Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 4, Issue 2, 2025 Traditional Medicine

«ASFAM» VA «ASFALAYM» OZIQ-OVQAT QO'SHILMALARINING ANTIRADIKAL FAOLLIGI

Ibrohimjon Rahmonovich Asqarov
Andijon davlat universiteti Kimyo kafedrasi professori, kimyo fanlari doktori, O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan ixtirochi, O'zbekiston TABOBAT Akademiyasi raisi
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Farizaxon Abdulaziz qizi Aliyeva
Farg'ona davlat universiteti Kimyo kafedrasi doktoranti
https://orcid.org/0009-0004-6003-0487
E-mail: aliyevafarizaxon@gmail.com

Shaxobidin Xasanboyevich Abdulloyev
Andijon davlat universiteti Kimyo kafedrasi professori
https://orcid.org/0000-0002-6069-1785

Barnoxon Nabiyevna Sattarova
Farg'ona politexnika instituti Oziq-ovqat texnologiyasi kafedrasi dotsenti, kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori
https://orcid.org/0000-0002-6876-7860

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol4.iss2.2025.490

Kalit so'zlar:
"Asfam", "Asfalaym", oziq-ovqat qoshilmasi, spirtli ekstrakt, antiradikal faollik, 2,2-difenil-1-pikrilgidrazil

Annotatsiya
Chiqindi sifatida qaralayotgan kivi va mandarin hamda limon va laym mevalari po'stloqlari asosida "Asfam" va "Asfalaym" oziq-ovqat qo'shilmalarining spirtli ekstyraktlarining 2,2-difenil-1-pikrilgidrazil (DPPH) erkin radikallarini so`ndirish usulida baholash ularning yuqori antiradikal faollikka ega ekanligini ko`rsatdi. Standart sharoitda DPPH erkin radikallarini 50 foizga so`ndirish uchun yetarli bo`lgan "Asfam" va "Asfalaym" oziq-ovqat qo'shilmalarini 96 %-li etanoldagi ekstraktlarining minimal hajmi, mos ravishda, 162,6 va 134,4 mkl ni ekanligi aniqlandi. Bu ushbu mahsulotlotlarning tabobatda oksidlanish stressini oldini olishda istiqbolli shifobaxsh vositalar sifatida qo`llanilishi mumkinligiga dalolat beradi.

Havola uchun
Asqarov, I. R., Aliyeva, F. A. qizi, Abdulloyev, S. X., & Sattarova, B. N. «ASFAM» VA «ASFALAYM» OZIQ-OVQAT QO'SHILMALARINING ANTIRADIKAL FAOLLIGI. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 4(2). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol4.iss2.2025.490

Kirish. Radikal mexanizmlar orqali sodir bo`ladigan reaksiyalar hayotiy jarayonlarning barcha hujayraviy shakllaridagi normal va patologik metabolizmda muhim rol o'ynaydi. Oksidlanish stressi turli xil surunkali kasalliklarning rivojlanishida muhim omil sifatida ma'lum [1], chunki ko'pgina patologik jarayonlar mitoxondrial elektron tashish zanjirida kislorodni bir elektronli sxema bo'yicha antioksidant fermentlarning faollashuvi bilan kuzatiladi. Kislorodning bir elektronli qaytarilishi natijasida superoksid hosil bo'lishi tirik organizmlarda erkin radikal oksidlanish jarayonlarini boshlashda asosiy boshlang'ich bosqich hisoblanadi [2]. Erkin radikallar biologik muhim organik molekulalarni yo'q qilish, shuningdek lipidli oziq-ovqatning parchalanishi (oksidlanish reaktsiyalari) uchun javobgardir, shu bilan birga yurak qon tomir kasalliklari, diabet,

saraton kabi ba'zi kasalliklarni qo'zg'atadi. Shu bilan birga, erkin radikallar lipidlarni, oqsillarni va DNKni salbiy o'zgartirishi mumkin, bu qarishning va bir qator kasalliklarining paydo bo'lishining asosiy sabab hisoblanadi [3]. Organizmda erkin radikal yukining ortishi umumiy qarish va qarishning degenerativ kasalliklarining sababi deb hisoblanadi. Oksidlanish stressini pasaytirishning eng muhim strategiyalaridan biri, odatda kelib chiqishi o'simlik bo`lgan, foydali komponentlarga boy, tabiiy, ekzogen antioksidantlarni iste'mol qilishdir [18, 19].

Limon *(Citrus limon)***,** laym (*Citrus aurantiifolia*), Mandarin *(Citrus reticulate)*, kivi (*Actinidia deliciosa*) kabi subtropik mevalar ozuqaviy qiymati, antiqa ta'mi, shifobaxshligi, jozibadorligi jihatidan dunyo bo'yicha qadrlanadigan mevalardan hisoblanadi. Ularning sanoat tarzida qayta ishlanishi natijasida ko'p miqdorda chiqindilar, xususan, po'stloqlari to`planib qoladi. Ammo, bu po'stloqlar tarkibida uglevidlar, flavonoidlar, karotinoidlar, foliy kislotasi, vitaminlar, pektin, efir moylariga boyligi tufayli hozirda ular biologik faol birikmalarning istiqbolli manbai sifatida qaralmoqda [6, 7, 8].

Kivi va mandarin hamda limon va laym mevalari po'stloqlari asosida biz tomonimizdan ishlab chiqilgan, biologik faol moddalari me'yorlashtirilgan "Asfam" va "Asfalaym" oziq-ovqat qo'shilmalari [23, 24] zamonaviy meditsinada va xalq tabobatida antioksidant va antiradikal xususiyatli istiqbolli vositalar sifatida qo`llanilishi mumkin. Ushbu maqolada "Asfam" va "Asfalaym" oziq-ovqat qo'shilmalarining antiradikal faolligini baholash bo'yicha olib borilga tadqiqot natijalari bayon qilinadi.

Materiallar va metodlar.

Antiradikallik faollikni baholash. Etanolli eritmada barqaror binafsha rangli 2,2-difenil-1-pikrilgidrazil radikali (DPPH•) turli antiradikal (antioksidant) xususiyatli birikmalar ta'sirida juftlashmagan elektronini juftlastirishi tufayli rangsizlanish xossasiga ega bo`lganligi uchun, antiradikal faollikni spektrofotometrik baholashda keng qo'llaniladi [11, 12, 13]. Mazkur ishda Blois [12] tomonidan taklif etilgan DPPH• erkin radikallarini so`ndirishning takomillashtirilgan usulidan [13] foydalanib "Asfam" va "Asfalaym" oziq-ovqat qoshilmalari ekstraktlarining antiradikal faolligi baholandi.

DPPH• ishchi eritmasini tayyorlash. 100 ml hajmli o'lchov kolbasida etanolda (96 %) 7.92 mM DPPH• eritmasi tayyorlanib, yoruglik ta'siridan saqlash uchun alyuminiy qog'ozga o'ralib xona haroratida qorong'i joyda saqlandi.

