане (фотоефект), комптъново разсейване (ефект на Комптън) и образуване на двойки електрон-позитрон*. Вероятността за всеки един от тях зависи от енергията на фотона и от атомния номер на поглъщащия материал.

ОСНОВНИ ДОЗИМЕТРИЧНИ ЕДИНИЦИ

Величина	Единица	Символ		Преизчисляване
		бълг.	межд.	
Енергия на лъченето	Джаул	Дж	J	-
Активност	Бекерел	Бк	Bq	$1 \text{ Bq} = 2,703 \cdot 10^{-11} \text{ CI}$
Относителна активност	Бекерел/кг	Бк/кг	Bq/kg	-
Повърхност. активност	Бекерел/м ²	Бк/м ²	Bq/m ²	-
Обемна активност	Бекерел/м ³	Бк/м ³	Bq/m ³	-
	*Кюри	Кю	CI	$1 \text{ CI} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$
	*разпад/сек	сек ⁻¹	s ⁻¹	$1 \text{ CI} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ s}^{-1}$
Концентрация	Бекерел/м ³	Бк/м ³	Bq/m ³	$1 \text{ Bq/m}^3 = 2,703 \cdot 10^{-14} \text{ CI/l}$
	*Кюри/литър	Кю/л	CI/l	$1 \text{ CI/l} = 3,7 \cdot 10^{13} \text{ Bq/m}^3$
Експозиционна доза	Кулон/кг	К/кг	C/kg	$1 \text{ C/kg} = 3,88 \cdot 10^3 \text{ R}$
	*Рентген	Р	R	$1 \text{ R} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ c/kg}$
Йощност на експозиционна доза	Ампер/кг	A/kg	A/kg	$1 \text{ A/Kg} = 3,88 \cdot 10^3 \text{ R/s}$
	*Рентген/сек	Р/сек	R/s	$1 \text{ R/s} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ A/kg}$
Погълнатата доза(керма)	Грей	Гр	Gy	$1 \text{ Gy} = \text{J/kg} = 100 \text{ рад}$
	Джаул/кг	Дж/кг	J/kg	$1 \text{ J/Kg} = 100 \text{ rad}$
	*рад	рад	rad	$1 \text{ rad} = 0,01 \text{ Gy} = 0,01 \text{ J/kg}$
Мощност на погълн.доза	Грей/сек	Гр/сек	Gy/s	$1 \text{ Gy/s} = 100 \text{ rad/s}$
	*рад/сек	рад/сек	rad/s	$1 \text{ rad/s} = 0,01 \text{ Gy/s}$
Еквивалентна доза	Сиверт	Св	Sv	$1 \text{ Sv} = 100 \text{ бер}$
	*бер	бер	-	$1 \text{ бер} = 0,01 \text{ Sv}$
Йощност на еквивалентната доза	Сиверт/сек	Св/сек	Sv/s	$1 \text{ Sv/s} = 100 \text{ бер/s}$
	*бер/сек	бер/сек	бер/s	$1 \text{ бер/s} = 0,01 \text{ Sv/s}$

РАДИАЦИОННИ ИЗТОЧНИЦИ

следните източници на йонизиращо лъчение могат да се използват при облъчването на храни:

- Гама лъчи от радиоизотопи ⁶⁰Co или ¹³⁷Cs;
- X-лъчи, генерирани от ускорители, с максимална енергия до 5 MeV
- Електрони, генерирани от ускорители, с максимална енергия до 10 MeV

Цели на облъчването на храни и съответни обхвати на дозата

“Ниски” дози - (до 1 kGy) проектирани за

- контрол на насекоми в зърнени храни
- забавяне на покълването на бели картофи
- контрол на трихина във свинско месо
- забавяне на загниване и контрол на насекоми в плодове и зеленчуци

“Средни” дози - (1-10 kGy) проектирани за

- контрол на микроорганизми и насекоми в подправки
- контрол на *Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter* и *Yersinia* в месо, пилешко и риба
- забавяне на растежа на плесен на ягоди и други плодове

“Високи” дози - (по-големи от 10 kGy) проектирани за

- търговско стерилизирани храни, разрушавайки всички микроорганизми (за някои специални болнични диети за пациенти с имунна недостатъчност)

За целите на безвредното облъчване на хранителни продукти с йонизиращи лъчения се приема обща средна погълната доза до 10 кГр или по-малко, при която радиохимичните ефекти в този специфичен диапазон на дозата са пропорционални на нея.

