

PAPER

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИРАДИКАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ЭКСТРАКТОВ ШПИНАТА, ЩАВЕЛЯ И БАНАНОВОЙ КОЖУРЫ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ДФПГ

Аскарлов Иброхимжон Рахмонович<sup>1</sup>, Усмонова Гулноза Бахтияровна<sup>2,\*</sup>,  
Тулаков Нурилла Косимович<sup>3</sup>

<sup>1</sup> д-р хим. наук, профессор кафедры химии Андижанского государственного университета, Узбекистан, г. Андижан

<sup>2</sup> независимый исследователь кафедры химии Андижанского государственного университета, Узбекистан, г. Андижан

<sup>3</sup> доцент (PhD) кафедры химии Андижанского государственного университета, Узбекистан, г. Андижан

\* gulnozusmonova1986@gmail.com

### Abstract

Роль многих лекарственных растений в медицине неоценима из-за их целебных свойств, и нет никаких сомнений в том, что шпинат, чертополох и банановые растения не остаются незамеченными людьми с их такими же целебными свойствами. Известно, что лекарственные растения сохраняют в своем составе много витаминов и минералов, в том числе шпинат, растения щавеля также обладают богатым химическим составом. Эти растения содержат витамины, минералы, макро- и микроэлементы, антиоксиданты, а также много органических веществ. Кроме того, одной из задач нашей научно-исследовательской работы становится то, что различные продукты жизнедеятельности по химическому составу могут быть использованы для профилактики и лечения некоторых заболеваний. Соответственно, банановая кожура содержит калий, магний, кальций и другие макро- и микроэлементы, антиоксиданты. Из фенольных соединений известны такие, как рутин, кверцетин, салициловая кислота, галловая кислота, апигенин. Методы и многообещающие результаты определения антирадикальных свойств экстрактов фенхеля, шпината и банановой кожуры, упомянутые выше в этой статье, с помощью метода ДФПГ, описаны в нашей исследовательской работе ниже.

**Key words:** Шпинат (*spinacia*), щавель (*Rumex acetosa*), а также кожура банана (*Musa*), метод ДФПГ, этанол, рутин, кверцетин, салициловая кислота, галловая кислота, апигенин.

Compiled on: December 16, 2025.

Copyright: ©2025 by the authors. Submitted to *Advances in Science and Environment* for possible open access publication under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution \(CC BY\) 4.0 license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

## Введение

Шпинат и щавель издавна широко применяются в народной медицине как целебные растения. Витамины и минералы, содержащиеся в этих растениях, оказывают большое влияние на профилактику и лечение различных заболеваний. Высокое содержание антиоксидантов и фенольных соединений способствует укреплению иммунной системы организма [1,2]. Кроме того, богатый химический состав растительных отходов позволяет использовать их в качестве дополнительного пищевого сырья, не выбрасывая. В частности, банановая кожура также содержит большое количество витаминов и минералов [3].

Цель настоящего исследования – изучить антирадикальные свойства шпината, щавеля и банановой кожуры с помощью метода ДФПГ, а также создать полезную для организма дополнительную пищевую добавку. Ниже представлены результаты экспериментов.

## Экспериментальная часть

### Оценка антирадикальной активности образца методом С.

Обесцвечивание фиолетового раствора 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (ДФПГ) позволяет выявить наличие чистых антиоксидантных соединений, обладающих свойством отдавать атом водорода или электрон. Устойчивый радикал ДФПГ является реагентом, широко применяемым в спектрофотометрических анализах [4]. В данном исследовании использован метод, разработанный Блоисом для оценки способности к ингибированию свободных радикалов ДФПГ, с небольшими модификациями [5,6].

### Приготовление рабочего раствора ДФПГ.

Обесцвечивание фиолетового раствора 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (ДФПГ) позволяет определить наличие атома водорода или некоторых чистых антиоксидантных соединений с электроноакцепторными свойствами.

### Шифрование экстрактов образцов

В мерной колбе объемом 100 мл готовили раствор 7,92 мг DPPH в этаноле, который затем заворачивали в алюминиевую бумагу и хранили в темном месте при комнатной температуре в течение 30 минут.

