

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ РАДИОНУКЛИДОВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОЛОКОН ЛЬНА

Ст. преп. МАХОНЬ А.Н. (ВГТУ)

В первые годы после Чернобыльской аварии в растениях содержалось до 10-15 разных радионуклидов, большинство из которых имели короткий период полураспада. В настоящее время радиоактивность растительности обусловлена изотопами цезия-137, стронция-90, плутония-238, 239, 240.

Переход радионуклидов в растение зависит от их растворимости в воде, типа почвы, вида растения.

Радиоизотопы как стронций, так и цезий отличаются хорошей растворимостью и высокой подвижностью в экологических цепях биосферы. По физико-химическим свойствам стронций является аналогом кальция, а в геохимических процессах — его спутником. Такой же связью характеризуется цезий и калий. Часть радионуклидов существует в легкорастворимой форме, которая обладает наибольшей подвижностью. При равной плотности загрязнения почвы стронцием и цезием концентрация стронция в грубых кормах в 40-80 раз больше, чем цезия. Цезий в почве переходит в трудноусвояемую форму, образуя плохо растворимые соли. Выпадение кислотных дождей облегчает переход цезия в растворимую форму.

Переход радионуклидов с почвы в растения определяется величиной коэффициента накопления (K_n), который представляет собой отношение радионуклидов в единице растительной массы (C_p) к содержанию радионуклидов в единице массы почвы (C_n). Наблюдается прямая пропорциональная зависимость между этими величинами:

$$K_n = \frac{C_p}{C_n}$$

На всасывание радионуклидов влияет тип почвы. При равной плотности загрязнения почв цезием-137 его концентрация в растениях уменьшается в зависимости от pH земли (растения с кислой почвы в 3-10 раз больше загрязнены).

Цезий-137 слабо фиксируется дерноподзолистыми и торфяно-болотными почвами с низким содержанием глинистых материалов. Это обуславливает его более интенсивный переход в растения по корневому пути. Такие почвы характерны для Белорусско-Украинского полесья, что объясняет аномально высокую подвижность цезия в цепях биосферы данного региона [1].

Лен — долгунец в Беларуси является основной технической культурой. В настоящее время возделыванием льна занимаются хозяйства 93 районов всех шести областей.

Площади, занятые льном, в последние годы несколько сократились в связи с катастрофой на ЧАЭС. В результате повышения закупочных цен на продукцию льна-долгунца еще больше возрастает его значение для подъема экономики РБ [2].

Наши ежегодные исследования количественного содержания радио-нуклидов в волокнах льна, проводимые на кафедре товароведения, начиная с урожая 1993 года, показывают, что лен содержит радионуклиды, количество которых зависит от загрязненности места произрастания [3,4,5].

Однако, по результатам исследования льна урожая 1996 г. видно, что произошли изменения не только в сторону уменьшения содержания радионуклидов, но и в сторону их распределения по регионам, раньше считавшихся "чистыми".

В данной работе исследовалось влияние содержания радионуклидов в волокнах льна на его физико-механические свойства. Объектом исследования выступал лен урожая 1996 года, выращенный в разных областях Беларуси.

С помощью гамма-радиометра РУГ-91 М были получены значения суммарных удельных активностей (УА) образцов льна, а также парциальных (массовых) активностей радионуклидов цезия-137, калия-40, радия-226 и тория-232.

Результаты исследования содержания радионуклидов в волокнах льна представлены в таблице 1.

Значения суммарных УА и парциальных активностей радионуклидов
в волокнах льна

№	Район выращивания	Время мин.	Фон Бк/кг	Активность образцов, Бк/кг				
				УА	Cs-137	K-40	Ra-226	Tl-232
1	г. Браслав Витебская обл.	60	6	62	0	416	27	0
2	г. Ляховичи Брестская обл.	60	6	46	5	0	0	35
3	г. Жлобин Гомельская обл.	60	6	37	22	0	37	0
4	г. Карма Гомельская обл.	60	6	32	0	0	2	23
5	г. Пружаны Брестская обл.	60	6	31	0	189	13	1
6	г. Толочин Витебская обл.	60	6	26	0	0	0	20
7	г. Уваровичи Гомельская обл.	60	6	25	0	0	4	16
8	г. Мстиславль Гомельская обл.	60	6	14	11	0	0	11
9	г. Горки Могилевская обл.	60	6	12	1	0	0	9

На разрывной машине FM-27,2 были определены прочность и абсолютное удлинение волокон льна, значения которых приведены в таблице 2 и 3.