"Asfam" va "Asfalaym" ekstraktlarini tayyorlash uchun 0.75 g oziq-ovqat qoshilmasi namunasini 25 ml 96 % li etanolda 20 daqiqa davomida, 60 ºC haroratda ultratovushli vannada ektraksiya qilindi. Olingan ekstrakt tirqishlari diametri 0,45 mkm bo`lgan shpritsli filtrdan [14] o'tkazildi.

Ekstraktlarning antiradikallik xususiyatini baholash. Qalinligi 10 mm bo`lgan 4 ml hajmli kvarts kyuvetaga 3 ml DPPH ning etanoldagi eritmasi va 100 mkl etanol solib aralashtirib, spektrofotometrga joylashtirildi va YOKE K7000 spektrofotometrida [15] 517 nm to'lqin uzunlikda 30 daqiqaning har 5 daqiqasida, optik zichlik (D1) qiymatlari o'lchandi. O`lcangan D1 qiymati vaqt davomida o`zgarmadi.

Sinaluvchi "Asfam" va "Asfalaym" ekstraktlarini antiradikallik faolligini aniqlash uchun, aynan yuqoridagi kabi qalinligi 10 mm bo`lgan 4 ta alohida kyuvetalarga hajmi 25, 50, 75, 100 mkl filtrlangan o`simlik ekstrakti quyilib, ularning har biriga 3 ml dan DPPH eritmasi qo`silib aralashtirildi va etanol bilan umumiy hajmi 4,1 ml ga yetkazildi. Hosil bo`lgan kyuvetadagi eritma zudlik bilan aralashtirilib yuqorida bayon qilingan tartibda, 517 nm to`lqin uzunlikdadagi optik zichligi (D2) o'lchandi. O`lchangan optik zichliklar qiymatlari va ular asosida quyidagi formula

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

yordamida hisoblab topilgan “Asfam” va “Asfalaym” ekstraktlarining antiradikal faolligi natijalari 1- va 2-jadvallarda keltirildi.

1-jadval. DPPH eritmasiga har xil hajmda qo‘shilgan «Asfam» oziq-ovqat qo`shilmasi spirtli ektraktining 517 nm to`lqin uzunlikda o‘lchangan optik zichligi qiymatlari va hisoblangan antiradikallik faolligi (ARF).

Ekstrakt hajmi, mkl	Vaqt, daq.	Optik zichlik, D	ARF, %	Ekstrakt hajmi, mkl	Vaqt, daq.	Optik zichlik, D	ARF, %
25	0	1,004	0,00	75	0	1,004	0,0
	5	0,927	7,67		5	0,842	16,1
	10	0,91	9,36		10	0,808	19,5
	15	0,899	10,46		15	0,785	21,8
	20	0,892	11,16		20	0,768	23,5
	25	0,886	11,75		25	0,755	24,8
	30	0,881	12,25		**30**	0,744	25,9
50	0	1,004	0,00	100	0	1,004	0,00
	5	0,888	11,55		5	0,827	17,63
	10	0,863	14,04		10	0,787	21,61
	15	0,848	15,54		15	0,758	24,50
	20	0,836	16,73		20	0,737	26,59
	25	0,827	17,63		25	0,721	28,19
	30	0,82	18,33		**30**	0,707	29,58

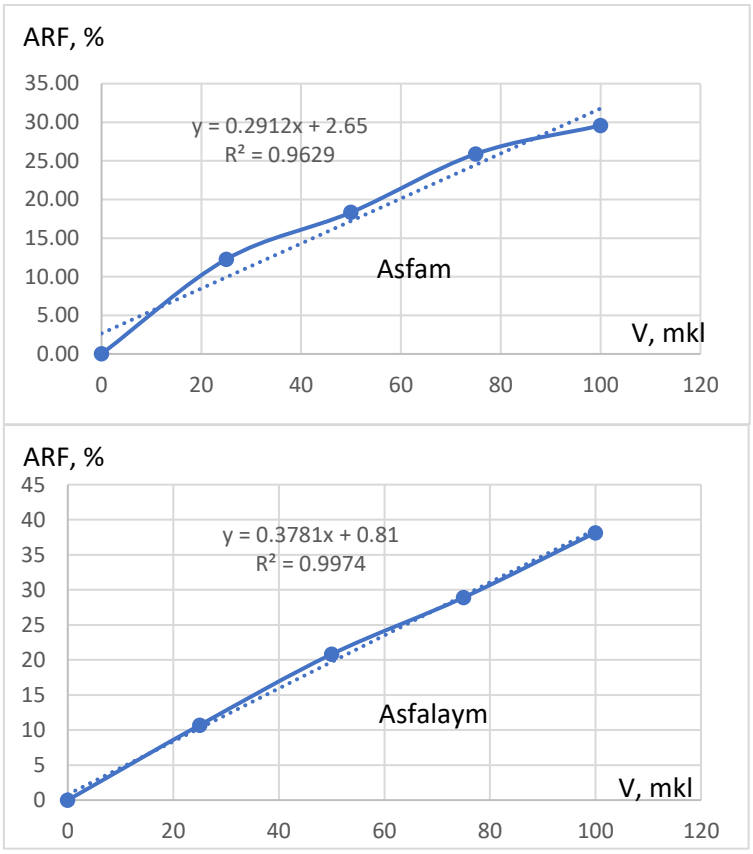
2-jadval. DPPH eritmasiga har xil hajmda qo‘shilgan «Asfalaym» oziq-ovqat qo`shilmasi spirtli ektraktining 517 nm to`lqin uzunlikda o‘lchangan optik zichligi qiymatlari va hisoblangan antiradikallik faolligi (ARF).

Ekstrakt hajmi, mkl	Vaqt, daq.	Optik zichlik, D	ARF, %	Ekstrakt hajmi, mkl	Vaqt, daq.	Optik zichlik, D	ARF, %
25	0	1,009	0,00	75	0	1,009	0,0
	5	0,974	3,47		5	0,854	15,4
	10	0,939	6,94		10	0,783	22,4
	15	0,923	8,52		15	0,76	24,7
	20	0,913	9,51		20	0,743	26,4
	25	0,906	10,21		25	0,729	27,8
	30	0,901	10,70		**30**	0,717	28,9
50	0	1,009	0,00	100	0	1,009	0,00
	5	0,911	9,71		5	0,803	20,42
	10	0,855	15,26		10	0,71	29,63
	15	0,841	16,65		15	0,677	32,90
	20	0,824	18,33		20	0,656	34,99
	25	0,808	19,92		25	0,638	36,77
	30	0,799	20,81		**30**	0,624	38,16

