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

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ И ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ СМЕСЕЙ ПЛОДОВ ИНЖИРА И УНАБИ ОБЫКНОВЕННОГО

Ибрагим Рахманович Аскаров
Андижанский государственный университет, профессор кафедры химии, доктор химических наук, Заслужанный изобретатель Узбекситана, председатель Академии ТАБОБАТ Узбекистана
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Шарофиддин Шахобиддин угли Абдуллаев
Ферганский государственный университет, Базовый докторант кафедры химии
https://orcid.org/0009-0009-9660-3001

Сурайёхон Абдусаматовна Маматкулова
Ферганский государственный университет, Заведующий кафедрой химии, доктор философии по химическим наукам, доцент
https://orcid.org/0000-0003-0363-9427

Обиджон Шахабидинович Абдуллоев
Андижанский государственный университет, и.о.профессора кафедры химиии, доктор химических наук (DSc), член Академии Табобат Узбекистана
https://orcid.org/0000-0003-2289-1273
E-mail: obidjon1987@mail.ru

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss3.2024.320

Ключевые слова:
Ficus carica L., Zizifus jujube Mill., антиоксидант, пищевая добавка, элементный состав

Аннотация

В данной статье изучена антиоксидантная активность плодов инжира (Ficus carica L.) и унаби (Zizifus jujube Mill.), произрастающих в Ферганской долине, и их смесей в разных пропорциях. По результатам эксперимента водный экстракт плодов унаби и черного инжира в соотношении 1:1 показал способность сильно ингибировать реакцию автоокисления адреналина in vitro и проявил наибольшую антиоксидантную активность. Эта смесь была рекомендована к использованию в качестве новой лечебной пищевой добавки и получила предварительное название «Аскарун». В результате определения количества 46 макро- и микроэлементов в пищевой добавке «Аскарун» методом ИСП-ОЭС было показано, что имеется множество минеральных веществ, полезных для здоровья человека. Установлено, что концентрация макро- и микроэлементов в разработанной пищевой добавке существенно ниже предела их токсичности или установленной предельно допустимой концентрации.

Как цитировать

Аскаров, И. Р., Абдуллаев, Ш. Ш. у., Маматкулова, С. А., & Абдуллоев, О. Ш. АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ И ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ СМЕСЕЙ ПЛОДОВ ИНЖИРА И УНАБИ ОБЫКНОВЕННОГО. Журнал химии товаров и народной медицины, 3(3). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss3.2024.320

На сегодняшний день мы наблюдаем рост хронических заболеваний, таких как сердечно-сосудистые заболевания, гипертоническая болезнь, диабет, различные формы рака

во всем мире [1]. Одной из основных причин этого является усиление окислительного стресса в организме человека [2]. В нормальном состоянии организма уровни активных форм кислорода (АФК) и других радикалов, являющихся побочными продуктами метаболизма в клетке или межклеточной среде, поддерживаются на низком уровне различными ферментативными и неферментативными каталитическими системами. [3]. Нарушение баланса между антиоксидантами и прооксидантами в организме приводит к обострению окислительного стресса [1]. Основным способом поддержания этого баланса является включение в ежедневный рацион человека фруктов и специй, богатых антиоксидантами, или лечебных пищевых добавок на их основе.

Антиоксиданты – это соединения, которые замедляют, контролируют или предотвращают процессы окисления, приводящие к возникновению и развитию дегенеративных заболеваний, даже если они присутствуют в пищевых продуктах или в организме человека в очень низких концентрациях [4]. Разработаны спектрофотометрические, гравиметрические, титриметрические, амперометрические, хроматографические методы оценки антиоксидантной активности (АА) частей растений [5] [6] [7] [8].

Плоды инжирного (*Ficus carica L.*) и унаби обыкновенного (*Zizifus jujube Mill.*) деревьев с древнейших времен широко используются человеком не только как вкусный и питательный продукт, но и как природное лечебное лекарство, поскольку содержат антиоксидантные вещества [9] [10] [11] [12] [13]. Фенольные соединения, витамины, флавоноиды, каротины, дубильные вещества, ненасыщенные органические кислоты и даже некоторые микроэлементы в этих плодах придают им высокую антиоксидантную активность[14][15][16][17][18].