Анализируя результаты эксперимента видно, что они существенно отличаются друг от друга, т.е. имеют большой размах. Размах — это разность между наибольшим и наименьшим значением выборки.

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

Значения прочности при разрыве волокон льна

№ образца	Прочность, сН									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	249	227	237	223	209	255	233	—	—	—
2	202	143	221	196	204	184	242	250	214	211
3	183	251	194	139	194	248	224	—	—	—
4	219	156	193	134	189	156	174	—	—	—
5	257	172	220	218	260	219	170	242	184	215
6	150	110	208	242	169	165	162	214	203	185
7	157	256	164	152	95	142	199	211	158	170
8	146	126	225	236	256	212	247	200	218	186
9	197	246	215	264	261	258	224	236	254	239

Таблица 3

Значения абсолютного удлинения при разрыве волокон льна

№ образца	Удлинение при разрыве, мм									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5	0,4	—	—	—
2	0,5	0,6	0,7	0,6	0,7	0,9	0,5	0,5	0,4	0,5
3	1,1	0,8	1,3	0,8	0,4	0,5	0,4	0,7	—	—
4	0,3	0,5	0,5	0,8	0,4	0,6	0,5	—	—	—
5	0,8	0,6	0,8	0,8	0,4	0,4	0,7	0,4	0,4	0,5
6	0,4	0,3	0,5	0,6	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5
7	0,4	0,5	0,3	0,8	0,6	0,8	0,4	0,7	0,5	0,5
8	0,4	0,3	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6
9	0,5	0,7	0,6	0,7	0,5	0,5	0,9	0,7	0,7	0,6

Так как объем выборки небольшой, а полученные результаты прочности и удлинения соответственно имеют большой размах, то средняя арифметическая величина не будет достоверно отражать выборку. Поэтому находились модальные значения прочности и удлинения для каждой выборки в отдельности [6]. Мода — это значение признака с наибольшей плотностью вероятности.

Далее нами с помощью ЭВМ была произведена обработка экспериментальных данных и найдены основные статистические характеристики: среднее

значение, размах, коэффициент вариации, коэффициент асимметрии, абсолютная и относительная ошибки.

Сравнив модальные значения со средним значением выборки видно, что они существенно отличаются. Поэтому для построения зависимости прочности от удельной активности и удлинения от удельной активности был проведен регрессионный анализ. При этом в базу данных вводились не средние значения, а модальные с большой амплитудой. По этим значениям получена наиболее предпочтительная модель (квадратическая), уравнение регрессии и коэффициент детерминации.

В полученные уравнения подставлялись значения УА и были получены расчетные значения прочности и абсолютного удлинения для образцов льна (таблица 4). По полученным данным построены графики зависимости прочности и абсолютного удлинения волокон льна от УА образцов, представленные на рис. 1 и 2.

