Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 3, Issue 5, 2024 Traditional Medicine

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ КОЖУР ЛИМОНА, ЛАЙМА, МАНДАРИНА И КИВИ

Фаризахон Абдулазиз кизи Алиева
Ферганский государственный университет, Докторант кафедры химии
https://orcid.org/0009-0004-6003-0487
E-mail: aliyevafarizaxon@gmail.com

Шахобидин Хасанбоевич Абдуллаев
Андижанский государственный университет, профессор кафедры химии, доктор химических наук, член Академии «ТАБОБАТ» Узбекистана
https://orcid.org/0000-0002-6069-1785

Барнохон Набиевна Саттарова
Ферганский политехнический институт, Доцент кафедры пищевых технологий, доктор философии по химическим наукам (PhD)
https://orcid.org/0000-0002-6876-7860

Обиджон Шахабидинович Абдуллоев
Андижанский государственный университет, и.о.доцента кафедры химиии, доктор философии по химическим наукам (PhD), член Академии Табобат Узбекистана
https://orcid.org/0000-0003-2289-1273

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss5.2024.94

Ключевые слова:
Кожура цитрусовых, антиоксидантность, адреналин, ингибирование аутоокисления, оптическая плотность

Аннотация
В статье представлены результаты исследований, проведенных с целью оценки антиоксидантной активности кожуры местного лимона сорта «Мейер», иранского лайма, турецких и китайских мандаринов сортов «Нова» и «Мини», а также иранского киви сорта «Хаджиан». Антиоксидантная активность водных экстрактов высушенных при комнатной температуре и измельченных фруктовых кожур измерялась in vitro с использованием метода, основанного на ингибировании реакции автоокисления адреналина. Все исследованные фруктовые кожуры показали высокую антиоксидантную активность, причем установлено что, наибольшей антиоксидантной активностью проявляли кожура лайма и киви.

Как цитировать
Алиева, Ф. А. к., Абдуллаев, Ш. Х., Саттарова, Б. Н., & Абдуллоев, О. Ш. АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ КОЖУР ЛИМОНА, ЛАЙМА, МАНДАРИНА И КИВИ. Журнал химии товаров и народной медицины, 3(5). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss5.2024.94

Введение. Цитрусовые — плоды рода *Citrus L.* семейства *Рутовые*. Это фрукты очень хорошо принимаются потребителями благодаря привлекательному цвету, приятному вкусу, аромату и целебным свойствам. Цитрусовые являются одними из самых выращиваемых фруктов в мире. В последние годы среднегодовое производство этих фруктов в мире составляет около 150 миллионов тонн [1]. Испания, Мексика, Китай, Индия, Бразилия и США — страны, в которых выращивается больше всего цитрусовых, таких как лимоны, лаймы, мандарины, киви, апельсины, грейпфруты.

Фруктовая кожура, являющаяся отходом потребления и переработки этих фруктов, является уникальным источником биологически активных веществ с сильными антибактериальными и антиоксидантными свойствами, таких как флавоноиды, фенольные кислоты и эфирные масла. В качестве примера в таблице 1 сравниваются относительные концентрации фитохимических веществ в кожуре и мякоти плодов мандарина [5, 6, 4].

Таблица 1. Концентрация биологически активных веществ в кожуре и мякоти цитрусовых.

Биологически активное вещество	Цитрусовая цедра	Цитрусовая мякоть	Источник
Гесперидин	111 мг/100 г сырого веса	17 мг/100 г сырого веса	[7]
Лимонен	до 70% эфирные масла	Низкая концентрация	[8]
Витамин С	53 мг/100 г сырого веса	70 мг/100 г сырого веса	[9]
Бета-каротин	0,08 мг/100 г сырого веса	0,11 мг/100 г сырого веса	[10]
Клечатка	15.2 %	7,8 %	[11]
Общие фенольные кислоты	70 мг/100 г сырого веса	24 мг/100 г сырого веса	[12]

Из этой таблицы видно, что в мякоти содержится больше витамина С и каротиноидов, а в кожуре больше других компонентов с антиоксидантными свойствами, в том числе флавоноидов и эфирных масел. Поэтому в большинстве случаев кожура цитрусовых обладает более высокими антиоксидантными свойствами, чем их мякоть. Эти природные органические вещества не только предотвращают образование опасных микробов, но и защищают организм от окислительного стресса, который является причиной ряда хронических заболеваний [2, 3, 4].