Natijalar muhokamasi. Yuqoridagi jadvallarda keltirilgan natijalar tahlili ikkala oziq-ovqat qoshilmalarining antiradikal faolligi yuqori ekanlini ko`rsatadi. Ekstrakt hajmi o`zgarmaganda ekstraktning barcha hajmlari uchun dastlab ARF keskin ortib borib, 25-30 daqiqalarda deyarli o`zgarmay qoladi. Demak, 30-daqiqada olingan ARF qiymatlaridan foydalanib sinalayotgan oziq-ovqat qoshilmalarini ekstraktlarining DPPH erkin radikallarini 50 % gacha so`ndishi uchun yetarli bo`lgan minimal hajmini, ya’ni $IC_{50}$ qiymatini topish mumkin bo`ladi [13]. Buning uchun har bir

tajribada 30-daqiqadagi antiradikallik faolliklari (ARF,%) qiymatlarining tajriba uchun olingan oziq-ovqat qoshilma ekstrakti hajmi orasidagi grafigi tuzilib, eng kichik kvadratlar metodidan [16] foydalanib eksperimental nuqtalarga eng yaqin bo`lgan to`gri chiziq funktsiyasining matematik formulasi aniqlandi (1-rasm).

Aynan shu metod yordamida eksperimental nuqtalar va nazariy to`g`ri chiziq orasidagi yaqinlikni tavsiflovchi parameter R^2 qiymatlari ham hisoblandi. Rasmlardan ko`rinib turibdiki, ikkala oziq-ovqat qoshilmasi uchun $R^2$ qiymatlari birga yaqin. Bu esa, topilgan to`g`ri chiziq formulalaridan foydalanib, yuqori aniqlik bilan namunalarning $IC_{50}$ ko`rsatgichlarini hisoblashga haqli ekanligimizni ifodalaydi.



1-rasm. “Asfam” va “Asfalaym”spirtli estraktlarining 30-daqiqada aniqlangan ARF (%) qiymatlari va hajmlari o‘rastidagi bog’liqlik grafiklari, ularga mos keluvchi eng yaqin to`g`ri chiziq funktsiya formulalari hamda to`g`ri chiziqning erksperimental nuqtalarga yaqinligini ko`rsatuvchi R^2 qiymatlari.

Shunday qilib, eksperimental nuqtalarga eng yaqin nazariy tog`ri chiziq formulasi $y=mx+b$ dan kelib chiqib, 50 % ARF ta’minlovchi hajm (IC_{50}) qiymatini $x=(y-b)/m$ formula asosida hisoblab topdik. “Asfam” uchun bu qiymat

$$IC_{50} = \frac{(50 - 2.65)}{0{,}2912} = 162{,}6\ mkl$$

tashkil etgan bo`lsa, “Asfalaym” uchun esa

$IC_{50} = \frac{(50-0.81)}{0{,}3781} = 134{,}4\ mkl$ natijani ko`rsatdi.

Ushbu qiymatlar “Asfam” va “Asfalaym” oziq-ovqat qo’shilmalarining antiradikallik faolligi yuqori ekanligini, ularning oksidlanish stressini oldini oluvchi biologik faol moddalarga boyligini va tabobatda istiqbolli shifobaxsh vositalar sifatida qo`llash mumkinligini tasdiqlaydi.

Xulosa. Chiqindi sifatida qaralayotgan kivi va mandarin hamda limon va laym mevalari po‘stloqlari kompozitsiyasi asosida biz tomonimizdan ishlab chiqilgan “Asfam” va “Asfalaym” oziq-

ovqat qo'shilmalarining spirtli ekstyraktlarining DPPH erkin radikallarini so`ndirish xususiyatini sinovdan o`tkazish tajribalari ularning yuqori antiradikal faollikka ega ekanligini ko`rsatdi. Standart sharoitda DPPH erkin radikallarini 50 foizga so`ndirish uchun yetarli bo`lgan "Asfam" va "Asfalaym" oziq-ovqat qo'shilmalarining spirtli ekstraktlarining minimal hajmi mos ravishda 162,6 va 134,4 mkl ni tashkil qildi. Demak, mazkur tabiiy chiqindi mahsulotlotlar istiqbolda tabobatda shifobaxsh vositalar sifatida qo`llanilishi mumkin.

Adabiyotlar

1. Спектор А. Окислительный стресс и заболевания. J. Ocul. Pharmacol. Ther. 2000; 16.-193–201 pp. doi: 10.1089/jop.2000.16.193.
2. Бурлакова Е.Б. Биоантиоксиданты. Рос. химический журнал – Russ. Chem. J. 2007, 51.-3–12 cc. doi: 10.1134/S107036320711028X.
3. Devasagayam T.P., Tilak J.C., Boloor K.K., Sane K.S., Ghaskadbi S.S., Lele R.D. Free radicals and antioxidants in human health: current status and future prospects. J Assoc Physicians India. 2004, Oct;52.-794-804pp. PMID: 15909857.
4. Oxidative stress, antioxidants, aging and disease / Cutler R.G., Packer L., Bertram J., Mori A. (eds) // Oxidative Stress and Aging. Molecular and Cell Biology Updates. Birkhäuser Basel. 1995. 1–14 pp. DOI.org/10.1007/ 978-3-0348-7337-6_1.
5. Ames B.N., Shigenaga M.K., Hagen T.M. Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1993. Vol. 90. P. 7915–7922. И.В. Воронов и др. Природные ресурсы арктики и субарктики, 2019, Т. 24, № 4.
6. Patil B.S., Jayaprakasha G.K., Chidambara Murthy K. N., Vikram A. 2009. Bioactive compounds: historical perspectives, opportunities, and challenges. J. Agric. Food Chem., 57(18).-8142 -8160 pp.
7. Rincón, A. M., Vásquez, A. M., & Padilla, F. C. (2005). Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cáscaras de naranja (Citrus sinensis), mandarina (Citrus reticulata) y toronja (Citrus paradisi) cultivadas en Venezuela [Chemical composition and bioactive compounds of flour of orange (Citrus sinensis), tangerine (Citrus reticulata) and grapefruit (Citrus paradisi) peels cultivated in Venezuela]. Archivos latinoamericanos de nutricion, 55(3), 305–310.
8. Shkeir B., El Darra N., Azakir B., Khazaal S., Sokhn E.S., Koubaa M., Maroun R.G., Louka N., Debs, E. Optimized Extraction of Polyphenols from Kiwifruit Peels and Their Biological Activities. BioTech 2024, 13, 54 p. https://doi.org/10.3390/biotech13040054
9. Alieva, F. A., Abdullaev, S. K., Sattarova, B. N., & Abdulloev, O. S. Antioxidant activity of lemon, lime, mandarin and kiwi fruit peels. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 3(5). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss5.2024.94.
10. Alieva, F. A., Abdulloev, S. K., & Sattarova, B. N. (2025). ANTIOXIDANT ACTIVITY FOOD SUPPLEMENT BASED ON LEMON AND LIME FRUIT PEEL. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 4(1), 139–150. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol4.iss1.2025.477.
11. 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 pp.
12. Blois M.S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 1958, 181, 1199–1200 pp.
13. Abdullaev S. S. Antiradical activity of food additives "Askarun" and "Askarufen". Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 3(4). -128-133 pp. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss4.2024.349.
14. 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 pp. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss3.2024.320.