Подготовка экстрактов образцов. Были приго-

Таблица 1. Кодирование экстрактов образцов

Название растений и полученное соотношение			Образцов номер шифра
Щавель	Шпинат	Банановая кожура	
1	1	1	№1
1	1	2	№2
2	1	1	№3
1	2	1	№4

товлены спиртовые экстракты растений щавеля, шпината и банановой кожуры. Для получения данных экстрактов 1 г растительного материала экстрагировали в 25 мл экстрагента (вода и 96%-ный этанол) в ультразвуковой ванне в течение 20 минут. Полученный экстракт фильтровали через шприцевой фильтр с размером пор 0,45 мкм и использовали для анализа [7].

### Определение антирадикальных свойств образцов.

В кварцевую кювету объемом 4 мл вносили 3 мл раствора ДФПГ и 100 мкл этанола (холостой образец), помещали в спектрофотометр и измеряли оптическую плотность при длине волны 517 нм (D1) каждые 5 минут в течение 30 минут. Измерения проводили на спектрофотометре K7000, произведённом компанией YOKE (Китай). Для оценки антирадикальных свойств исследуемых образцов 25, 50, 75 и 100 мкл образца смешивали с 3 мл раствора DPPH и аналогичным образом измеряли оптическую плотность (D2) при 517 нм. Для доведения общего объема раствора в кювете до 3,1 мл добавляли остаточный объем этанола. Антирадикальная активность образцов рассчитывалась по следующей формуле:

$$ARA = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \cdot 100\%$$

Для расчёта IC<sub>50</sub> — концентрации, ингибирующей раствор DPPH на 50 %, — для каждого опыта строился график зависимости антирадикальной активности (ARA%) на 30-й минуте от объема добавленного водного образца. На график наносилась трендовая линия, и на основе её функции определялось значение IC<sub>50</sub>.

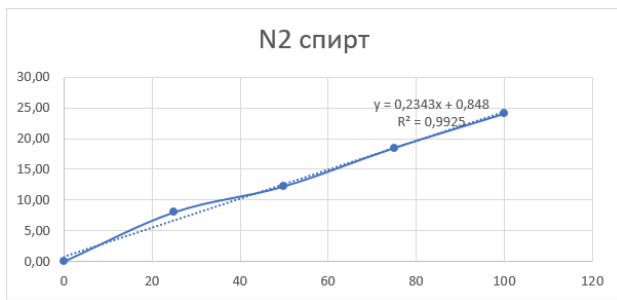


Рис. 1. График зависимости АРА% (антирадикальной активности) от объема спиртового экстракта, определенного на 30-й минуте.

На основе трендовой линии, проведенной по графику, по уравнению функции  $y = mx + b$  был рассчитан объем, соответствующий 50 % антирадикальной активности ( $IC_{50}$ ), по формуле:

$$IC_{50} = \frac{50 - 0,848}{0,2343} = 209,78 \text{ мкл}$$

Измеренные значения оптической плотности и вычисленные показатели антирадикальной активности образцов щавеля, шпината и банановой кожуры, экстрагированных спиртом в соотношении 2:1:1 (№3), добавленных в раствор DPPH.

2- таблица

Объем, мкл	Время, мин.	образцы							
		Абс. D <sub>1</sub>	Абс. D <sub>2</sub>	АРА%	Объем, мкл	Время, мин.	Абс. D <sub>1</sub>	Абс. D <sub>2</sub>	АРА%
25	0	0,881	0,881	0,00	75	0	0,881	0,881	0,00
	5	0,881	0,757	14,07		5	0,881	0,531	39,73
	10	0,881	0,737	16,35		10	0,881	0,497	43,59
	15	0,881	0,725	17,71		15	0,881	0,473	46,31
	20	0,881	0,717	18,62		20	0,881	0,453	48,58
	25	0,881	0,709	19,52		25	0,881	0,436	50,51
	30	0,881	0,703	20,20		30	0,881	0,421	52,21
	50	0	0,881	0,881		0,00	100	0	0,881
5		0,881	0,667	24,29	5	0,881		0,448	49,15
10		0,881	0,641	27,24	10	0,881		0,41	53,46
15		0,881	0,624	29,17	15	0,881		0,382	56,64
20		0,881	0,61	30,76	20	0,881		0,359	59,25
25		0,881	0,599	32,01	25	0,881		0,338	61,63
30		0,881	0,589	33,14	30	0,881		0,321	63,56