Свободные радикалы наносят сильный разрушительный ущерб ДНК, белкам и клеткам, будучи высокореакционноспособными частицами из-за своего неспаренного электрона. Антиоксиданты — это защитные агенты, которые нейтрализуют свободные радикалы и, следовательно, защищает организм от окислительного стресса [13, 14, 15].

В данной статье представлены результаты исследований, проведенных по оценке антиоксидантной активности (АОА) кожуры плодов лимона, лайма, мандарина и киви.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования были взяты кожура местного лимона сорта «Мейер», иранского лайма, турецкого и китайского мандарина сортов «Нова» и «Мини», а также корки плодов иранского киви «Хаджян». Оценка антиоксидантной активности образцов проводилась *in vitro* методом, основываного на ингибировании реакции автоокисления адреналина в условиях [16, 17, 18].

Приготовление пробы: Кожуру отделяли от плодов и сушили при комнатной температуре в прохладном месте на воздухе до постоянной массы. Высушенную кору раздробляли на мелкие кусочки и измельчали на мельнице.

Экстракция образца: 0,75 г образца измельченной кожуры плода кипятили в 50 мл воды в течение 10 минут, экстракт пропускали через шприцевой фильтр с размером пор 0,45 мкм и использовали для измерения АОА.

Измерение антиоксидантной активности экстракта. Для этого в кювете толщиной 10 мм быстро смешивали 3 мл 0,2 М карбонатного буферного раствора (Na_2CO_3 -$NaHCO_3$, pH=10,65) и 0,15 мл 0,18% раствора адреналина тартрата и на спектрофотометре К7000 (YOKE, Китай) измеряли оптическую плотность полученного раствора D_1 при длине волны 347 нм через каждые 30 секунд в течение 10 минут. Затем кювету промывали, высушили и в

ней, таким же образом быстро смешивали 3 мл 0,2 М карбонатного буферного раствора (Na_2CO_3 - $NaHCO_3$, pH=10,65) и 0,15 мл 0,18% раствора адреналина тартрата, дополнительно добавили 0,045 мл отфильтрованного экстракта испытуемого образца и при той же длине волны, точно таким же образом, измерили оптическую плотность D_2 (Таблица 2).

Таблица 2. Значения оптической плотности раствора адреналина в карбонатном буфере без добавления и с добавлением экстракта испытуемого образца, измеренные с течением времени.

Время сек.	Оптическая плотность					
	Адреналин D_1	Иранский киви сорт «Хаджян» D_2	Турецкий мандарин сорта «Нова» D_2	Местный лимон сорта «Мейер». D_2	Иранский лайм D_2	Китайский мандарин сорта «Мини» D_2
0	0,052	0,04	0,042	0,039	0,042	0,044
30	0,088	0,073	0,077	0,071	0,073	0,081
60	0,129	0,103	0,111	0,102	0,104	0,116
90	0,168	0,133	0,145	0,135	0,134	0,151
120	0,207	0,163	0,178	0,167	0,164	0,185
150	0,244	0,192	0,21	0,198	0,193	0,217
180	0,282	0,221	0,241	0,227	0,22	0,249
210	0,319	0,249	0,271	0,256	0,247	0,279
240	0,352	0,275	0,299	0,285	0,272	0,308
270	0,387	0,3	0,325	0,312	0,296	0,334
300	0,417	0,325	0,351	0,337	0,319	0,359
330	0,445	0,348	0,374	0,362	0,339	0,383
360	0,471	0,37	0,395	0,384	0,359	0,405
390	0,496	0,391	0,416	0,405	0,377	0,426
420	0,52	0,41	0,434	0,425	0,394	0,446
450	0,542	0,428	0,451	0,443	0,41	0,463
480	0,561	0,444	0,467	0,459	0,425	0,479
510	0,578	0,46	0,48	0,474	0,437	0,493
540	0,596	0,474	0,493	0,49	0,449	0,505
570	0,612	0,487	0,505	0,501	0,461	0,517
600	0,624	0,498	0,515	0,513	0,471	0,528