15. Yoke K7000 Color Touch Screen UV-Vis Spectrophotometer (190-1100nm;2nm). URL: https://emin.com.mm/yokek7000-yoke-k7000-color-touch-screen-uv-vis-spectrophotometer-190-1100nm-2nm-39043/pr.html.

16. Манаков В.М. Системы линейных алгебраических уравнений: учебное пособие / В.М. Манаков, В.В. Мухранова, Т.С. Нам – Хабаровск : Изд - во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. – 79 с. - ISBN 978-5-7389-1759-2.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 4, Issue 2, 2025 Traditional Medicine

АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК «АСФАМ» И «АСФАЛАЙМ»

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

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

Шахобидин Хасанбоевич Абдуллоев
Андижанский государственный университет Профессор кафедры химии
https://orcid.org/0000-0002-6069-1785

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

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol4.iss2.2025.490

Ключевые слова:
«Асфам», «Асфалайм», пищевая добавка, спиртовой экстракт, антирадикальная активность, 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил

Аннотация
Оценка антирадикальной активности спиртовых экстрактов пищевых добавок «Асфам» и «Асфалайм», созданных на основе кожуры киви, мандарина, лимона и лайма, рассматриваемых как отходы, показала их высокую способность подавлять свободные радикалы 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (DPPH). Установлено, что минимальный объем 96%-ного этанольного экстракта, необходимого для подавления 50% DPPH-свободных радикалов в стандартных условиях, составляет соответственно 162,6 мкл для «Асфам» и 134,4 мкл для «Асфалайм». Это свидетельствует о перспективности использования этих продуктов в медицине в качестве лечебных средств от окислительного стресса.

Как цитировать
Аскаров, И. Р., Алиева, Ф. А. к., Абдуллоев, Ш. Х., & Саттарова, Б. Н. АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК «АСФАМ» И «АСФАЛАЙМ». Журнал химии товаров и народной медицины, 4(2). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol4.iss2.2025.490

Введение. Реакции, происходящие по радикальным механизмам, играют важную роль в нормальном и патологическом обмене веществ во всех клеточных формах жизненных процессов. Известно, что окислительный стресс является важным фактором развития различных хронических заболеваний, поскольку многие патологические процессы сопровождаются активацией антиоксидантных ферментов в митохондриальной цепи переноса электронов, которые реагируют с кислородом по одноэлектронной схеме [1]. Образование супероксида в результате одноэлектронного восстановления кислорода является

основным начальным этапом инициирования процессов свободнорадикального окисления в живых организмах [2]. Свободные радикалы ответственны за разрушение биологически важных органических молекул, а также за расщепление липидов в пище (реакции окисления), а также вызывают определенные заболевания, такие как сердечно-сосудистые заболевания, диабет и рак. Кроме этого, свободные радикалы могут негативно влиять на липиды, белки и ДНК, что является основной причиной старения и ряда заболеваний [3]. Увеличение концентрации свободных радикалов в организме считается причиной общего старения и дегенеративных заболеваний, связанных со старением. Одной из важнейших стратегий снижения окислительного стресса является употребление натуральных экзогенных антиоксидантов, которые обычно имеют растительное происхождение и богаты полезными компонентами [18, 19].

Субтропические фрукты, такие как лимон *(Citrus limon) лайм (Citrus aurantiifolia), мандарин (Citrus reticulate) и киви (Actinidia deliciosa)*, входят в число фруктов, которые ценятся во всем мире за свою пищевую ценность, экзотический вкус, целебные свойства и привлекательность. Их промышленная переработка приводит к накоплению большого количества отходов, в частности коры. Однако благодаря богатству этих корочек углеводами, флавоноидами, каротиноидами, фолиевой кислотой, витаминами, пектином и эфирными маслами они в настоящее время считаются перспективным источником биологически активных соединений [6, 7, 8].

Разработанные нами биологически активные добавки к пище «Асфам» и «Асфалайм» [23, 24] на основе кожуры киви и мандарина, а также лимона и лайма, с оптимизированным содержанием биологически активных веществ, могут быть использованы в современной медицине и народной медицине как перспективные средства с антиоксидантными и антирадикальными свойствами. В статье представлены результаты исследования, проведенного с целью оценки антирадикальной активности пищевых добавок «Асфам» и «Асфалайм».

Материалы и методы.

Оценка антирадикальной активности. Радикал 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (DPPH•), стабильный в этанольном растворе фиолетового цвета, широко используется в спектрофотометрической оценке антирадикальной активности, поскольку он обладает свойством обесцвечиваться за счет спаривания своего неспаренного электрона под воздействием различных антирадикальных (антиоксидантных) соединений [11, 12, 13]. В данном исследовании антирадикальная активность экстрактов пищевых добавок «Асфам» и «Асфалайм» оценивалась с использованием усовершенствованного метода гашения свободных радикалов DPPH•, предложенного Blois [12] [13].

Приготовление рабочего раствора DPPH•. Раствор 7,92 мМ DPPH• в этаноле (96%) готовили в мерной колбе объемом 100 мл, заворачивали в алюминиевую фольгу для защиты от света и хранили в темноте при комнатной температуре.

Приготовления экстрактов «Асфам» и «Асфалайм» 0,75 г образца пищевой добавки экстрагировали в 25 мл 96% этанола в течение 20 минут при температуре 60 $^{\circ}$C в ультразвуковой ванне. Полученный экстракт [14] пропускали через шприцевой фильтр диаметром 0,45 мкм.

Оценка антирадикальных свойств экстрактов. Кварцевую кювету объемом 4 мл и толщиной 10 мм смешивали с 3 мл раствора DPPH в этаноле и 100 мкл этанола, помещали в спектрофотометр и измеряли значения оптической плотности (D_1) каждые 5 минут в течение 30 минут при длине волны 517 нм на спектрофотометре YOKE K7000 [15]. Измеренное значение D_1 не изменилось с течением времени.

Для определения антирадикальной активности экстрактов «Асфам» и «Асфалайм» в четыре отдельные кюветы толщиной 10 мм, как указано выше, наливали по 25, 50, 75 и 100

мкл фильтрованного растительного экстракта. К каждому из них добавляли по 3 мл раствора DPPH и перемешивали, затем объем доводили до 4,1 мл с помощью этанола. Полученные растворы в кюветах немедленно перемешивали, и в соответствии с вышеописанным порядком измеряли оптическую плотность (D_2) при длине волны 517 нм. Измеренные значения оптической плотности и расчитанные на их основе значения по следующей формуле

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

антирадикальные активности (*APA, %)* экстрактов «Асфам» и «Асфалайм», представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Значения оптической плотности спиртового экстракта пищевой добавки «Асфам», добавленного в раствор DPPH в разных объёмах, измеренные при длине волны 517 нм, и рассчитанная антирадикальная активность (APA), %.