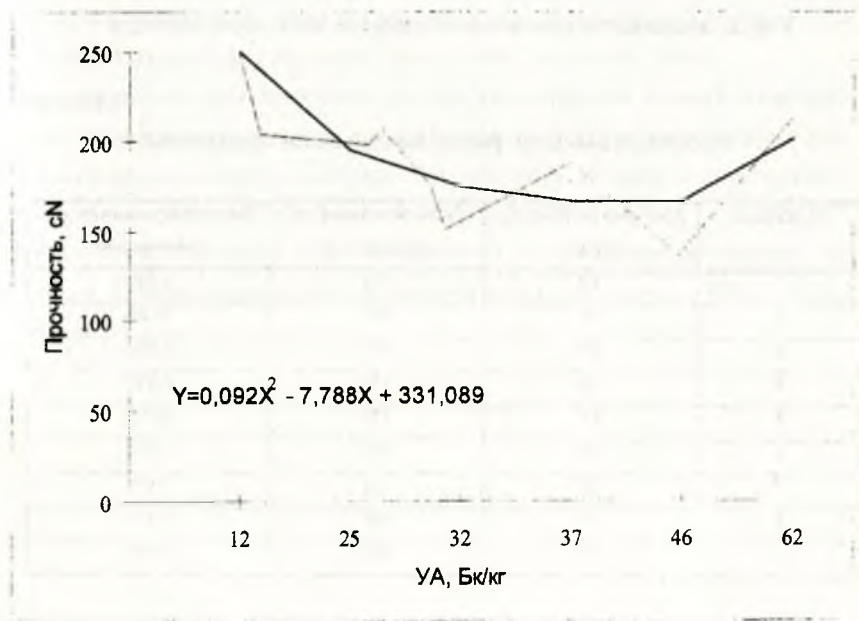


Рис. 1. Зависимость прочности от удельной активности образцов.

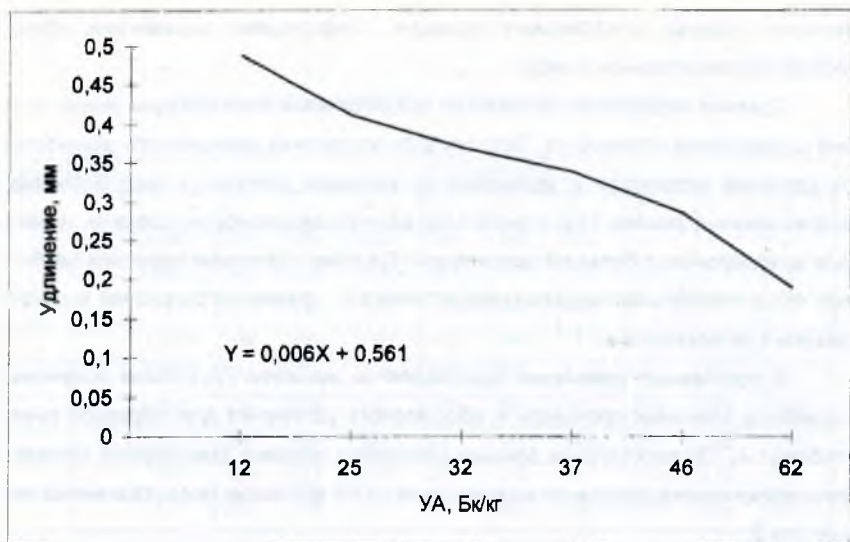


Рис. 2. Зависимость удлинения от удельной активности образцов.

Таблица 4

Расчетные значения физико-механических показателей

№ образца	Удельная активность, Бк/кг	Расчетное значение прочности, сN	Расчетное значение удлинения, мм
1	62	201	0,189
2	46	167	0,285
3	37	169	0,339
4	32	176	0,369
5	31	178	0,375
6	26	190	0,405
7	25	194	0,411
8	14	240	0,477
9	12	250	0,489

Проведенные исследования позволили установить, что при увеличении количественного содержания радионуклидов снижается прочность и удлинение при разрыве волокон льна. Основной составляющей волокон льна является целлюлоза, свойства которой зависят от степени полимеризации. У целлюлозы

льна она равна 36 000. Чем выше это число, тем больше длина макромолекул данного полимера и выше разрывная прочность волокна. При действии радиационных излучений степень полимеризации уменьшается и, следовательно, уменьшается прочность льняного волокна.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Малашев Я.В., Болсун А.И. Чернобыль. Мн.: Белорусская энциклопедия, 1996 г., 318 с.
2. Амосова Г.И., Филиппова Л.И. Новое развитие льноводства и отрасли первичной обработки льна. М.: Энергоатомиздат, 1986 г., 78 с.
3. Разработка средств контроля и норм содержания радионуклидов в сырье и материалах текстильной промышленности. Отчет о НИР г/б № 164 пер. № 199473, 1994 г.
4. Исследования и разработка методики контроля содержания радионуклидов в сырье и материалах легкой промышленности, применяемые в производстве изделий детского ассортимента. Отчет о НИР, х/д № 376, 1995 г.
5. Исследования количественного состава радионуклидов в сырье и материалах легкой промышленности и разработка методики контроля и норм содержания радионуклидов в изделиях для различных возрастных групп населения. Отчет о НИР г/б № 225, пер. № 19961297, 1996 г.
6. Ващик В.Н. Восстановление зависимостей по эмпирическим данным. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1989 г., 447с.