Для расчёта  $IC_{50}$  — концентрации, при которой ингибируется 50 % раствора ДФПГ, для каждого эксперимента были построены графики зависимости антирадикальной активности (АРА%) на 30-й минуте от объема добавленных водных образцов и рассчитаны по функции трендовой линии.

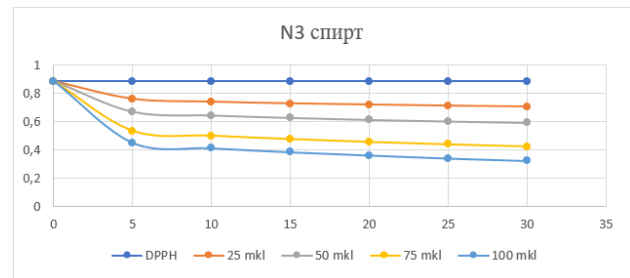


Рис. 2. График изменения оптической плотности растворов спиртовых экстрактов образцов, добавленных в раствор ДФПГ, и контрольного образца.

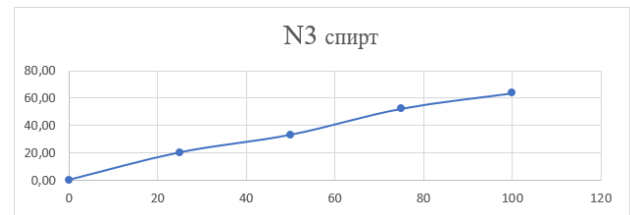


Рис. 3. График зависимости АРА% спиртового экстракта образцов от объема, определенной на 30-й минуте.

Измеренные значения оптической плотности и вычисленные показатели антирадикальной активности образцов щавеля, шпината и банановой кожуры, экстрагированных водой в соотношении 2:1:1 (№3), добавленных в раствор ДФПГ.

3- таблица

Объем, мкл	Время, мин.	образцы							
		Абс. D <sub>1</sub>	Абс. D <sub>2</sub>	АРА%	Объем, мкл	Время, мин.	Абс. D <sub>1</sub>	Абс. D <sub>2</sub>	АРА%
25	0	0,879	0,879	0,00	75	0	0,879	0,879	0,00
	5	0,879	0,805	8,42		5	0,879	0,67	23,78
	10	0,879	0,795	9,56		10	0,879	0,652	25,82
	15	0,879	0,78	11,26		15	0,879	0,622	29,24
	20	0,879	0,769	12,51		20	0,879	0,604	31,29
	25	0,879	0,761	13,42		25	0,879	0,587	33,22
	30	0,879	0,755	14,11		30	0,879	0,578	34,24
	50	0	0,879	0,879		0,00	100	0	0,879
5		0,879	0,739	15,93	5	0,879		0,569	35,27
10		0,879	0,72	18,09	10	0,879		0,544	38,11
15		0,879	0,696	20,82	15	0,879		0,507	42,32
20		0,879	0,68	22,64	20	0,879		0,482	45,16
25		0,879	0,667	24,12	25	0,879		0,461	47,55
30		0,879	0,659	25,03	30	0,879		0,448	49,03

Для расчёта  $IC_{50}$  — концентрации, при которой ингибируется 50 % раствора ДФПГ, для каждого эксперимента были построены графики зависимости антирадикальной активности (АРА%) на 30-й минуте от объема добавленных водных образцов и рассчитаны по функции

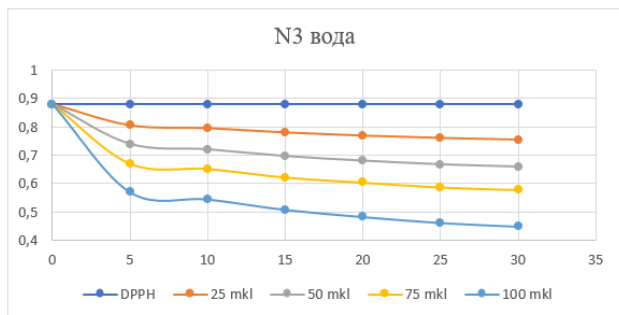


Рис. 4. График изменения оптической плотности растворов водных экстрактов образцов, добавленных в раствор ДФПГ, и контрольного образца.