Объем экстракта, мкл	Время, минуты.	Оптический плотность, D	ARA, %	Объем экстракта, мкл	Время, минуты.	Оптический плотность, D	ARA, %
25	0	1,004	0.00	75	0	1,004	0.0
	5	0,927	7.67		5	0,842	16.1
	10	0,91	9.36		10	0,808	19.5
	15	0,899	10.46		15	0,785	21.8
	20	0,892	11.16		20	0,768	23.5
	25	0,886	11.75		25	0,755	24.8
	30	0,881	12.25		**30**	0,744	25.9
50	0	1,004	0.00	100	0	1,004	0.00
	5	0,888	11.55		5	0,827	17.63
	10	0,863	14.04		10	0,787	21.61
	15	0,848	15.54		15	0,758	24.50
	20	0,836	16.73		20	0,737	26.59
	25	0,827	17.63		25	0,721	28.19
	30	0,82	18.33		**30**	0,707	29.58

Таблица 2. Значения оптической плотности спиртового экстракта пищевой добавки «Асфалайм», добавленного в раствор DPPH в разных объёмах, измеренные при длине волны 517 нм, и рассчитанная антирадикальная активность (APA), %.

Объем экстракта, мкл	Время, минуты.	Оптический плотность, D	ARA, %	Объем экстракта, мкл	Время, минуты.	Оптический плотность, D	ARA, %
25	0	1,009	0.00	75	0	1,009	0.0
	5	0,974	3.47		5	0,854	15.4
	10	0,939	6.94		10	0,783	22.4
	15	0,923	8.52		15	0,76	24.7
	20	0,913	9.51		20	0,743	26.4
	25	0,906	10.21		25	0,729	27.8
	30	0,901	10.70		**30**	0,717	28.9
50	0	1,009	0.00	100	0	1,009	0.00
	5	0,911	9.71		5	0,803	20.42
	10	0,855	15.26		10	0,71	29.63
	15	0,841	16.65		15	0,677	32.90

	20	0,824	18.33		20	0,656	34.99
	25	0,808	19.92		25	0,638	36.77
	30	0,799	20.81		**30**	0,624	38.16

Результаты и их обсуждение.

Анализ результатов, представленных в приведённых выше таблицах, показывает, что обе пищевые добавки обладают высокой антирадикальной активностью. При неизменной дозе экстракта антирадикальная активность (АРА) для всех объёмов экстракта сначала резко возрастает, а затем, примерно через 25–30 минут, практически перестаёт изменяться. Следовательно, используя значения АРА, полученные на 30-й минуте, можно определить минимальный объём экстракта исследуемых пищевых добавок, необходимый для нейтрализации 50 % DPPH-свободных радикалов, то есть значение IC_{50} [13]. Для этого строится график зависимости антиреактивной активности (АРА, %) на 30-й минуте от объёма экстракта пищевой добавки, использованного в эксперименте. Затем, с использованием метода наименьших квадратов [16], определяется математическая формула линейной функции, наиболее близко проходящей к экспериментальным точкам (рисунок 1).

С помощью данного метода также были рассчитаны значения параметра R^2, характеризующего степень приближения между экспериментальными точками и теоретической прямой. Как видно из рисунков, значения R^2 для обеих пищевых добавок близки к единице. Это подтверждает, что найденные уравнения прямой линии могут быть использованы для расчёта показателей IC_{50} с высокой точностью.

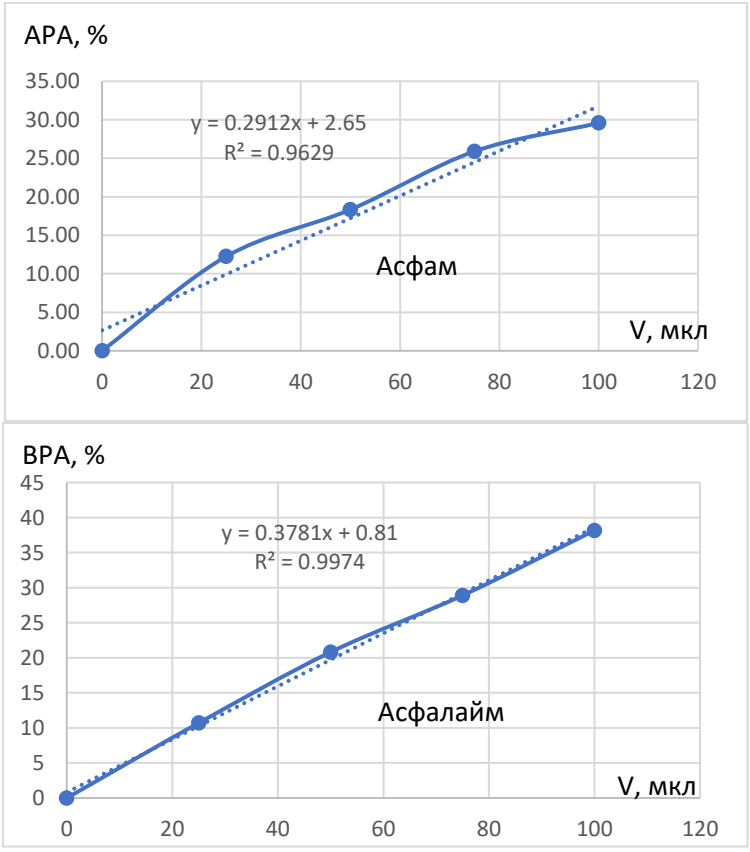


Рисунок 1. Графики зависимости значений антирадикальной активности (АРА, %) экстрактов «Асфам» и «Асфалайм» на 30-й минуте от объема экстракта, соответствующие им уравнения прямой линии, а также значения R^2, показывающие степень приближения прямой к экспериментальным точкам.

Таким образом, на основе теоретической формулы прямой *y=mx+b,* которая наиболее близка к экспериментальным точкам, мы рассчитали объем, обеспечивающий *50% ARA (IC_{50}*) по формуле *x=(y-b)/m.* Это значение для "Асфам" составляет:

$$IC_{50} = \frac{(50-2.65)}{0{,}2912} = 162{,}6\ mkl,$$

а для " Асфалайм":

$$IC_{50} = \frac{(50-0.81)}{0{,}3781} = 134{,}4\ mkl\ .$$

Полученные значения подтверждают, что пищевые добавки «Асфам» и «Асфалайм» обладают высокой антирадикальной активностью, богаты биологически активными веществами, препятствующими окислительному стрессу, и могут быть использованы в качестве перспективных терапевтических средств в медицине.