Цель работы. Путем оценки антиоксидантной активности плодов инжира и унаби, выращенных в Ферганской долине Узбекистана, разработана лекарственная добавка к пище на основе смеси этих плодов и определено количество макро- и микроэлементов в созданной добавке.

Материалы и методы.

Используемые реактивы. В исследованиях использовали бидистиллированную воду из реагентов марки «Химически чистая».

Получение экстрактов. Для приготовления навески сухофрукты измельчали в блендере, 0,75 г растительной навески из фракции 0,1-0,2 мм просеивали и кипятили в 50 мл воды в течение 10 минут. Полученный водный экстракт охлаждали до комнатной температуры, пропускали через шприцевой фильтр с размером пор 0,45 мкм и использовали для анализа.

Определение антиоксидантной активности. Для оценки показателя АА плодов инжира желтого Ферганской долины, инжира черного и унаби, а также смесей этих плодов использовали метод ингибирования реакции автоокисления адреналина in vitro [7] [8]. Для этого к 3 мл 0,2 М карбонатного (Na_2CO_3-$NaHCO_3$, pH=10,65) буферного раствора добавили 0,15 мл 0,18% раствора тартрата адреналина и сразу смешали с BK-UV1800 толщиной 10 мм (Biobase, Китай). заливали в кювету спектрофотометра и измеряли оптическую плотность D_1 смеси с адреналином при длине волны 347 нм через 1, 3, 5 и 10 минут. Затем таким же образом к смеси 3 мл буфера и 0,15 мл 0,18% раствора адреналина тартрата в кювете спектрофотометра добавляли 0,045 мл исследуемого фруктового экстракта и сразу перемешивали, измеряя оптическую плотность образца. смесь (D_2) измеряли при длине волны и времени, указанных выше).

Антиоксидантную активность исследуемого образца рассчитывали в процентах (АА%) по ингибированию процесса аутоокисления адреналина в буферной среде по следующей формуле:

$$AOF\% = \frac{(D_1 - D_2) \cdot 100}{\mathrm{D_1}}$$

Приготовление стандартных растворов для анализа оптико-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ОЭС ИСП). Стандартные растворы элементов с концентрацией 500 мкг/л, 100 мкг/л и 10 мкг/л готовили из исходного стандартного раствора смеси солей 53 элементов с концентрацией 10 мг/л каждая (Highpuritystandards, США). Спектрографическая чистота 2 %. Готовят разбавлением раствором HNO3. Площадь поверхности конкретной области поглощения каждого элемента, измеренную на соответствующей длине волны в спектре излучения этих стандартных растворов, измеряли 5 раз и строили градуированный график для каждого элемента с использованием их среднего значения. В качестве стандарта нулевой концентрации использовали сверхчистую воду. Точность этих графиков уровня, построенных для определения концентраций элементов в аналитическом растворе пробы, оценивалась по близости значения его коэффициента детерминации R^2 к 1 [7].

Приготовление раствора пробы для определения элементов методом ОЭС ИСП. Сначала путем сжигания образца получили его золу, свободную от органических соединений. Для этого 1,000 г высушенного и измельченного образца помещали в фарфоровый тигель и обжигали в муфельной печи (Nabertherm, Германия). Температуру печи сначала повышали до 500°C со скоростью 100°C/час, затем поддерживали при этой температуре в течение 5 часов. Полученную золу в тигле охладили до комнатной температуры, добавляли 6 мл концентрированной HNO_3 класса ICP-MS и 2 мл 60% H_2O_2 и нагревали на горячей плите в вытяжном шкафу до тех пор, пока не переставали образовываться белые пары. Охлажденный раствор переносили в полипропиленовую мерную колбу емкостью 100 мл и заполнили сверхчистой водой. Этот рабочий раствор фильтровали с использованием шприцевого фильтра с размером пор 0,22 мкм и использовали для анализа.

Элементный анализ методом ОЭС ИСП проводили на оптико-эмиссионном спектрометре iCAP PRO X Duo ICP-OES (Thermo Fisher Scientific, США) с индуктивно-связанной плазмой. Выбор оптимальных параметров метода, анализы и обработка результатов анализа проводили в программном обеспечении QTegra ISDS. Параметры анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры метода анализа.

