

БИООРГАНИЧЕСКАЯ И МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ

УДК 635.65

DOI 10.26456/vtchem2022.3.19

АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ СТОРОК ГОРОХА ПОСЕВНОГО

В.В. Орлов¹, П.Д. Михайлова², Е.М. Короткова³, Е.В. Ожимкова¹

¹ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», г. Тверь

²ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь

³ Университет Або Академи, г. Турку, Финляндия

На сегодняшний день особое внимание многих исследователей сосредоточено на получении биологически активных веществ из отходов сельскохозяйственных производств. При промышленной заготовке бобовых культур образуются крупнотоннажные отходы в виде ботвы и створок, при этом выход семян составляет всего 15-20% от всей скошенной массы растений. В данной работе проведено исследование химического состава водных экстрактов, полученных из створок гороха сорта «Сладкий жемчуг», для обоснования возможных рациональных способов переработки данных растительных отходов.

Ключевые слова: экстракция, створки бобов, химический состав.

Промышленная переработка растений сельскохозяйственного назначения приводит к образованию большого количества отходов, таких как кожура, косточки, ботва и т.д. В настоящий момент утилизация таких материалов представляет собой актуальную проблему. Кроме того, из-за отсутствия рациональных методов переработки, ценные питательные вещества, содержащиеся в отходах агропромышленного комплекса, зачастую не используются [1].

Бобовые – группа сельскохозяйственных растений, принадлежащих к семейству *Fabaceae*. Представители этого семейства, произрастая на всех континентах, являются одними из самых высокобелковых растений, культивируемых человеком [2,3]. Несомненным преимуществом данной культуры является способность расти на низкоплодородных землях, устойчивость к воздействиям засухи, длительное хранение урожая. Все это делает их ценной культурой, способной улучшить ситуацию с продовольственной безопасностью в мире. Бобовые оказывают положительное влияние при использовании их в качестве покровных культур с зерновыми культурами, также было отмечено, что они повышают содержание углерода и азота в почве, повышают устойчивость почвы к эрозии и снижают заражаемость определенными почвенными патогенами [4].

Кроме того, бобовые фиксируют азот из атмосферы, снижая использование минеральных удобрений и повышая общее почвенное плодородие, благодаря чему в сельскохозяйственном производстве бобовые культуры являются обязательным звеном при севообороте в интенсивных системах земледелия, что в свою очередь обеспечивает доступность данного вида сырья для производства ценных биологически активных веществ (белковых изолятов, крахмалов, антиоксидантов и т.д.) [5].

За последние годы отмечается положительная динамика по валовому производству бобовых культур. Ежегодный прирост валового сбора, начиная с 2017 г., составляет в среднем 330 тыс. тонн. Эта тенденция может сохраниться за счет расширения площадей под культурой в европейской части России и постепенного роста урожайности на 5-10% [6]. Учитывая приведенные данные по объемам сбора бобовых культур, к перспективному и недостаточно изученному вторичному сырью можно отнести створки зеленого горошка.

Объектами исследования служили створки гороха сорта «Сладкий жемчуг» – одного из распространенных сортов в России.

Для проведения экспериментальной части работы растительное сырье было собрано в сухую погоду и только от здоровых, хорошо развитых, не поврежденных насекомыми или микроорганизмами растений. В представленной работе для обезвоживания створок гороха использовалась воздушно-тенивая сушка растительного сырья при комнатной температуре и в отсутствии прямых солнечных лучей. После окончания сушки створки гороха измельчали в лабораторной мельнице, до порошкообразного состояния, после чего переносили в маркированную пластиковую или стеклянную тару и хранили в темном прохладном месте [7].

Экстракты из створок гороха получали путём настаивания растительного сырья с растворителем. Для проведения эксперимента на аналитических весах взвешивали точную навеску (до четвертого знака) воздушно-сухого исследуемого растительного сырья. Затем навеска количественно переносилась в колбу и смешивалась с соответствующим гидромодулю (1:15) количеством дистиллированной воды. Полученную суспензию оставляли на 24 ч при температуре $23 \pm 1^\circ\text{C}$ и отсутствии прямых солнечных лучей, а затем отделяли экстракт от растительного сырья фильтрованием (фильтр обеззоленный синяя лента). Для сохранения биологической активности полученные экстракты хранили в холодильной камере при температуре $4 \pm 0,5^\circ\text{C}$.