Общата средна погълната доза D се определя чрез интеграл, дефиниран за целия обем на стоките:

$$D = 1/M \int \rho(x,y,z) d(x,y,z) dV$$

където

M = цялата маса на облъчената проба

ρ = локалната плътност в точката (x,y,z)

d = локалната погълната доза в точката (x,y,z)

$dV = dx dy dz$, безкрайно малкият елементарен обемен елемент, който в реални условия е представен от обемните фракции

Приложение на гама-лъчите в медицината

Сега в света действат над 200 специализирани малогабаритни циклотрона и около 30 други типа ускорители на заредени частици, предназначени за производство на радионуклиди за медицински цели. На тези ускорители се получават изотопи в количества достатъчни за произвеждане на диагностични изследвания на няколко хиляди пациента в година.

НАЗНАЧЕНИЕ	НУКЛИДИ	ОБЛАСТ НА ПРИЛОЖЕНИЕ
	^{11}C , ^{13}N , ^{15}O , ^{18}F	Позитрон-емисионна томография
	^{52}Fe	Хематология
	$^{67,68}\text{Ga}$	Онкология
	$^{73,75}\text{Se}$	Метаболизъм, Онкология
ДИАГНОСТИКА	^{82}Rb , ^{128}Cs , ^{201}Tl	Кардиология
	^{97}Ru	Онкология, Линфоангиография
	^{111}In	Онкология, Нефрология
	^{123}I	Кардиология, Онкология, Ендокринология
	^{127}Xe	Пулмология
	^{178}Tl	Кардиология, Неврология
	$^{195\text{m}}\text{Au}$	Ангиография
	^{26}Al , ^{237}Pu	Метаболизъм
ТЕРАПИЯ	^{67}Cu , ^{97}Ru , ^{85}Sr	Онкология
	^{167}Tm , ^{211}At и др.	