Графическое представление результатов, представленных в таблице 2, проиллюстрировано на рисунке 1. Из рисунка видно, что кривые временной зависимости оптической плотности растворов, содержащих адреналин с добавлением водных экстрактов кожур всех исследованных плодов, лежат ниже чем такой кривой для только адреналин содержащего буферного раствора. Это свидетельствует о том, что исследованные кожуры фруктов цитрусовых обладают положительной антиоксидантной активностью.

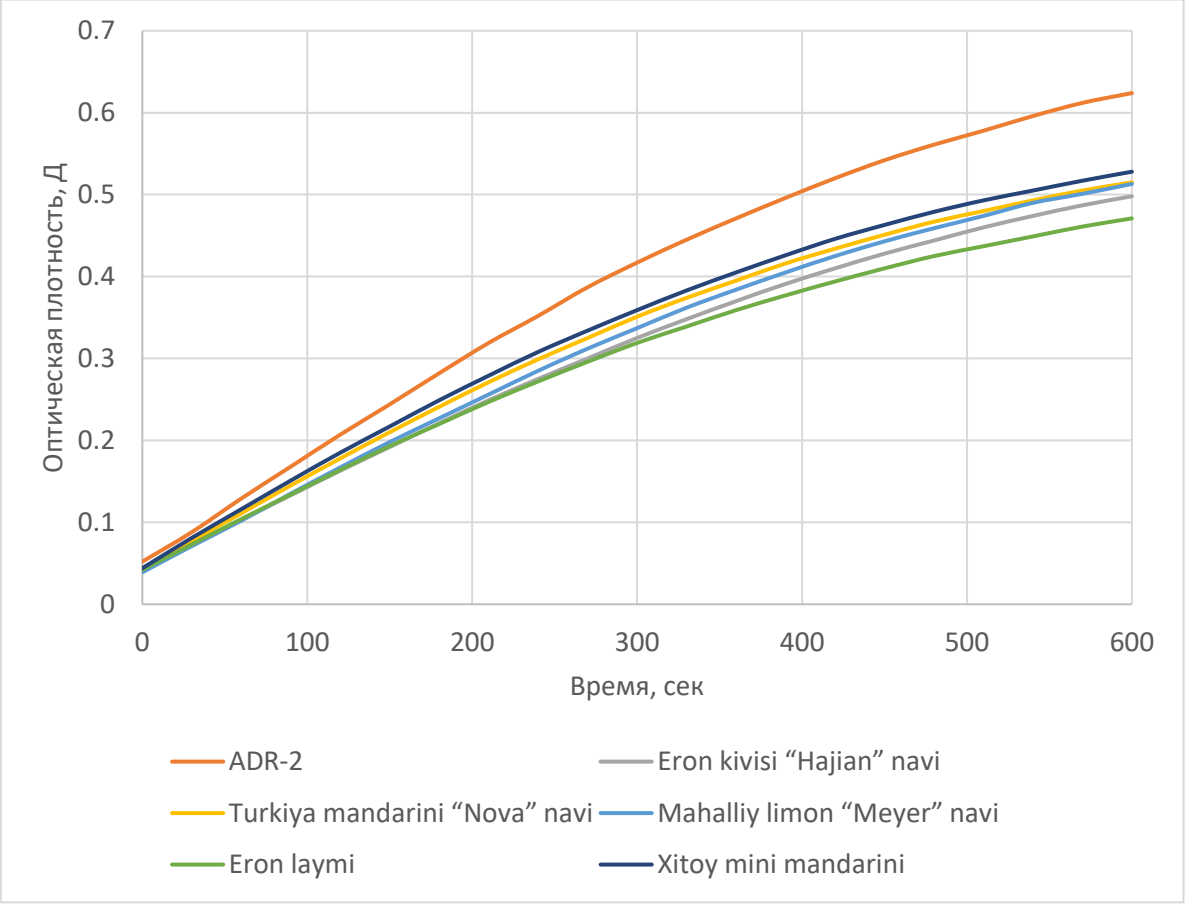


Рисунок 1. Временные зависимости оптических плотностей раствора адреналина в карбонатном буфере без добавления и с добавлением экстракта испытуемого образца при длине волны 347 нм.