Для полученных экстрактов определяли содержание сухого вещества [8] и исследовали химический состав, для чего анализируемые экстракты из створок бобов выпаривали досуха, а затем силилировали N,O-бис(триметилсилил)трифторацетамидом и триметилхлорсиланом в пиридине. Силилированный раствор анализировался на газовом

хроматографе с пламенно-ионизационным детектором (Clarus 500, PerkinElmer); колонки: две параллельные 25 м . 0,20 мм i.d., 0,11 мкм – HP-1 и HP-5; колонка HP-1/SIMDIS – 6-7 м . 0,530 мм, 0,15 мкм. Отдельные компоненты идентифицировались хроматомасс-спектрометрией силилированных образцов на приборе HP 6890-5973, оборудованного аналогичной 25-метровой колонкой HP-1 GC как описано выше. Идентификация основывается на сравнении с соединениями, обнаруженными в спектральных библиотеках, или на ручной интерпретации масс-спектров [9].

Кроме того, для экстрактов определяли рН потенциометрическим методом при комнатной температуре с использованием стеклянного электрода и антиоксидантную активность (АОА) перманганатным методом [10]. В настоящее время известно много различных методов определения антиоксидантной активности. При использовании любого из методов изначально определяют концентрацию стандартного вещества, которое проявляет антиоксидантную активность, а затем – исследуемого образца. Полученные в ходе эксперимента результаты выражают в пересчете на стандартное вещество. Стандартным веществом, как правило, выступают природные антиоксиданты – кверцетин, аскорбиновая кислота, рутин, пирокатехин, эпикатехин, галловая кислота и многие др., либо синтетический тролокс (водорастворимый аналог витамина Е).

Перманганатный метод определения антиоксидантной активности представляет собой способ, основанный на титровании 0,05н раствора перманганата калия в среде 0,24М серной кислоты до обесцвечивания раствора анализируемой пробой. Показателем относительной антиоксидантной активности служит объем образца в миллилитрах, израсходованный на титрование 1 мл 0,05н раствора марганцевокислого калия. Чем меньше расходуется на титрование образца, тем выше его антиоксидантная активность [10].

Содержание общего белка в створках гороха посевного определяли методом Къельдаля [7], клетчатки – методом Кюршнера и Ганека [7], пектиновых веществ – кальций-пектатным методом [61].

Результаты и обсуждения

В ходе проведения экспериментов были получены экстракты из посевного гороха, характеризующиеся кислой средой ($\text{pH} \approx 5,2 \pm 0,01$).

Проведенный хроматографический анализ экстрактов бобовых подтверждает сложный химический состав створок. Результаты анализа химического состава экстрактов представлены в таблице 1.

Следует отметить, что полученные экстракты характеризуются довольно высоким содержанием моносахаридов, следовательно, створки гороха можно рассматривать в качестве возобновляемого источника углеводов, которые в свою очередь можно, к примеру,

использовать для культивирования дрожжей рода *Saccharomyces*, а варьирование рас дрожжей может обеспечить как получение кормового белка, так и биоэтанола.

Таблица 1

Количественный состав экстрактов створок гороха посевного

Компонент	Концентрация, (мг/г)
Глицерин	1,48±0,044
Аспарагиновая кислота	0,93±0,028
2,3-Дигидроксипропановая кислота	0,44±0,013
2,3-Дигидроксипропановая кислота	1,14±0,034
Лимонная кислота	5,36±0,161
Мио-инозитол	5,53±0,166
Моносахариды	352,46±10,574
Дисахариды	73,97±1,320

Кроме того, было определено содержание общего белка 9,4±0,1% (на а.с.в.), клетчатки 18,3±0,3% и общего содержания пектиновых веществ 4,4±0,1% (на а.с.в.).

Результаты анализа антиоксидантной активности экстрактов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Антиоксидантная активность водных экстрактов, полученных из створок гороха

АОА, мг/м (в пересчете на кверцетин)	АОА, мг/мл (в пересчете на аскорбиновую кислоту)
0,385±0,012	2,079±0,062

Анализируя данные, представленные в таблицах 1 и 2, можно сделать вывод о том, что антиоксидантные свойства исследуемых экстрактов обусловлены содержанием органических кислот, а также мио-инозитола.

Так как вода не характеризуется наличием антисептических свойств, то водные экстракты, особенно характеризующиеся высоким содержанием сахаров, очень быстро становятся средой для размножения микроорганизмов, что в свою очередь строго регламентирует их сроки хранения.