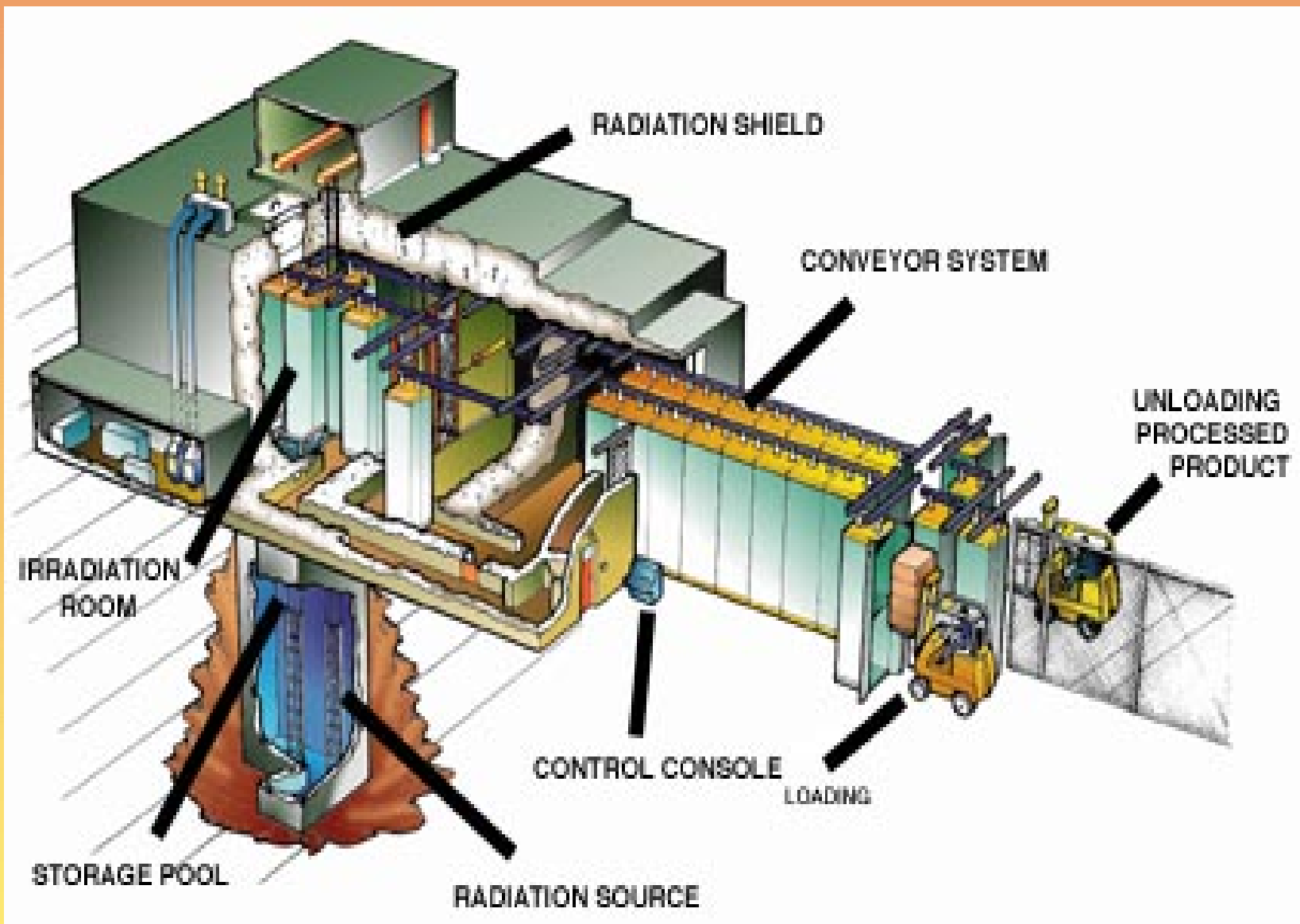
Класификация на дозиметрите и приложението им

Примери за еталонни стандартни дозиметри

Дозиметър	Регистриращо устройство	Граници на регистрация на погълнатата доза, Gy
Йонизационна камера	Електрометър	$10^{-4} \div 10$
Калориметър	Термометър	$10^2 \div 10^5$
Аланинов	EPR-спектрометър	$1 \div 10^5$
Цериев сулфат	UV спектрофотометър или електрохимичун потенциометър	$10^3 \div 10^5$
Етанол хлорбензен	Спектрофотометър	$10 \div 2 \times 10^6$
Железен сулфат	UV спектрофотометър	$20 \div 4 \times 10^2$

Сравнение на параметри на традиционни радиационни обработки

	Гама	Рентгенов лъч	Е-сноп
Типичен източник на мощност	3.5 MCi	25 kW	35 kW
Скорост на обработка (4kGy, tons/h)	12	10	10
Енергия на източника (MeV)	1.33	5	5-10
Дълбочина на проникване (cm)	80-100	80-100	8-10
Хомогенност на дозата	висока	висока	умерена
Мощност на дозата (kGy/h)	ниска	висока	по-висока
Най-добро приложение	Насипна обработка на големи кутии или палетизирани продукти в кашони за изпращане	Насипна обработка на големи кутии или палетизирани продукти в кашони за изпращане	Последваща обработка на първично пакетиране продукти поточно



Принципно устройство на апаратура, работеща с източници на йонизиращи лъчения

Замразените картофени полуфабрикати днес представляват масов артикул в цял свят, оттук произтича проблема с безопасното съхраняване на тези продукти с оглед нарастването в глобален мащаб на заболяванията причинени от контаминирани храни.

Основна цел:

Да се проследи влиянието на гама-облъчването върху качеството и срока на съхранение на полуфабрикати от картофи.