Антиоксидантную активность (АОА, %) кожуры плодов рассчитывали по формуле [16, 17, 18] с использованием измеренных оптических плотностей, приведенных в таблице 1:

$$AOA, \% = \frac{(D_1 - D_2) \cdot 100}{D_1}$$

и сведено к таблице 2. Здесь D_1 — оптическая плотность раствора тартрата адреналина в карбонатном буфере без добавления испытуемого образца, D_2 — оптическая плотность такого же раствора с добавлением испытуемого образца.

Таблица 2. Изменение значений антиоксидантной активности (АОА, %) водных экстрактов исследованных кожур цитрусовых во времени и их средние значения.

Время измерения, мин	АОА, %				
	Иранский сорт киви «Хаджян».	Турецкий мандарин «Нова» сорт.	Местный сорт лимона «Мейер».	Иранский лайм	Китайский мини-мандарин.
1	20,2	14,0	20,9	19,4	10,1
3	21,6	14,5	19,5	22,0	11,7
5	22,1	15,8	19,2	23,5	13,9
10	20,2	17,5	17,8	24,5	15,4
Средний	**21,0**	**15,5**	**19,4**	**22,4**	**12,8**

Анализ результатов, представленных в таблице 2, показывает, что показатель АОА иранского киви и кожуры местного лимона не меняется с течением времени (изменение на 1-1,5%), в то же время антиоксидантная способность турецкого и китайского мандаринов и кожуры иранского лайма незначительно увеличивается (на 4-5%). Все исследованные кожуры фруктов проявляют достаточно высокую антиоксидантную активность. Кожура китайского мандарина имеет среднюю АОА 12,8%, тогда как иранский лайм и киви показывают почти вдвое большую АОА.

Заключение. На основании оценки антиоксидантной активности водных экстрактов кожуры плодов местного лимона сорта «Мейер», иранского лайма, турецкого и китайского мандаринов сортов «Нова» и «Мини» и иранского киви «Хаджян» в условиях *in vitro* с использованием метода, основанного на ингибировании реакция автоокисления адреналина, установлено, что все испытуемые кожура цитрусовых проявляют высокую антиоксидантная активность. Среди них кожуры плодов лайма и киви обладают наибольшей активностью. Полученные результаты служат основой для разработки новых лекарственных пищевых добавок из кожуры этих плодов.