Параметры	**Настройки**	
Трубка насоса	Для образца Tygon® желтый/белый	Для дренажа Tygon ® белый/белый
Скорость насоса	30 об/мин	
Камера спрея	Стекло циклоническое	
Небулайзер	Стакан концентрический	
Поток газа в небулайзере	0,6 l·мин$^{-1}$	
Поток охладительного газа	12,5 l·мин$^{-1}$	
Поток дополнительного газа	0,5 l·мин$^{-1}$	
Центральная трубка	2 мм	
Мощность RF	1150 Вт	
Повторность	5 раз	
Время анализа	Аксиальный	Радиальный
	15 сек	15 сек

Полученные результаты и их обсуждение.

Оценка антиоксидантной активности. В табл. 2 приведены процентные показатели АА водных экстрактов инжира, плодов унаби обыкновенного и их смесей в различных определенных нами соотношениях.

Таблица 2. Показатели АА% водных экстрактов инжира, плодов унаби обыкновенного и их смесей в разных пропорциях в разное время.

Образец (соотношение смеси)	АА, %				
	1 мин	3 мин	5 мин	10 мин	Среднее
Желтый инжир	9,92	9,33	10,32	1,64	7,81
Черный инжир	19,85	18,13	18,55	9,65	16,54
Унаби обыкновенный	21,37	22,67	23,06	13,14	20,06
Унаби+желтый инжир (1:1)	-29,01	-21,07	-13,55	-5,54	-17,29
Унаби+желтый инжир (1:3)	-23,66	-13,87	-11,29	-3,90	-13,18
Унаби+желтый инжир (3:1)	-12,98	-7,47	-3,06	0,72	-5,70
Унаби +черный инжир (1:3)	7,63	7,73	6,61	0,31	5,57
Унаби+черный инжир (3:1)	15,27	12,00	9,52	2,36	9,79
Унаби + черный инжир (1:1)	**27,48**	**22,40**	**21,94**	**12,42**	**21,06**

Анализ значений, представленных в таблице 1, показывает, что антиоксидантная активность черного инжира, выращенного в Узбекистане, выше, чем у желтого инжира, а значение АА% унаби обыкновенного сильнее по сравнению с ними. При сравнении показателей АА% фруктовых смесей антиоксидантная активность смеси унаби и желтого инжира значительно ниже, чем у смеси унаби и черного инжира. Среди смесей унаби и черного инжира в разных массовых соотношениях водный экстракт этих плодов в соотношении 1:1 показал способность сильно ингибировать реакцию автоокисления адреналина in vitro и проявил наибольшую антиоксидантную активность.

На основании полученных результатов мы рекомендуем использовать в качестве новой лечебной пищевой добавки смесь черного инжира с наибольшей антиоксидантной активностью в весовом соотношении 1:1 и условно назвать эту пищевую добавку «Аскарун».

Определение количества макро- и микроэлементов в пищевой добавке «Аскарун». Хроматографическое измерение концентрации каждого элемента в экстракте повторяли 5 раз. В качестве примера в таблице 3 приведены результаты измерения его концентрации в экстракте в мкг/л 5 раз (Xi), их среднее значение ($\bar{X}$), значение стандартного отклонения (SD) и значение относительного стандартного отклонения (RSD, %). при определении фосфора).

Таблица 3. Результаты повторных измерений (Xi) элемента фосфора в экстракте «Аскарун», их среднее значение, стандартное отклонение (SD) и относительное стандартное отклонение (RSD, %).

Образец	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	$\bar{\bar{X}}$	SD	$RSD, \%$
Аскарун	36365,2	36577,9	36719,1	36778,3	37333,3	36754,7	±360,4	0,98

Значения стандартного отклонения и относительного стандартного отклонения рассчитывались по следующим формулам:

$$SD = \sqrt{\frac{1}{k-1} \cdot \sum_{i=1}^{k} (X_i - \bar{X})^2} \ ;$$

$$RSD = \frac{SD}{\bar{X}} \cdot 100\% .$$

Небольшие значения SD и RSD подтверждают высокую точность результатов хроматографического анализа.