Заключение. Эксперименты по проверке антирадикальной активности спиртовых экстрактов пищевых добавок «Асфам» и «Асфалайм», разработанных нами на основе композиции из кожуры киви и мандарина, а также лимона и лайма, считающихся отходами, показали, что они обладают высокой антирадикальной активностью. Минимальный объем спиртовых экстрактов пищевых добавок «Асфам» и «Асфалайм», достаточный для подавления свободных радикалов DPPH на 50 % в стандартных условиях, составил 162,6 и 134,4 мкл соответственно. Поэтому эти природные отходы в будущем могут быть использованы в медицине в качестве терапевтических средств.

Литературы

1. Спектор А. Окислительный стресс и заболевания. J. Ocul. Pharmacol. Ther. 2000; 16.-193–201 pp. doi: 10.1089/jop.2000.16.193.
2. Бурлакова Е.Б. Биоантиоксиданты. Рос. химический журнал – Russ. Chem. J. 2007, 51.-3–12 cc. doi: 10.1134/S107036320711028X.
3. Devasagayam T.P., Tilak J.C., Boloor K.K., Sane K.S., Ghaskadbi S.S., Lele R.D. Free radicals and antioxidants in human health: current status and future prospects. J Assoc Physicians India. 2004, Oct;52.-794-804pp. PMID: 15909857.
4. Oxidative stress, antioxidants, aging and disease / Cutler R.G., Packer L., Bertram J., Mori A. (eds) // Oxidative Stress and Aging. Molecular and Cell Biology Updates. Birkhäuser Basel. 1995. 1–14 pp. DOI.org/10.1007/ 978-3-0348-7337-6_1.
5. Ames B.N., Shigenaga M.K., Hagen T.M. Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1993. Vol. 90. P. 7915–7922. И.В. Воронов и др. Природные ресурсы арктики и субарктики, 2019, Т. 24, № 4.
6. Patil B.S., Jayaprakasha G.K., Chidambara Murthy K. N., Vikram A. 2009. Bioactive compounds: historical perspectives, opportunities, and challenges. J. Agric. Food Chem., 57(18).-8142 -8160 pp.
7. Rincón, A. M., Vásquez, A. M., & Padilla, F. C. (2005). Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cáscaras de naranja (Citrus sinensis), mandarina (Citrus reticulata) y toronja (Citrus paradisi) cultivadas en Venezuela [Chemical composition and bioactive compounds of flour of orange (Citrus sinensis), tangerine (Citrus reticulata) and grapefruit (Citrus paradisi) peels cultivated in Venezuela]. Archivos latinoamericanos de nutricion, 55(3), 305–310.
8. Shkeir B., El Darra N., Azakir B., Khazaal S., Sokhn E.S., Koubaa M., Maroun R.G., Louka N., Debs, E. Optimized Extraction of Polyphenols from Kiwifruit Peels and Their Biological Activities. BioTech 2024, 13, 54 p. https://doi.org/10.3390/biotech13040054
9. Alieva, F. A., Abdullaev, S. K., Sattarova, B. N., & Abdulloev, O. S. Antioxidant activity of lemon, lime, mandarin and kiwi fruit peels. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 3(5). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss5.2024.94.

10. Alieva, F. A., Abdulloev, S. K., & Sattarova, B. N. (2025). ANTIOXIDANT ACTIVITY FOOD SUPPLEMENT BASED ON LEMON AND LIME FRUIT PEEL. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 4(1), 139–150. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol4.iss1.2025.477.
11. 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 pp.
12. Blois M.S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 1958, 181, 1199–1200 pp.
13. Abdullaev S. S. Antiradical activity of food additives "Askarun" and "Askarufen". Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 3(4). -128-133 pp. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss4.2024.349.
14. 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 pp. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss3.2024.320.
15. Yoke K7000 Color Touch Screen UV-Vis Spectrophotometer (190-1100nm;2nm). URL: https://emin.com.mm/yokek7000-yoke-k7000-color-touch-screen-uv-vis-spectrophotometer-190-1100nm-2nm-39043/pr.html.
16. Манаков В.М. Системы линейных алгебраических уравнений: учебное пособие / В.М. Манаков, В.В. Мухранова, Т.С. Нам – Хабаровск : Изд - во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. – 79 с. - ISBN 978-5-7389-1759-2.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 4, Issue 2, 2025 Traditional Medicine

ANTIRADICAL ACTIVITY OF FOOD ADDITIVES «ASFAM» AND «ASFALAYM»

Ibragim R. Askarov
Andijan State University Professor of the Department of Chemistry, Doctor of Chemistry, Honored Inventor of Uzbekistan, Chairman of the TABOBAT Academy of Uzbekistan
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Farizaxon A. Alieva
Fergana State University Doctoral student of the Department of Chemistry
https://orcid.org/0009-0004-6003-0487
E-mail: aliyevafarizaxon@gmail.com

Shakhobidin Kh. Abdulloev
Andijan State UniversityProfessor of Department of Chemistry
https://orcid.org/0000-0002-6069-1785

Barnokhon N. Sattarova
Fergana Polytechnical Institute Associate Professor of the Department of Food Technology, Doctor of Philosophy in Chemistry
https://orcid.org/0000-0002-6876-7860

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol4.iss2.2025.490

Keywords:
Asfam, Asfalaym, food supplement, alcoholic extract, antiradical activity, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

Annotation
The evaluation of the antiradical activity of alcoholic extracts from the food supplements "Asfam" and "Asfalaym," developed from the peels of kiwi, mandarin, lemon, and lime—considered as waste materials—demonstrated their high ability to scavenge 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) free radicals. It was found that the minimum volume of 96% ethanol extract required to neutralize 50% of DPPH free radicals under standard conditions was 162.6 µL for "Asfam" and 134.4 µL for "Asfalaym" respectively. These results suggest the promising potential of these products for medical use as therapeutic agents against oxidative stress.

How to Cite
Askarov, I. R., Alieva, F. A., Abdulloev, S. K., & Sattarova, B. N. ANTIRADICAL ACTIVITY OF FOOD ADDITIVES «ASFAM» AND «ASFALAYM». Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 4(2). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol4.iss2.2025.490

Introduction. Radical-based reactions play a crucial role in both normal and pathological metabolic processes across all cellular forms of life. It is well established that oxidative stress is a key factor in the development of various chronic diseases, as many pathological processes are accompanied by the activation of antioxidant enzymes in the mitochondrial electron transport chain, which react with oxygen via a single-electron transfer mechanism [1]. The formation of superoxide as a result of the one-electron reduction of oxygen is considered the primary initial step in the initiation of free radical oxidation processes in living organisms [2]. Free radicals are responsible for the degradation of biologically important organic molecules, lipid peroxidation in food, and are implicated in the development of various diseases such as cardiovascular diseases, diabetes, and cancer. Furthermore, free radicals can adversely affect lipids, proteins, and DNA, which is a major cause of aging and numerous diseases [3]. An increase in the concentration of free radicals in the

body is considered a leading cause of general aging and age-related degenerative diseases. One of the most effective strategies for reducing oxidative stress is the consumption of natural exogenous antioxidants, which are typically of plant origin and rich in beneficial components [4, 5].

