

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

УДК 634.737:581.042

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ *SPINACIA OLERACEA* L. И *ERUCA SATIVA* L.

С.Н. Авраменко, В.А. Онуфрейчик

ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», г. Минск

Аннотация. Приведены результаты сравнительного биохимического исследования по 15 показателям в опытной культуре шпината огородного и рукколы посевной. Выявлено, что обе культуры являются низкокалорийными, однако биохимическая ценность шпината огородного выше, поскольку он содержит большее количество органических кислот и веществ фенольной природы (танины, катехины, флавонолы).

Ключевые слова: биохимия, шпинат, руккола, сахара, органические кислоты, биофлавоноиды, пищевая ценность.

Введение. Биохимическая ценность шпината (*Spinacia oleracea*) и рукколы (*Eruca sativa*) представляет собой важную область исследования, поскольку эти листовые овощи являются богатым источником биоактивных веществ, оказывающих значительное влияние на здоровье человека. В частности, оба продукта содержат разнообразные фенольные соединения, такие как: кверцетин, кемпферол, апигенин и ксиленовые, хлорогеновые кислоты), а также витамины, которые обладают выраженными антиоксидантными и противовоспалительными свойствами.

В шпинате фенольные соединения представлены широким спектром соединений, которые участвуют в снижении окислительного стресса, способствуя укреплению иммунной системы. Руккола, в свою очередь, богата флавоноидами и гликозидами, которые придают ей характерный острый вкус и усиливают её биологическую активность, включая антиоксидантную защиту и потенциал в профилактике хронических заболеваний.

Обе культуры содержат органические кислоты, среди которых наиболее распространены щавелевая и лимонная кислоты. Щавелевая кислота обнаруживается в больших количествах в шпинате, что важно учитывать при его потреблении, поскольку она способна связываться с кальцием и магнием, образуя нерастворимые соли, что может снижать усвоение минералов и повышать риск образования оксалатных камней.

В связи с вышеизложенным возникает цель настоящего исследования – количественное определение биохимического состава малоизученных зеленых культур и оценка их пищевой ценности.

Материалы и методы. Исследования выполнены в 2025 г. на базе лаборатории биохимии и биотехнологии растений ГНУ «Центрального ботанического сада НАН Беларуси». В опыте были использованы семена рукколы посевной сорта «Синоп» и шпината огородного сорта «Крепыш». Предварительно простерилизованные в 3,0 % растворе перекиси водорода (время экспозиции 10 минут) семена и отмытые в дистиллированной воде, высаживали на кокосовое волокно, смоченное ½ раствора макро-и микроэлементов по прописи Мурасиге и Скуга [2] и кислотностью 6,3 pH. Световой и температурный режим соблюдали в пределах 4000 люкс, фотопериод 16/8, влажность воздуха 65-75% при температуре 18-21 °C.

Для исследования биохимических показателей использовали воздушно-сухое вещество, полученное путем высушивания при 55 °C растительного материала (листовые пластины) на 35-й день культивирования.

При этом учитывали содержание сухих веществ – по ГОСТ 28561-90 [3]; аскорбиновой кислоты (витамина С) – стандартным индофенольным методом [4]; общей кислотности (в пересчете на щавелевую) – титриметрическим способом [1, 5], гидроксикоричных кислот (в пересчете на хлорогеновую) – спектрофотометрически на приборе ПЭ-5400УФ («Экрес», Россия) [4]; растворимых сахаров – фенол-сернокислотным способом [5]; суммарное количество антоциановых пигментов

(в пересчете на цианидин) – по методу Т. Swain [4], содержание пектиновых веществ – карбазольным способом [5]; общего белка – по методу Лоури [5]; общих жиров – гравиметрически [5], путем экстракции на приборе Сокслета; дубильных веществ (танинов) – перманганотометрически [5], бетта-каротина – спектрофотометрически, в ацетоновом извлечении [5], содержание общих углеводов – расчетным способом.

Показатель сахарокислотного индекса плодов оценивался по соотношению количеств растворимых сахаров и свободных органических кислот. Все анализы выполнены в трехкратной повторности, данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты биохимического исследования ассимилирующих органов шпината огородного и рукколы посевной представлены в табл. 1.

Таблица 1. – Биохимический состав (пересчете на сухое вещество) в листовой массе *Spinacia oleracea* L. и *Eruca sativa* L.