В таблице 4 представлены результаты исследования определенного нами количества макро- и микроэлементов в 100 г пищевой добавки «Аскарун». Как видно из этой таблицы, значения коэффициента точности R^2 [7] [9] градуированных графов определения количества каждого элемента близки к 1, что обеспечивает соответствие количества элементов найдено с высокой точностью.

Таблица 4. Результаты определения количества макро- и микроэлементов в 100 г пищевой добавки «Аскарун».

№	Элемент	Длина волны, λ	Градиентное разрешение графики,R^2	Сумма ± стандартное отклонение SD, мг	Относительное стандартное отклонение RSD, %	Токсическая граница, мг/сутки или разрешенная мксимальная концентрация**, мг/кг
1.	Ag	328,068	0,9999975	0,013 ± 0,003	22.8	
2.	Al	308,215	0,9940845	3,580 ± 0,053	1.48	2
3.	Au	242,795	0,9998880	0,023 ± 0,004	15.9	
4.	B	249,773	0,9998768	0,660 ± 0,015	2.3	
5.	Ba	455,403	0,9999970	0,171 ± 0,001	0.6	
6.	Be	313,042	0,9999729	0,012 ± 0,000	1.3	
7.	Bi	223,061	0,9999639	0,077 ± 0,022	29.2	
8.	Ca*	393,366	1,0000000	22,885 ± 0,111	0.5	
9.	Cd	228,802	0,9999686	0,011 ± 0,001	8.0	0,03**
10.	Ce	413,765	1,0000000	1,626 ± 0,009	0.5	0,5**
11.	Cr	283,563	0,9999253	0,248 ± 0,004	1.5	5
12.	Cs	852,113	1,0000000	5,204 ± 0,155	3.0	
13.	Cu	324,754	0,9999860	0,387 ± 0,002	0.6	5**

14.	Eu	381,967	0,9999868	0,013 ± 0,001	7.8	
15.	Fe	259,940	0,9999484	3,510 ± 0,051	1.5	15**
16.	Ge	265,118	0,9999004	0,027 ± 0,011	39.9	
17.	Ho	345,600	0,9999823	0,024 ± 0,002	7.7	
18.	Ir	224,268	0,9997074	0,057 ± 0,002	3.5	
19.	K*	766,490	0,9991428	868,877 ± 9,775	1.1	
20.	La	333,749	0,9998696	0,030 ± 0,003	8.6	
21.	Li	670,776	0,9999011	0,336 ± 0,004	1.2	200
22.	Lu	261,542	0,9999100	0,025 ± 0,000	1.4	
23.	Mg*	279,553	1,0000000	48,232 ± 0,304	0.6	
24.	Mn	257,610	0,9999877	0,328 ± 0,002	0.7	40
25.	Mo	202,030	0,9999978	0,018 ± 0,003	19.6	
26.	Na*	589,592	0,9970962	18,281 ± 0,171	0.9	
27.	Nb	309,418	0,9995778	0,017 ± 0,004	23.5	
28.	Nd	378,425	0,9997293	0,238 ± 0,040	17.0	
29.	Ni	221,647	0,9999441	0,145 ± 0,003	2.3	20
30.	P	178,766	0,9970637	367,547 ± 3,604	1.0	
31.	Pb	220,353	0,9999989	0,017 ± 0,004	23.9	
32.	Rb	477,595	1,0000000	1,956 ± 0,085	4.4	0,3**
33.	Re	227,525	0,9999794	0,067 ± 0,019	29.2	
34.	Ru	267,876	0,9999788	0,022 ± 0,000	1.9	
35.	Sc	361,384	0,9999188	2,242 ± 0,019	0.8	
36.	Si	251,611	1,0000000	2,170 ± 0,012	0.5	500
37.	Sr	407,771	0,9999026	1,126 ± 0,030	2.7	

38.	Te	238,578	1,0000000	0,497 ± 0,052	10.5	
39.	Th	283,231	0,9995857	0,111 ± 0,021	18.7	
40.	Ti	334,941	0,9998597	0,112 ± 0,003	2.9	
41.	Tm	342,508	0,9999997	0,017 ± 0,001	5.0	
42.	V	309,311	0,9998258	0,049 ± 0,002	4.4	
43.	Y	371,030	0,9998161	0,032 ± 0,001	1.6	
44.	Yb	328,937	0,9999057	0,027 ± 0,000	1.2	
45.	Zn	213,856	0,9999748	0,883 ± 0,005	0.6	600
46.	Zr	343,823	0,9998774	0,013 ± 0,002	12.4	