Литература

1. Javed, M., Verma, S., Pandey, S. (2024). Comparative analysis of antioxidant and antimicrobial properties of citrus peels and its importance: A review. The Pharma Innovation. 13 (9). -P. 24-31.
2. Xi W., Zhang Y., Sun Y., Shen Y., Ye X., Zhou Z. Phenolic composition of Chinese wild mandarin (Citrus reticulata Blanco.) pulps and their antioxidant properties.Industrial Crops and Products. 2014; 52. -P.466-474.
3. Contreras-Calderón J., Calderón-Jaimes L.S., Guerra-Hernández E., García-Villanova B. Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. Food Research International. 2011; 44(7). -P.2047-2053.
4. Zhang J. Flavonoids in Grapefruit and Commercial Grapefruit Juices: Concentration, Distribution, and Potential Health Benefits. Available from: https://www.semanticscholar.org/paper/Flavonoids-in-Grapefruit-and-Commercial-Grapefruit-Zhang/a9cb0361b309890d2497b84d019819a756979f32.
5. Bocco A., Cuvelier M.E., Richard H., Berset C. Antioxidant activity and phenolic composition of citrus peel and seed extracts. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1998;46(6). -P.2123-2129.
6. Lota M.L., de Rocca Serra D., Tomi F., Jacquemond C., Casanova J. Chemical variability of peel and leaf essential oils of mandarins from Citrus reticulata Blanco. Biochemical Systematics and Ecology. 2001; 29(1). -P.77-104.
7. Dhuique-Mayer C., Carail M., Tbatou M., Dornier M. Thermal degradation of antioxidant micronutrients in citrus juice: kinetics and newly formed compounds. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2005; 53(11). -P.4281-4286.
8. Mouly P.P., Gaydou E.M., Auffray A. Simultaneous separation of flavanone glycosides and polymethoxylated flavones in citrus juices using liquid chromatography. Journal of Chromatography A. 1999; 800(2). -P.171-179.
9. Khan M.K., Abert-Vian M., Fabiano-Tixier A.S., Dangles O., Chemat F. Ultrasound-assisted extraction of polyphenols (flavanone glycosides) from orange (Citrus sinensis L.) peel. Food Chemistry. 2010; 119(2). -P.851-858.
10. Gorinstein S., Martin-Belloso O., Park Y.S., Haruenkit R., Lojek A., Ciz M., Caspi A., et al. Comparison of some biochemical characteristics of different citrus fruits. Food Chemistry. 2001;74(3). -P.309-315.
11. Zou Z., Xi W., Hu Y., Nie C.Y., Zhou Z.. Antioxidant activity of Citrus fruits. Food

Chemistry. 2016;196. -P.885-896..
12. González-Molina E., Domínguez-Perles R., Moreno D.A., García-Viguera C.. Natural bioactive compounds of Citrus limon for food and health. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. 2010; 51(2). -P.327-345.
13. Saleem M., Durani A.I., Asari A., Ahmed M., Ahmad M., Yousaf N., et al. Investigation of antioxidant and antibacterial effects of citrus fruits peels extracts using different extracting agents: Phytochemical analysis with in silico studies. Heliyon. 2023; 9(4).
14. Singh B., Singh J.P., Kaur A., Singh N. Phenolic composition, antioxidant potential and health benefits of citrus peel. Food Research International. 2020; 132. -P.109114.
15. Liu Z., Wang P., Liu C., Tang X. Flavonoid profiles in the pulp of different lemon cultivars and their antioxidant activity based on UPLC–Q–TOF–MS. Molecules. 2024; 29(15). -P.3464.
16. Рябинина Е.И., Зотова Е.Е., Ветрова Е.Н., Пономарева Н.И. и др. Новый подход в оценке антиоксидантной активности растительного сырья при исследовании процесса аутоокисления адреналина // Химия растительного сырья. 2011. № 3. С. 117–121.
17. Черноусова О.В., Кривцова А.И., Кучменко Т.А. Определение антиоксидантной активности белого чая. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018;80(1). -P.133-139. https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-133-139.
18. Askarov, I. R., Abdullaev, Sh. Sh., Mamatkulova, S. A., Abdulloev, O. Sh. Antioxidant activity and elemental composition of mixtures of fig and common unabi fruits. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine. 3(3). -P.179–205. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss3.2024.320.
19. Mehl, F., Marti, G., Boccard, J., Debrus, B., Merle, P., Delort, E., et al. (2014). Differentiation of lemon essential oil based on volatile and non-volatile fractions with various analytical techniques: A metabolomic approach. Food Chemistry, 143. -P.325-335. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.125.
20. Zou Z., Xi W., Hu Y., Nie C., Zhou Z. Antioxidant activity of Citrus fruits. Food Chemistry. 2016; 196. -P.885-896.
21. Xi W., Fang B., Zhao Q., Jiao B., Zhou Z. Flavonoid composition and antioxidant activities of Chinese local pummelo (Citrus grandis Osbeck.) varieties. Food Chemistry. 2014;161. -P.230-238.
22. Borghi S.M., Pavanelli W.R. Antioxidant compounds and health benefits of citrus fruits. Antioxidants. 2023; 12(8). -P.1526.