Subtropical fruits such as lemon (*Citrus limon*), lime (*Citrus aurantiifolia*), mandarin (*Citrus reticulata*), and kiwi (*Actinidia deliciosa*) are among the fruits highly valued worldwide for their nutritional content, exotic flavor, medicinal properties, and appeal. Their industrial processing results in the accumulation of significant amounts of waste, particularly peels. However, due to the richness of these peels in carbohydrates, flavonoids, carotenoids, folic acid, vitamins, pectin, and essential oils, they are now regarded as a promising source of biologically active compounds [6, 7, 8].

The biologically active food supplements "Asfam" and "Asfalaym" developed by us [9, 10], based on kiwi and mandarin peels as well as lemon and lime peels, with an optimized content of bioactive substances, can be used in both modern and traditional medicine as promising agents with antioxidant and antiradical properties.

This article presents the results of a study conducted to evaluate the antiradical activity of the food supplements "Asfam" and "Asfalaym"

Materials and methods.

Evaluation of Antiradical Activity. The 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH•) radical, which is stable in ethanol solution and has a violet color, is widely used in the spectrophotometric assessment of antiradical activity due to its ability to become decolorized as a result of electron pairing with various antiradical (antioxidant) compounds [11, 12, 13]. In this study, the antiradical activity of the extracts from the food supplements "Asfam" and "Asfalaym" was evaluated using a modified version of the DPPH• free radical scavenging method proposed by Blois [12, 13].

Preparation of DPPH• Working Solution. A 7.92 mM solution of DPPH• in 96% ethanol was prepared in a 100 mL volumetric flask, wrapped in aluminum foil to protect it from light, and stored in the dark at room temperature.

Preparation of "Asfam" and "Asfalaym" Extracts. A 0.75 g sample of each food supplement was extracted in 25 mL of 96% ethanol for 20 minutes at 60 °C using an ultrasonic bath. The resulting extract [14] was filtered through a 0.45 µm syringe filter.

Evaluation of the Antiradical Properties of the Extracts. A quartz cuvette with a volume of 4 mL and a path length of 10 mm was filled with 3 mL of DPPH solution in ethanol and 100 µL of ethanol. The cuvette was placed in a spectrophotometer, and the optical density (D1) was measured every 5 minutes for 30 minutes at a wavelength of 517 nm using a YOKE K7000 spectrophotometer [15]. The measured D1 value remained unchanged over time.

To determine the antiradical activity of the "Asfam" and "Asfalaym" extracts, four separate 10 mm quartz cuvettes, as described above, were each filled with 25, 50, 75, and 100 µL of the filtered plant extract. To each cuvette, 3 mL of DPPH solution was added and mixed, and the total volume was then adjusted to 4.1 mL using ethanol. The resulting solutions were immediately mixed, and the optical density (D_2) was measured at a wavelength of 517 nm, following the procedure described earlier.

The measured optical density values and the corresponding antiradical activity (ARA, %) of the "Asfam" and "Asfalaym" extracts were calculated using the following formula:

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

the obtained values are presented in Tables 1 and 2.

Table 1. Optical Density Values of the Alcoholic Extract of the Food Supplement "Asfam" Added to the DPPH Solution in Various Volumes, Measured at a Wavelength of 517 nm, and the Calculated Antiradical Activity (ARA), %

Extract volume, µl	Time, minutes.	Optic density, D	ARF, %	Extract volume, µl	Time, minutes.	Optic density, D	ARF, %
25	0	1,004	0.00	75	0	1,004	0.0
	5	0.927	7.67		5	0.842	16.1
	10	0.91	9.36		10	0.808	19.5
	15	0.899	10.46		15	0.785	21.8
	20	0.892	11.16		20	0.768	23.5
	25	0.886	11.75		25	0.755	24.8
	30	0.881	12.25		**30**	0.744	25.9
50	0	1,004	0.00	100	0	1,004	0.00
	5	0.888	11.55		5	0.827	17.63
	10	0.863	14.04		10	0.787	21.61
	15	0.848	15.54		15	0.758	24.50
	20	0.836	16.73		20	0.737	26.59
	25	0.827	17.63		25	0.721	28.19
	30	0.82	18.33		**30**	0.707	29.58

Table 2. Optical Density Values of the Alcoholic Extract of the Food Supplement " Asfalaym " Added to the DPPH Solution in Various Volumes, Measured at a Wavelength of 517 nm, and the Calculated Antiradical Activity (ARA), %

Extract volume, µl	Time, minutes.	Optic density, D	ARF, %	Extract volume, µl	Time, minutes.	Optic density, D	ARF, %
25	0	1,009	0.00	75	0	1,009	0.0
	5	0.974	3.47		5	0.854	15.4
	10	0.939	6.94		10	0.783	22.4
	15	0.923	8.52		15	0.76	24.7
	20	0.913	9.51		20	0.743	26.4
	25	0.906	10.21		25	0.729	27.8
	30	0.901	10.70		**30**	0.717	28.9
50	0	1,009	0.00	100	0	1,009	0.00
	5	0.911	9.71		5	0.803	20.42
	10	0.855	15.26		10	0.71	29.63
	15	0.841	16.65		15	0.677	32.90
	20	0.824	18.33		20	0.656	34.99
	25	0.808	19.92		25	0.638	36.77
	30	0.799	20.81		**30**	0.624	38.16

Results and Discussion.

An analysis of the results presented in the tables above shows that both food supplements exhibit high antiradical activity. At a constant extract dose, the antiradical activity (ARA) initially increases sharply for all extract volumes, and then, after approximately 25–30 minutes, it practically stops changing. Therefore, using the ARA values obtained at the 30th minute, it is possible to determine the minimum volume of the food supplement extract required to neutralize 50% of DPPH free radicals—i.e., the IC50 value [13].To do this, a graph is plotted showing the dependence of antiradical activity (ARA, %) at the 30th minute on the volume of the food supplement extract used in the experiment. Then, using the method of least squares [16], a mathematical formula for the linear function that best fits the experimental data points is determined (see Figure 1).

Using this method, the R^2 parameter values were also calculated, characterizing the degree of fit between the experimental data points and the theoretical straight line. As can be seen from the figures, the R^2 values for both food supplements are close to one. This confirms that the derived linear equations can be used to calculate IC_{50} values with high accuracy.