Значения SD отклонения от их среднего значения для каждого значения аналитического определения, представленные в таблице 4, являются удовлетворительно низкими. Это подтверждается небольшим значением относительного стандартного отклонения (RSD). Значения RSD для таких элементов, как Ag, Au, Bi, Ge, Ho, La, Mo, Nb, Pb, Re, Te, Th, Zr, велики, а полученные результаты в пищевой смеси обусловлены очень малым количеством этих элементов, это объясняется тем, что она находится на уровне случайной погрешности хроматографического анализа.

Сравнение количества макро- и микроэлементов, обнаруженных нами в составе пищевой добавки «Аскарун», представленной в таблице 4, с нормами, установленными органами здравоохранения [19] [20]. Количество элементов в исследуемом образце показывает, что значительно ниже показателей токсичности**.**

При этом содержание макро- и микроэлементов в разработанной пищевой добавке представляет большой интерес с точки зрения ее полезности для организма человека. Из 12 макроэлементов нам удалось идентифицировать K, P, Na, Mg и Ca. На рисунках 1 сравнивается количество макронутриентов, обнаруженных в исследуемой пищевой добавке.

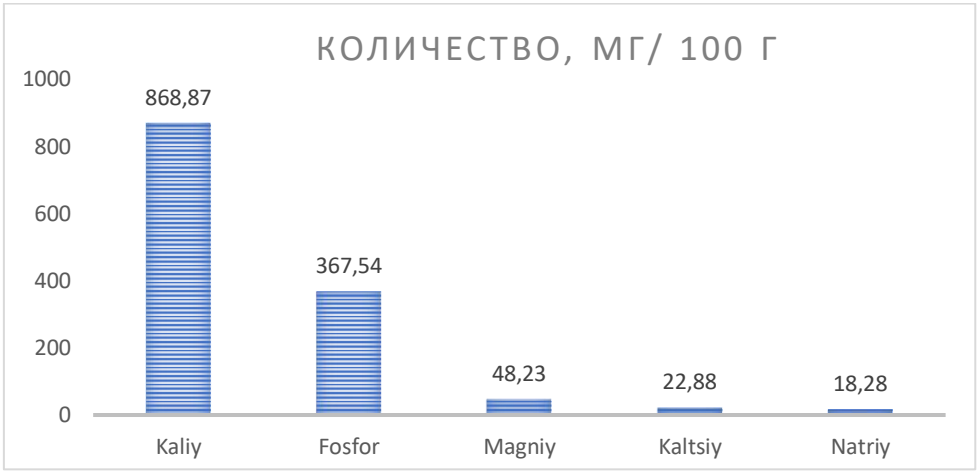


Рисунок 1. Количество макроэлементов в пищевой добавке «Аскарун».

Из рисунка 1 видно, что пищевая добавка «Аскарун» очень богата калием и фосфором. Известно [21] [22] [23], что натрий и калий поддерживают постоянный объем внеклеточной жидкости и возбудимость клеточных мембран. Суточная физиологическая потребность в натрии и калии одинакова для детей - 600 - 1700 мг в сутки, а для взрослых - 1200 - 2300 и 1800 - 5000 мг соответственно [23]. Физиологическая потребность в фосфоре составляет 1600-2000 мг для взрослых, 3000-3800 мг для беременных и кормящих женщин, 1500-2500 мг для детей [23].

Из 19 жизненно важных (эссенциальных) микроэлементов нам удалось с удовлетворительной достоверностью идентифицировать в составе пищевой добавки «Аскарун» 13 элементов. Их миллиграммовые количества в 100 г пищевой добавки сопоставлены на рисунке 2.