В проведенных экспериментах для экстрактов из створок посевного гороха было исследовано изменение антиоксидантной

активности в течение 30 дней при хранении в холодильной камере при температуре $4\pm 2^{\circ}\text{C}$. Контрольными образцами для проверки стабильности водных вытяжек являлись свежеприготовленные экстракты. Установлено, что антиоксидантная активность водных экстрактов из створок гороха за 30 суток снизилась на 41,1% (в пересчете на кверцетин) по сравнению с контрольным свежеприготовленным экстрактом. Следует отметить, что антиоксидантная активность экстрактов остается без изменений в течение 8 суток хранения, затем до 16-х суток антиоксидантная активность снижается незначительно (на 3%).

Заключение

По результатам исследования химического состава створок посевного гороха можно сделать следующие выводы:

1. Отходы переработки и заготовки бобовых культур, такие как створки, могут являться дешевым и возобновляемым источником биологически активных веществ.
2. Исследованные экстракты створок гороха характеризуются высоким содержанием моносахаридов, следовательно, могут найти применение в различных отраслях в качестве легко возобновляемого источника простых углеводов.
3. Полученные экстракты могут быть использованы при создании инновационных пищевых продуктов, поскольку содержат компоненты, которые способны оказывать положительное влияние не только на качество продуктов питания, но и благотворно воздействовать на организм человека.

Список литературы

1. Sagar N., Pareek S. // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2018. V. 17. № 3. P. 512–531.
2. Margier, M. // *Nutrients*. 2018. V. 10. № 11. P. 1668.
3. Sainju, U.M. Whitehead W.F., Singh B.P. // *Agronomy Journal*. 2005. V. 97. № 1403. P. 12.
4. Bagayoko M., Buerkert A., Lung G. // *Plant and Soil*. 2000. V. 218. № 103. P. 16.
5. Daryanto S., Wang L., Jacinthe P. // *PloS one*. 2015. V. 10. № 6. P. 16.
6. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Грядунова Н.В. // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2018. № 2. С. 10.
7. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош, М. И. Иконникова. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.
8. Плотников А.М., Иванюшин Е.А. *Агрохимия*. 2014. С. 76.
9. Smeds A.I., Eklund P.C., Willfor S.M. // *Holzforchung*. 2012. V. 66. P. 283–294.

10. Нилова Л.П., Вытовтов А.А., Камбулова Е.В., Кайгородцева М.С. // Потребительский рынок Евразии: современное состояние, теория и практика в условиях Евразийского экономического союза и ВТО: Сборник статей III Междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2015. С. 118–122.
11. Донченко Л.В. Технология пектинов и пектинопродуктов / Л.В. Донченко. М.: ДеЛи, 2000. 256 с.

Об авторах:

ОРЛОВ Владимир Владимирович – аспирант 3 года обучения ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет» (170026, Тверь, наб. А. Никитина, 22); e-mail: v.v.orlov95@gmail.com

МИХАЙЛОВА Полина Дмитриевна – научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» 170041, Россия, г. Тверь, Комсомольский проспект, 17/56); e-mail: polik_nolik@mail.ru

КОРОТКОВА Екатерина Михайловна – научный сотрудник, Университет Або Академи, Лаборатория химии древесины, г. Турку, Финляндия (Åbo Akademi University, Wood and Paper Chemistry Laboratory, Porthansgatan 3, 20540, Turku, Finland), e-mail: sulman@online.tver.ru

ОЖИМКОВА Елена Владимировна – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры Биотехнологии, химии и стандартизации ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет» (170026, г. Тверь, наб. А. Никитина, 22); e-mail: eozhimkova@mail.ru

ANALYSIS OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF AQUEOUS EXTRACTS OBTAINED FROM PEA SALVAGES

V.V. Orlov¹, P.D. Mikhailova², E.M. Korotkova³, E.V. Ozhimkova¹

¹Tver State Technical University, Tver

²Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver

³ Åbo Akademi University, Turku, Finland

To date, the special attention of many researchers is focused on obtaining biologically active substances from agricultural waste. In the industrial harvesting of legumes, large-tonnage waste is formed in the form of tops and leaves, while the seed yield is only 15-20% of the entire mowed mass of plants. In this paper, a study was made of the chemical composition of aqueous extracts obtained from the pea leaves of the “Sweet Pearls” variety in order to substantiate possible rational methods for processing these plant wastes.

Keywords: extraction, bean shells, chemical composition.