Показатель	<i>Spinacia oleracea</i> L.	<i>Eruca sativa</i> L.
Сухие вещества, %	10,20	14,42
Общая кислотность, %	4,37	2,28
Сахара растворимые, %	2,35	2,20
Сахаро-кислотный индекс	0,51	2,20
Пектиновые вещества, %	19,25	12,20
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	382,67	351,69
Хлорогеновая кислота, мг/100 г	3514,20	2901,50
Антоциановые пигменты, мг/100 г	Ниже предела обнаружения	
Танины, %	0,63	0,32
Катехины, мг/100 г	473,0	162,0
Флавонолы, мг/100 г	382,67	351,69
Бетта-каротин, мг/100 г	1,21	0,98

Исходя из биохимического профиля изучаемых культур, наибольшим параметром накопления сухой массы и белка характеризовалась руккола посевная сорта «Синоп», что на 4,22% и 4,12 г больше, чем у шпината огородного. Тем не менее его биохимическая ценность выше по параметру биосинтеза кислот, растворимых сахаров, обеспечивших сахаро-кислотный индекс 0,51, что свидетельствует о кислом вкусе данной культуры.

В листьях салата и рукколы в природных условиях может содержаться минимальное количество антоцианов (цианидина), обычно не превышающее 10 мг на 100 г сухого вещества, что свидетельствует о их низкой биосинтетической активности и ограниченной роли в этих растениях. В условиях естественной среды салат и руккола подвергаются меньшему воздействию стрессовых факторов, стимулирующих накопление антоцианов, что приводит к их низкому уровню.

Содержание общих кислот имеет прямую корреляцию с содержанием аскорбиновой кислотой, достигающей 382,7 мг/100 г, что на 30 мг% больше, чем у рукколы посевной.

Фенольные соединения (биофлавоноиды) представленные танинами, катехинами, гидроксикоричными кислотами и флавонолами имели широкий диапазон значений. Содержание танинов и катехинов в шпинате огородном сорта «Крепыш» было больше на 0,3% и 311 мг чем у рукколы посевной.

Не в значительной степени для нутриентной ценности, но статистически достоверны, находятся содержание флавонолов, липидов, белка и бетта-каротина.

Представленные данные свидетельствуют о высокой биологической значимости данных видов, но не отражают их пищевую ценность. В связи с этим был проведен расчет по оценке нутриентной ценности, которую находили по формуле: $\text{ккал} / 100 \text{ г} = (4,0 \times \text{Б}) + (9,0 \times \text{Л}) + 4,0 \times \text{У}$, где Б, Л, У – содержание белков, липидов, углеводов (см. табл. 2).

Таблица 2. – Пищевая ценность *Spinacia oleracea* L. и *Eruca sativa* L.

Показатель	<i>Spinacia oleracea</i> L.	<i>Eruca sativa</i> L.
Жиры общие, г/100 г	0,23	0,28
Углеводы общие, г/100 г	2,20	2,08
Белок общий, г/100 г	2,75	2,23
Энергетическая ценность, ккал/100 г свежей зелени	21,87	19,76

По параметрам накопления жиров, белков и углеводов обе культуры находятся в одной категории ценности пищевых объектов – низкокалорийные, что свидетельствуют полученные данные о энергетической ценности данных культур в диапазоне 21,87-19,76 ккал/ 100 г сырой массы.

Заключение. Результаты сравнительного исследования содержания биохимически активных соединений показали, что обе культуры имеют большое количество свободных органических кислот, в том числе аскорбиновой, однако наибольшее значение имеет *Spinacia oleracea* L. из-за наличия щавелевой кислоты.

Выявлен низкий уровень нутриентной ценности (менее 25,00 ккал/100 сырой массы), что говорит о низкокалорийности данных видов.

Список использованных источников

1. Куркин В.А. Биологически активные вещества лекарственных растений как источники диуретических препаратов.– Самара: Стандарт, 2024.– 86 с.
2. Носов, А.М. Культура клеток растений – уникальная система, модель, инструмент. Обзор / А.М. Носов // Физиология растений. – 1999 – Т.46, № 6 – С. 837–844.
3. Методы определения сухих веществ: ГОСТ 8756.2-82. – Введен 01.01.1983. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 5 с.
4. Хелдт Г.В. Биохимия растений // Г.-В. Хелдт. – М. Бином. 2011. – 471 с.
5. Большой практикум «Биохимия» Лабораторные работы: учеб. пособие. / сост. М.Г.Кусакина, В.И.Суворов, Л.А.Чудинова; Перм.гос.нац.исслед.ун-т.-Пермь, 2012. 148 с.