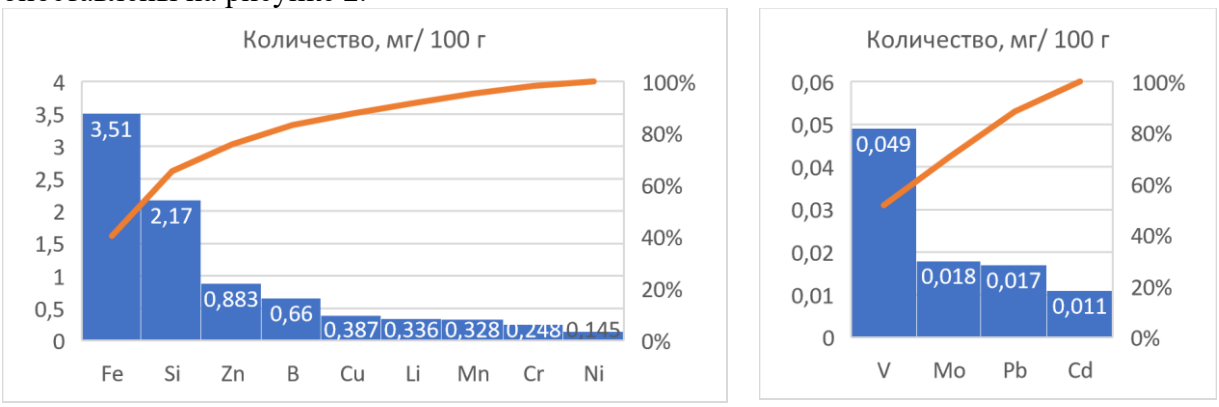


Рисунок 2. Сравнительное сравнение количества жизненно важных микроэлементов в пищевой добавке «Аскарун».

Заключение. Оценка автоокисляющей активности инжира желтого, инжира черного и плодов унаби обыкновенного, произрастающих в Узбекистане, и их смесей в различных пропорциях методом ингибирования автоокисления адреналином показывает, что антиоксидантная активность инжира черного выше, чем инжира желтого, и по сравнению с ними. значение АА% унаби обыкновенного было сильнее. При сравнении показателей АА% плодовых смесей наибольшую антиоксидантную активность проявила смесь унаби обыкновенного и черного инжира в соотношении 1:1. На этом основании смесь унаби обыкновенного и инжира черного в весовом соотношении 1:1 было рекомендовано к использованию в качестве новой лечебной пищевой добавки и условно названо «Аскарун».

В результате определения количества 46 макро- и микроэлементов в пищевой добавке «Аскарун» методом ОЭС-ИСП было показано, что имеется множество минеральных веществ, полезных для здоровья человека. Установлено, что концентрация макро- и микроэлементов в

разработанной пищевой добавке существенно ниже предела их токсичности или установленной предельно допустимой концентрации. В то же время тот факт, что это соединение полезно для здоровья человека, определяет, что оно является перспективным инструментом для медицины. Полученные в работе экспериментальные данные служат для организации сбалансированного питания здорового человека и профилактики заболеваний, связанных с питанием.

Литературы:

1. Rahal A, Kumar A, Singh V, Yadav B, Tiwari R, Chakraborty S, Dhama K. Oxidative stress, prooxidants, and antioxidants: the interplay. Biomed Res Int. 2014;2014:761264. doi: 10.1155/2014/761264. Epub 2014 Jan 23. PMID: 24587990; PMCID: PMC3920909..

2. Pizzino G, Irrera N, Cucinotta M, Pallio G, Mannino F, Arcoraci V, Squadrito F, Altavilla D, Bitto A. Oxidative Stress: Harms and Benefits for Human Health. Oxid Med Cell Longev. 2017;2017:8416763. doi: 10.1155/2017/8416763. Epub 2017 Jul 27., "PMID: 28819546; PMCID: PMC5551541.".

3. Vona R, Pallotta L, Cappelletti M, Severi C, Matarrese P. The Impact of Oxidative Stress in Human Pathology: Focus on Gastrointestinal Disorders. Antioxidants. 2021; 10(2):201. https://doi.org/10.3390/antiox10020201.

4. Shahidi F., Zhong Y. Measurement of antioxidant activity. J. Funct. Foods. 2015;18:757–781. doi: 10.1016/j.jff.2015.01.047. [CrossRef] [Google Scholar].