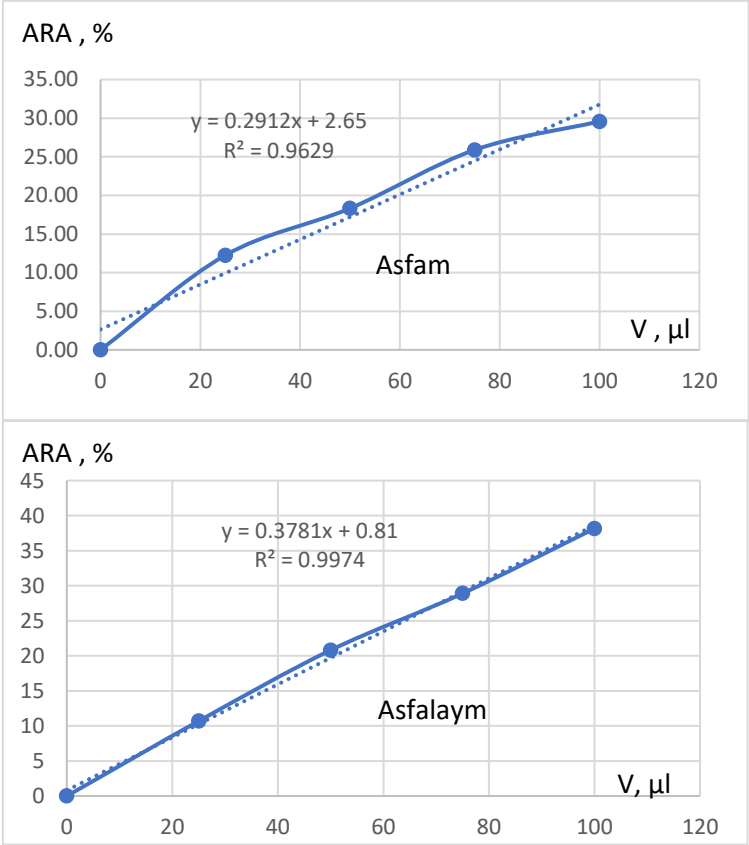


Figure 1. Graphs of the Dependence of Antiradical Activity (ARA, %) at the 30th Minute on the Volume of Extracts of "Asfam" and " Asfalaym"**,** along with the corresponding linear equations and R^2 values, which indicate the degree of fit between the linear trend and the experimental data points.

Thus, based on the theoretical formula of the straight-line $y=mx+b$, which best fits the experimental data points, the volume corresponding to 50% antiradical activity (IC_{50}) was calculated using the formula: $x=(y-b)/m$.

The IC_{50} value for "Asfam" is calculated as:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 2.65)}{0{,}2912} = 162{,}6\ mkl$$

And for " Asfalaym":

$$IC_{50} = \frac{(50 - 0.81)}{0{,}3781} = 134{,}4\ mkl$$

The obtained values confirm that the food supplements "Asfam" and " Asfalaym" possess high antiradical activity, are rich in biologically active compounds that counteract oxidative stress, and can be considered promising therapeutic agents for use in medicine.

Conclusion. Experiments testing the antiradical activity of the alcoholic extracts of the food supplements "Asfam" and "Asfalaym", developed by us based on compositions from kiwi and

mandarin peels, as well as lemon and lime peels—considered waste products—showed that they possess high antiradical activity. The minimum volume of the alcoholic extracts of the food supplements "Asfam" and " Asfalaym" required to suppress 50% of DPPH free radicals under standard conditions was 162.6 µL and 134.4 µL, respectively. Therefore, these natural waste materials could potentially be used in medicine as therapeutic agents in the future.

References

1. Спектор А. Окислительный стресс и заболевания. J. Ocul. Pharmacol. Ther. 2000; 16.-193–201 pp. doi: 10.1089/jop.2000.16.193.
2. Бурлакова Е.Б. Биоантиоксиданты. Рос. химический журнал – Russ. Chem. J. 2007, 51.-3–12 cc. doi: 10.1134/S107036320711028X.
3. Devasagayam T.P., Tilak J.C., Boloor K.K., Sane K.S., Ghaskadbi S.S., Lele R.D. Free radicals and antioxidants in human health: current status and future prospects. J Assoc Physicians India. 2004, Oct;52.-794-804pp. PMID: 15909857.
4. Oxidative stress, antioxidants, aging and disease / Cutler R.G., Packer L., Bertram J., Mori A. (eds) // Oxidative Stress and Aging. Molecular and Cell Biology Updates. Birkhäuser Basel. 1995. 1–14 pp. DOI.org/10.1007/ 978-3-0348-7337-6_1.
5. Ames B.N., Shigenaga M.K., Hagen T.M. Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1993. Vol. 90. P. 7915–7922. И.В. Воронов и др. Природные ресурсы арктики и субарктики, 2019, Т. 24, № 4.
6. Patil B.S., Jayaprakasha G.K., Chidambara Murthy K. N., Vikram A. 2009. Bioactive compounds: historical perspectives, opportunities, and challenges. J. Agric. Food Chem., 57(18).-8142 -8160 pp.
7. Rincón, A. M., Vásquez, A. M., & Padilla, F. C. (2005). Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cáscaras de naranja (Citrus sinensis), mandarina (Citrus reticulata) y toronja (Citrus paradisi) cultivadas en Venezuela [Chemical composition and bioactive compounds of flour of orange (Citrus sinensis), tangerine (Citrus reticulata) and grapefruit (Citrus paradisi) peels cultivated in Venezuela]. Archivos latinoamericanos de nutricion, 55(3), 305–310.
8. Shkeir B., El Darra N., Azakir B., Khazaal S., Sokhn E.S., Koubaa M., Maroun R.G., Louka N., Debs, E. Optimized Extraction of Polyphenols from Kiwifruit Peels and Their Biological Activities. BioTech 2024, 13, 54 p. https://doi.org/10.3390/biotech13040054
9. Alieva, F. A., Abdullaev, S. K., Sattarova, B. N., & Abdulloev, O. S. Antioxidant activity of lemon, lime, mandarin and kiwi fruit peels. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 3(5). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss5.2024.94.
10. Alieva, F. A., Abdulloev, S. K., & Sattarova, B. N. (2025). ANTIOXIDANT ACTIVITY FOOD SUPPLEMENT BASED ON LEMON AND LIME FRUIT PEEL. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 4(1), 139–150. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol4.iss1.2025.477.
11. 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 pp.
12. Blois M.S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 1958, 181, 1199–1200 pp.
13. Abdullaev S. S. Antiradical activity of food additives "Askarun" and "Askarufen". Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 3(4). -128-133 pp. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss4.2024.349.
14. 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 pp. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss3.2024.320.

15. Yoke K7000 Color Touch Screen UV-Vis Spectrophotometer (190-1100nm;2nm). URL: https://emin.com.mm/yokek7000-yoke-k7000-color-touch-screen-uv-vis-spectrophotometer-190-1100nm-2nm-39043/pr.html.

16. Манаков В.М. Системы линейных алгебраических уравнений: учебное пособие / В.М. Манаков, В.В. Мухранова, Т.С. Нам – Хабаровск : Изд - во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. – 79 с. - ISBN 978-5-7389-1759-2.