Материал и методи:

Проведени са сравнителни експерименти с бланширани картофи на две фирми застъпени на нашия пазар. Пробите обозначихме съответно за по кратко тип А от първата фирма и тип Б от втората фирма. Облъчването е извършено на гама-инсталация "Гама-1300" заредена с Cs-137. Пробите бяха облъчени съответно със 100Gy, 150Gy и 200Gy. Опитните и контролните образци са съхранявани при температура (-18°C). Микробиологичните анализи са проведени съгласно изискванията за чистота на преработени картофи - Общ брой аеробни микроорганизми, салмонела в 25g, колиформни и протеусни бактерии в 1g, коагоположителни стафилококи в 1g, сулфид редуциращи кластридии в 0.1 g, дрожди и плесени. Проведена е органолептична оценка по девет бална хедонична скала и анализ на физико-химичните показатели. Дегустационната оценка е извършена по девет бална скала от методиката на Institute for Storage and Processing of Agriculture Products. Оценката на кулинарните качества е на осем основни качества и свойства на картофите: цвят; вкус; брашненост; воднистост; мирис; потъмняване; плътност; цялостност на кожицата

Резултатите от микробиологичните изследвания по отношение на общ брой аеробни мезофилни микроорганизми са представени на таблица 1.

Общ брой аеробни мезофилни микроорганизми(средни стойности КОЕ/g)- в необлъчени и облъчени картофи -полуфабрикати, съхранявани при -18°C

СЪХРАНЕНИЕ	първа група необлъчени картофи		втора група облъчени със 100Gy		трета група облъчени със150Gy		четвърта група облъчени с 200Gy	
	Тип А	ТипБ	Тип А	ТипБ	Тип А	ТипБ	Тип А	ТипБ
1. на 0 дни	1,38.10 ³	1,49.10 ³	0	0	0	0	0	0
2. на 10 дни	2.10 ²	2,28 .10 ²	6.10 ²	1,3.10 ³	1.10 ²	1.10 ²	0	0
3. на 24 дни	3.10 ²	2.10 ²	2.10 ²	2.10 ²	1.10 ²	1.10 ²	0	1.10 ²
4. на 38 дни	4.10 ²	3.10 ²	2.10 ²	2.10 ²	1.10 ²	1.10 ²	1.10 ²	1.10 ²

Първоначалният брой аеробни микроорганизми е неголям 1380 КОЕ/g или 1,38.10³ при пробите от тип А и 1490 КОЕ/g или 1,49.10³ при пробите от тип Б. При съхранението на необлъчените картофи при температура от -18°C броят на микроорганизмите се понижава на 410 КОЕ/g при първия вариант и 310 КОЕ/g при втория вариант на 38ия ден от съхранението.

Облъчените с трите дози гама лъчи картофи на 0 дни не съдържат никакви микроорганизми. Това показва редуциращото действие на приложените ниски дози – 100, 150 и 200 Gy. При съхранението на 10-ия ден в опитните групи картофи се наблюдава незначителен растеж. При четвърта група отново липсваше растеж на микроорганизми, което показва, че дозата от 200 Gy е подходяща за по-продължително съхранение. При картофените полуфабрикати от тип А при тази доза се задържа микробиалната чистота до 24-ия ден от съхранението. При останалите опитни групи беше установен минимален брой аеробни мезофилни микроорганизми до 38-ия ден. Не бяха установени разлики между отделните групи картофени полуфабрикати, облъчени с различни дози гама лъчи.

В състава на общия брой аеробни микроорганизми бяха установени *St. albus*, *St.citreus*, *Bacillus*, микрококи.

Резултатите от микробиологичните изследвания по другите показатели установиха липса на салмонелни бактерии, коагоположителни стафилококи, колиформни и протеусни бактерии, както и сулфидредуциращи клостридии, през целия период на изследване.

Резултатите от физико-химичния анализ са представени в таблица 2.

