

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ЭКСТРАКЦИИ БЕТАНИНА ИЗ СТОЛОВОЙ СВЕКЛЫ: СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

К.В. Николайчук, 3 курс, **С.М. Горбарчук**
Научный руководитель – **Е.С. Сильченко**, ассистент
Полесский государственный университет

Раковые заболевания занимают второе место среди причин смертности, уступая только сердечно-сосудистым заболеваниям во многих странах мира. Республика Беларусь не является исключением из этой глобальной тенденции. Применение бетанина при онкологических заболеваниях привлекло внимание благодаря его потенциальным противоопухолевым свойствам и механизмам действия. Исследования показывают, что концентрат бетанина значительно снижает пролиферацию и жизнеспособность раковых клеток [1, с. 1964].

В литературе имеются данные о влиянии бетанина: на экспрессию белков, связанных с апоптозом (Bad, TRAILR4, FAS, p53), которая была значительно повышена, а мембранный потенциал митохондрий был изменен, что свидетельствует об участии как внутренних, так и внешних путей апоптоза; мощное химиопрофилактическое средство на мышинных моделях, значительно ингибирующее развитие опухолей кожи и печени при введении в низких дозах; ингибирование роста клеточных линий колоректального рака без существенного цитотоксического воздействия на нормальные клетки KDR/293 [1, 2, 3].

Свекла является перспективным и богатым источником бетанина. В Беларуси использование свеклы для экстракции бетанина представляется рациональным благодаря ее экономической доступности и широкому распространению. Свекла выращивается в больших объемах благодаря благоприятным климатическим условиям и высоким агрономическим показателям.

Цель работы – выявить какой сорт столовой свеклы дает наибольший выход бетанина, сравнение двух методик выделения бетанина.

Объектом исследования служили 2 сорта столовой свеклы – “Бордо” и “Цилиндра”. Из каждого сорта взяли по два корнеплода. Каждый корнеплод разрезали вдоль, половинки использовали для двух методов экстракции. Половинки разделяли на 3 части, каждую натерли на терке и тщательно перемешивали. Для анализа использовали кожуру (срезанную ножом на глубину 1-2 мм) и мякоть четырех корнеплодов по отдельности.

Для определения содержания бетанина в свекле использовались две методики спектрофотометрическим способом: с использованием цитратно-фосфатного буферного раствора и экстракция в кислой среде [4 стр. 32, 5 стр. 66].

Результаты обработаны статистически в Microsoft Excel.

В ходе исследования было установлено, что средняя концентрация бетанина в клубнях с использованием цитратно-фосфатного буфера оказалась следующей: Бордо (клубень 1) – 17,82 мг/100г в кожуре, 28,87 мг/100г в мякоти; Бордо (клубень 2) – 10,64 мг/100г в кожуре, 35,24 мг/100г в мякоти; Цилиндра (клубень 1) – 14,59 мг/100г в кожуре, 24,50 мг/100г в мякоти; Цилиндра (клубень 2) – 4,72 мг/100г в кожуре, 19,60 мг/100г в мякоти. Среднее содержание бетанина в обоих клубнях сорта свеклы Бордо оказалось больше, чем в Цилиндре в 1,45 раз в мякоти и в 1,47 раз в кожуре (таблица 1).

Таблица 1. – Концентрации пигмента бетанина из *Beta. Vulgaris* из кожуры и мякоти с использованием цитратно-фосфатного буфера

Показатель	Концентрация пигмента, мг/100г			
	Кожура клубень 1	Мякоть клубень 1	Кожура Клубень 2	Мякоть Клубень 2
Бордо	Образец 1		Образец 2	
Часть 1	16,92	24,73	11,91	38,57
Часть 2	18,82	35,01	10,39	38,40
Часть 3	17,72	26,87	9,63	28,76
Цилиндра	Образец 1		Образец 2	
Часть 1	14,18	26,52	4,15	16,88
Часть 2	16,32	30,39	5,21	23,53
Часть 3	13,28	25,58	4,81	18,38