5. Munteanu IG, Apetrei C. Analytical Methods Used in Determining Antioxidant Activity: A Review. Int J Mol Sci. 2021 Mar 25;22(7):3380. doi: 10.3390/ijms22073380. .

6. Moharram H.A., Youssef M.M. Methods for Determining the Antioxidant Activity: A Review. Alex. J. Food Sci. Technol. 2014;11:31–42. [Google Scholar].

7. 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..

8. Черноусова О.В., Кривцова А.И., Кучменко Т.А. Определение антиоксидантной активности белого чая. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018;80(1):133-139. https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-133-139.

9. Асқаров И.Р. Табобат қомуси. Т.: "Мумтоз сўз". – 2019. – Б. 1142. .

10. Асқаров И.Р. Сирли табобат. – Т.: Фан ва технологиялар нашриёт-матбаа уйи. 2021. – Б.1084..

11. Fazel, M.F. et all . Physicochemistry, Nutritional, and Therapeutic Potential of Ficus carica – A Promising Nutraceutical. Drug Des Devel Ther. 2024;18:1947-1968. https://doi.org/10.2147/DDDT.S436446.

12. Cai, W.; Zhuang, H.; Wang, X.; Fu, X.; Chen, S.; Yao, L.; Sun, M.; Wang, H.; Yu, C.; Feng, T. Functional Nutrients and Jujube-Based Processed Products in Ziziphus jujuba. Molecules 2024, 29, 3437. https://doi.org/10.3390/molecules29143437.

13. Ali H, Monga J, Gupta L, et al. Antioxidant potential of Ficus carica by the DPPH free radical method: in vitro analysis. Orient J Chem. 2009;25:257-260..

14. Benmaghnia S, Meddah B, Tir-Touil A, et al. Phytochemical analysis, antioxidant and antimicrobial activities of three samples of dried figs (ficus carica l.) from the region of mascara. J Microbiol Biotechnol Food Sci. 2019;9:208-215., "doi:10.15414/jmbfs.2019.9.2.208-215".

15. Mahmoudi S, Khali M, Benkhaled A, et al. Phenolic and flavonoid contents, antioxidant and antimicrobial activities of leaf extracts from ten Algerian Ficus carica L. varieties. Asian Pac J Trop Biomed. 2016;6:239-245. doi:10.1016/j.apjtb.2015.12.010.

16. Amessis-Ouchemoukh N, Ouchemoukh S, Meziant N, et al. Bioactive metabolites involved in the antioxidant, anticancer and anticalpain activities of Ficus carica L. Ceratonia siliqua L. and Quercus ilex L. extracts. Ind Crops Prod. 2017;95:6-17., "doi:10.1016/j.indcrop.2016.10.007".

17. Marrelli M, Menichini F, Statti GA, et al. Changes in the phenolic and lipophilic composition, in the enzyme inhibition and antiproliferative activity of Ficus carica L. cultivar Dottato fruits during maturation. Food Chem Toxicol. 2012;50:726-733., "doi:10.1016/j.fct.2011.12.025".

18. Kamiloglu S, Capanoglu E. Polyphenol content in figs (Ficus carica L.): effect of sun-drying. Int J Food Prop. 2015;18:521-535. doi:10.1080/ 10942912.2013.833522.

19. 10. Гигиенические требования по применению пищевых Добавок: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. — М.: Федеральной центр .- 417 с. https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293834/4293834154.pdf. .

20. 11. Озиқ-овқат маҳсулотлари хавфсизлигининг гигиеник нормативлари. №0366-19-сонли СанҚваМ. Расмий нашр.Тошкент-2019.-330 б. .

21. Скальный А.В. Микроэлементы: Бодрость, здоровье, долголетие. Изд. 4-е, дополненное, переработанное. - Москва: Издательство «Перо», 2019. - 295 с. .

22. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных / Д. Оберлис, Б. Харланд, А. Скальный. — СПб.: Наука, 2008. — 544 с..

23. Минеральные вещества, витамины: их роль в организме. Проблемы микронутриентой недостаточности :учебное пособие / И. Ю. Тармаева, А. В. Боева.; ГБОУ ВПО ИГМУМинздрава России; кафедра гигиены труда и гигиены питания. – Иркутск : ИГМУ, 2014. – 89 с..