трендовой линии.

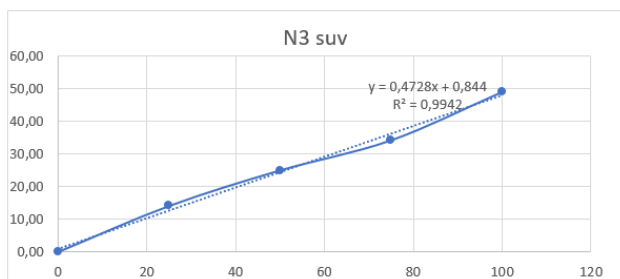


Рис. 5. График зависимости АРА% водного экстракта образцов от объема, определенной на 30-й минуте.

Формула функции линии тренда, перенесенной на график, была рассчитана на основе формулы ( $IC_{50}$ )  $X = (Y - B)/M$ , которая показывает 50 % АРА% от  $y = MX + B$ :

$$IC_{50} = \frac{50 - 0,844}{0,4728} = 103,97 \text{ мкл.}$$

$IC_{50}$  — концентрация, при которой ингибируется 50 % раствора ДФПГ (мкл)

4-таблица

Время	АРА			
	№1 спирт	№2 спирт	№3 спирт	№4 спирт
30-минут	120,85	209,78	75,419	219,98
Время	АРА			
	№1вода	№1вода	№1вода	№1вода
30- минут	197,97	115,03	103,97	154,47

## Выводы

Результаты исследования показывают, что спиртовой и водный экстракты щавеля, шпината и банановой кожуры в соотношении 2:1:1 являются перспективным источником природных антиоксидантов. Можно подчеркнуть,

что приготовленные на основе исследуемых образцов спиртовые и водные экстракты проявили антирадикальную активность. а водный экстракт того же объема за 30 минут — на 49,03 %. Значение  $IC_{50}$  для спиртового экстракта составило 75,419 мкл, а для водного экстракта — 103,97 мкл [7]. Как видно из приведенных выше результатов, соединение, полученное из кожуры ревеня, шпината и банана, демонстрирует свойство активного радикала в качестве эффективного примера из того же нашего исследования [8].

## Список литературы

1. Singh G., Sagar S. Nutritional and antioxidant properties of spinach (*Spinacia oleracea* L.) // Journal of Food Science and Nutrition. – 2019.
2. Ghazghazi H., Saghir S., Marzouk B. Phenolic compounds and antioxidant activities of *Rumex* species // Industrial Crops and Products. – 2012. – Vol. 36. – P. 1–6.
3. Gulcin, I.; Beydemir, S.; Sat, I.G.; Kufrevioglu, O.I. Evaluation of antioxidant activity of cornelian cherry (*Cornus mas* L.). Acta Aliment. Hung. 2005, 34, 193–202.
4. Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity // LWT – Food Science and Technology. – 1995. – Vol. 28(1). – P. 25–30.
5. Blois, M.S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 1958, 181, 1199–1200.
6. Askarov I.R., Muminov M.M., Yusupov M.A. Study of antiradical properties of artichoke (*Cynara scolymus* L.) and milk thistle (*Silybum marianum* L.) vegetable oils. NamDU Ilmiy Axborotnomasi, 2024, 11, p.173–177.
7. Askarov, I. R., Abdullaev, S. S., Mamatkulova, S. A., & Abdulloev, O. S. (2024). Antioxidant activity and elemental composition of mixtures of fig and common unabi fruits. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 3(3), 179–205. <https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss3.2024.320>.

8. Энциклопедия лекарственных растений /  
Электронный ресурс – режим доступа –  
[www.lektrava.uz](http://www.lektrava.uz)