В ходе исследования методом кислотной экстракции было выявлено, что средняя концентрация пигмента в сортах получилась следующая: Бордо (клубень 1) – 126,71 мг/100г в кожуре, 189,04 мг/100г в мякоти; Бордо (клубень 2) – 93,58 мг/100г в кожуре, 101,19 мг/100г в мякоти; Цилиндра (клубень 1) – 57,69 мг/100г в кожуре, 89,04 мг/100г в мякоти; Цилиндра (клубень 2) – 64,21 мг/100г в кожуре, 95,88 мг/100г в мякоти. Среднее содержание бетанина в обоих клубнях сорта свеклы Бордо оказалось больше, чем в Цилиндре в 1,81 раз в кожуре и в 1,57 раз в мякоти (таблица 3.2).

Таблица 2. – Концентрации бетанина из *Beta. Vulgaris* с использование кислотной экстракции

Показатель	Концентрация пигмента, мг/100г			
	Кожура клубень 1	Мякоть клубень1	Кожура Клубень 2	Мякоть Клубень 2
Бордо	Образец 1		Образец 2	
Часть 1	129,18	193,21	94,71	104,26
Часть 2	124,87	195,44	90,87	98,36
Часть 3	126,07	178,48	95,16	100,96
Цилиндра	Образец 1		Образец 2	
Часть 1	56,37	89,78	64,14	100,38
Часть 2	57,10	85,41	62,95	95,01
Часть 3	59,60	91,92	65,55	92,25

Проведенное исследование показало, что экстракция бетанина в кислой среде обеспечивает значительно более высокий выход пигмента по сравнению с цитратно-фосфатным буфером. Средняя концентрация бетанина при кислотной экстракции выше в 5,7 раз, чем при экстракции цитратно-фосфатным буфером, что свидетельствует о более высоком выходе целевого соединения. Это обстоятельство имеет важное значение для промышленного производства, так как позволяет сократить объем перерабатываемого сырья и снизить затраты на транспортировку и хранение.

На основании проведенных исследований, сорт свеклы “Бордо” может быть рекомендован для использования в промышленности из-за его более высокой концентрации бетанина по сравнению с сортом “Цилиндра”.

В контексте онкологических заболеваний использование пигмента свеклы наиболее актуально, так как бетанин обладает способностью уменьшать образование активных форм кислорода (ROS), которые играют ключевую роль в развитии рака. Бетанин также способствует защите ДНК от повреждений и подавляет воспалительные процессы, что делает его перспективным компонентом для профилактики онкологических заболеваний.

Список использованных источников

1. Laëtitia Nowacki. Betanin-enriched red beetroot (*Beta vulgaris* L.) extract induces apoptosis and autophagic cell death in MCF-7 cells / Laëtitia Nowacki, Pascale Vigneron, Laura Rotellini, Hélène Cazzola, Franck Merlier, et al. // Phytotherapy Research. – 2015. – Vol. 29, № 12. – P.1964-1973.
2. Kapadia G. Chemoprevention of DMBA-induced UV-B promoted, NOR-1-induced TPA promoted skin carcinogenesis, and DEN-induced phenobarbital promoted liver tumors in mice by extract of beetroot / G. Kapadia et al. // Pharmacological research. – 2003. – Vol. 47, № 2. – P. 141-148.
3. Saber A. Anticancer Effects of Beetroot Hydro-Alcoholic Extract and Betanin on Human Colorectal Cancer Cell Lines. / A. Saber, Nasim Abedimanesh, M. Somi, A. Khosroushahi // Research Square. – 2020. – P.1-19.
4. Sokolova DV. Dynamic changes in betanin content during the growing season of table beet: their interplay with abiotic factors. / DV. Sokolova // Vavilovskii Zhurnal Genet Selektcii. – 2022. – Vol. 26, № 1. – P. 30-39.
5. Базарнова Ю.Г. Методы исследования свойств сырья и пищевых продуктов: Учеб.- метод. Пособие / Ю.Г. Базарнова. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2012. – 76 с.