Съхранение	Сухо вещество в %		Мазнини в % от сухото вещество		Протеин в % от сухото вещество		Пепел в % от сухото вещество		рН - стойност	
	<i>А</i>	<i>Б</i>	<i>А</i>	<i>Б</i>	<i>А</i>	<i>Б</i>	<i>А</i>	<i>Б</i>	<i>А</i>	<i>Б</i>
Необлъчени тип										
0 дни	28,82	27,70	13,80	14,02	6,80	6,66	8,74	7,80	5,82	5,83
10 дни	28,88	27,80	13,14	13,90	5,99	6,32	7,44	7,65	5,78	5,80
24 дни	29,07	28,80	13,63	14,55	6,06	6,40	6,19	7,20	5,82	5,78
38 дни	29,09	28,00	13,71	14,90	6,70	6,50	5,12	6,96	5,91	5,95
Облъчени със 100 Gy										
0 дни	28,56	27,50	12,60	13,80	6,61	6,80	7,11	7,20	5,83	5,85
10 дни	30,72	28,02	14,09	13,63	6,27	6,75	6,96	7,15	5,80	5,87
24 дни	29,72	28,50	12,17	13,00	6,02	6,70	8,81	7,57	5,89	5,90
38 дни	29,46	29,20	14,05	14,95	6,41	6,80	8,11	7,90	5,88	5,87
Облъчени със 150 Gy										
0 дни	28,70	28,35	12,58	12,17	6,80	6,70	7,14	8,13	5,83	5,90
10 дни	29,71	28,52	13,28	13,71	6,05	6,55	5,95	7,11	5,78	5,88
24 дни	27,60	27,59	14,05	13,92	6,30	5,76	8,40	7,97	5,83	5,82
38 дни	28,62	28,20	12,68	14,97	5,52	5,68	7,37	8,10	5,89	5,87
Облъчени с 200 Gy										
0 дни	28,70	28,30	12,43	12,10	6,27	6,65	7,10	7,13	5,77	5,60
10 дни	29,71	28,60	12,92	12,58	5,95	6,80	4,74	6,96	5,85	5,89
24 дни	28,64	28,20	11,90	13,05	6,52	6,57	7,82	7,54	5,80	5,67
38 дни	29,77	28,80	13,13	14,00	6,18	5,97	7,15	7,80	5,82	5,84

Извършена е оценка на кулинарните качества на двата вида полуфабрикати, облъчени с различни дози гама-лъчи. Оценката е според 9-балната методика на Institute for Storage and Processing of Agriculture Products; Wageningen.

тип	Доза	Приго-	Разва -	Изглед	Консис-	Браш-	Водни -	Струк-	Вкус	Цвя
	- Gy	дност	ряване		тенция	неност	стост	тура		т
Т	К	8	9	7	8	7	7	8	8	9
И	100	8	9	7	6	8	6	7	7	9
П	150	8	9	7	7	8	6	6	9	8
А	200	8	9	7	6	8	5	6	8	6
Т	К	9	9	8	6	7	8	6	9	9
И	100	8	9	7	6	6	6	6	9	9
П	150	8	9	7	6	7	6	6	8	7
Б	200	8	9	7	6	7	8	6	7	6

Показателите цвят, структура, брашненост, вкус, мирис, разваряване и т.н., не показват значими промени между облъчени и необлъчени картофени полуфабрикати по време на продължително съхранение.

Установено е, че при образците от тип А, които са с повишена концентрация на калий и скорбяла нямаме сладнене, т.е. нивото на захарите е ниско. За тип Б, при които съдържанието на захари е повишено, се установи сладнене при всички варианти.

Заключение: Приложените дози гама лъчи удължават срока на съхранение с 30 дни, спрямо контролата на анализиранияте полуфабрикати от картофи. Не се наблюдава повишаване обсеменеността с микроорганизми и се запазват вкусовите им качества. Получените резултати доказват, че прилагането на радиационната технология е съвременна и безопасна за човешкото здраве. Дозата от 200Gy е подходяща за по-продължително съхранение при вариантите от тип Б.