

ВЛИЯНИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В КЛУБНЯХ КАРТОФЕЛЯ СОРТА ЛИНА

Межетова И.Т.¹, Ипатова В.С.², Близнюк У.А.^{1,2}, Борщеговская П.Ю.^{1,2}, Болотник Т.А.³,
Зубрицкая Я.В.^{1,2}, Козлова Е.К.^{1,4}, Малюга А.А.⁵, Никитченко А.Д.¹, Опруненко А.Ю.³,
Родин И.А.^{3,4}, Чуликова Н.С.⁵, Черняев А.П.^{1,2}

¹ *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, физический факультет, г. Москва, Российская Федерация.*

² *Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д.В. Скобельцына, г. Москва, Российская Федерация.*

³ *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, химический факультет, г. Москва, Российская Федерация.*

⁴ *ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), г. Москва, Российская Федерация.*

⁵ *Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Новосибирская область, р.п. Краснообск, Российская Федерация.*

E-mail: mezhetova.it19@physics.msu.ru

Радиационная обработка продуктов – перспективное направление развития в области пищевой промышленности, позволяющее решить большой спектр задач: продление сроков хранения продукции; эффективное подавление активности патогенной микрофлоры (грибы, бактерии, микроорганизмы); стимулирование прорастания сельскохозяйственных культур и др [1,2]. Однако в связи с распространением данного вида обработки в мире, в отсутствие обязательной маркировки облученной продукции, возможны случаи повторной обработки, что может привести к ухудшению органолептических свойств продукта [3]. В связи с этим, важной задачей является поиск методов и биохимических маркеров, с помощью которых возможно качественно установить факт проведения радиационной обработки конкретного продукта.

Целью данной работы было исследование влияния рентгеновского излучения на биохимические показатели семенного картофеля.

Клубни картофеля сорта Лина облучали на рентгеновском аппарате РАП-100 с рентгеновской трубкой 1БПВ23-100 с молибденовым анодом, максимальная энергия тормозных фотонов – 80 кэВ (ФМБЦ им. Бурназяна, Россия). Для обеспечения максимальной равномерности дозы, облучение клубней проводилось с двух противоположных сторон в дозах 0 Гр, 100 Гр, 1 000 Гр и 5 000 Гр. Облучение образцов проводилось из расчета трехкратной повторяемости.

Для проведения дальнейшего анализа из облученных клубней был подготовлен экстракт, после чего проводился газовый хромато-масс-спектрометрический анализ на аппарате Shimadzu GCMS-QP2010 Ultra (Shimadzu, Япония), снабженного автоматическим устройством ввода паровой фазы HT200H Headspace Autosampler (HTA, Италия). Соединения идентифицировали путем сравнения полученных масс-спектров неизвестных соединений, со спектрами из библиотеки масс-спектров NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library 2008 (NIST 08) с помощью программного обеспечения GCMSsolution. По результатам ГХ-МС анализ было обнаружено 9 соединений, относящихся к классам альдегидов (ацетальдегид, пропаналь, 2-метил,бутаналь, 3-метил,бутаналь, 2-метил,гексаналь), кетонов (ацетон), спиртов (2-пропанол,2-метил), фуранов (фуран,2-пентил-) и алканов (пропан,2-этокси-2-метил-). Анализ поведения летучих соединений выявил нелинейные зависимости концентраций от поглощенной картофелем дозы. Альдегиды, за исключением, гексаналя, показали схожие тенденции:

их концентрация увеличивалась и была максимальна при 100 Гр, после чего происходило снижение концентрации. Гексаналь присутствовал только в одном не облученном образце, и во всех клубнях, облученных в дозе 1 000 Гр. Средняя концентрация фуран,2-пентила- возрастала, по мере увеличения поглощенной дозы. Также в образцах, облученных в дозе 1 000 Гр был обнаружен спирт изопропил, который отсутствовал в контрольных образцах.

Анализ восстанавливающих сахаров проводился по методике ГОСТ Р 54905-2012 с использованием спектрофотометра УФ-3000 (ТМ ЕСОВИЕВ, Россия). Оптическую плотность экстрактов смотрели колориметрическим методом с ДНС-реактивом при длине волны 540 нм. По результатам данного исследования была также установлена нелинейная зависимость концентрации восстанавливающих сахаров в облученном картофеле сорта Лина от поглощенной дозы (рис. 1).

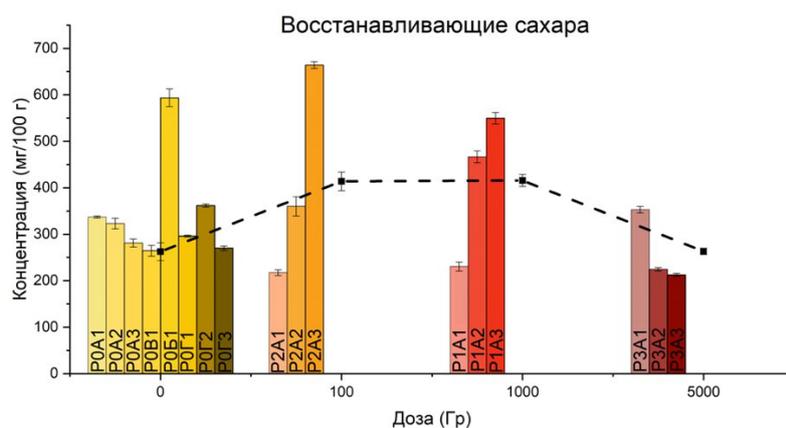


Рис 1. Зависимость концентрации восстанавливающих сахаров от дозы, поглощенной клубнями картофеля. P0 – контрольные необлученные образцы, P1, P2 и P3 – образцы облученные в дозе 1000 Гр, 100 Гр и 5000 Гр соответственно. А1-3 – повторность исследований.

Как видно, наблюдается рост средней концентрации восстанавливающих сахаров при значениях поглощенной дозы до 1 000 Гр, после чего начинается спад. Это свидетельствует о том, что при проведении радиационной обработки, крахмал, который является полисахаридом и входит в состав картофеля, разрушается до моносахаров, концентрация которых и оценивается данным методом. Однако, при больших значениях поглощенной дозы, моносахара также претерпевают распад на другие низкомолекулярные соединения, концентрацию которых предложенными методами оценить не представляется возможным.

Таким образом, анализ восстанавливающих сахаров в перспективе может быть использован не только для качественного установления факта проведения радиационной обработки, но и для количественного определения диапазона поглощенной дозы. Анализ летучих органических соединений выявил преимущественно нелинейные зависимости от дозы облучения, которые нуждаются в дальнейшем исследовании с последующим построением математических моделей, способных косвенно оценивать эффективный диапазон доз для данной категории продукции.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФ в рамках научного проекта №22-63-00075.

1. Codex Alimentarius Commission et al. Codex general standard for irradiated foods //Codex stan. – 2003. – С. 106-1983.
2. А.П. Черняев, Радиационные технологии (Университет «Книжный Дом», Москва, 2019).
3. Ravindran R., Jaiswal A. K. Wholesomeness and safety aspects of irradiated foods //Food chemistry. – 2019. – Т. 285. – С. 363-368.