Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

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

UNDIRILGAN ARPA DONI EKSTRAKTLARI ANTIRADIKALLIK XUSUSIYATINI DPPH METODI BILAN BAHOLASH

Nafisa Olimjonovna O'rinboyeva
Farg'ona Davlat Universiteti Kimyo kafedrasi doktoranti
https://orcid.org/0009-0008-2175-0608
E-mail: avval200920@gmail.com

Mukammal Yormuhamatovna Imomova
Farg'ona Davlat Universiteti Kimyo kafedrasi dotsenti, kimyo fanlari bo`yicha falsafa doktori
https://orcid.org/0009-0001-6784-1424

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol4.iss2.2025.496

Kalit so'zlar:
Undirilgan arpa, antiradikallik xususiyati, DPPH metodi, antioksidant faollik, bioaktiv birikmalar, ekstrakt

Annotatsiya
Ushbu tadqiqotning maqsadi undirilgan arpa (Hordeum) donining antiradikallik xususiyatlarini DPPH metodi yordamida baholash, turli erituvchilar yordamida olingan ekstrakttlarning antioksidant faolligini taqqoslash va uning bioaktiv potentsialini aniqlash orqali mahalliy arpa navining funktsional shifobaxsh oziq-ovqat mahsuloti sifatidagi istiqbollarini baholashdir.

Havola uchun
O'rinboyeva, N. O., & Imomova, M. Y. UNDIRILGAN ARPA DONI EKSTRAKTLARI ANTIRADIKALLIK XUSUSIYATINI DPPH METODI BILAN BAHOLASH. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 4(2). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol4.iss2.2025.496

Kirish. Hozirgi vaqtda erkin radikallar va oksidativlik stressi organizmga salbiy ta'siri natijasida yuzaga keladigan kasalliklar soni tobora ortib bormoqda. Yurak-qon tomir kasalliklari, saraton, diabetes mellitus, Alzgeymer kasalligi, Parkinson kasalligi va boshqa degenerativ kasalliklarning rivojlanishida oksidativ stress muhim rol o'ynaydi [5,6]. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (JSST) ma'lumotlariga ko'ra, ushbu kasalliklar global o'lim sabablari ichida birinchi o'rinlarda turadi va dunyo aholisining hayot sifatini sezilarli darajada pasaytiradi. Sintetik antioksidantlar (E319, E320, E321, kabilar) oziq-ovqat sanoatida keng qo'llanilsa-da, ularning uzoq muddatli iste'moli inson salomatligi uchun potentsial xavf tug'dirishi mumkinligi ko'rsatilgan [7]. Shu sababli, tabiiy antioksidantlarni izlash va ularning xususiyatlarini o'rganish zamonaviy tibbiyot, oziq-ovqat sanoatining eng dolzarb masalalaridan biri hisoblanadi. Tabiiy antioksidantlar nafaqat xavfsizligi, balki ko'pincha qo'shimcha biologik faolliklarga ega bo'lishi bilan ajralib turadi. O'simlik manbalaridan olinadigan bioaktiv birikmalar, xususan, fenolik birikmalar, flavonoidlar, tokoferollar va karotenoidlar kuchli antioksidant xususiyatga ega bo'lib, ular preventiv va terapevtik maqsadlarda ishlatilishi mumkin [8]. Don ekinlari ichida arpa (Hordeum vulgae L.) o'zining noyob kimyoviy tarkibi va yuqori bioaktiv potentsiali bilan alohida e'tiborni tortmoqda. Arpa dunyodagi eng qadimiy va keng tarqalgan don ekinlaridan biri bo'lib, 10000 yildan ortiq vaqt davomida inson taomida ishlatilmoqda. Botanik jihatdan arpa bug'doysimonlar (Poaceae) oilasiga mansub bo'lib, dunyoning deyarli barcha iqlim mintaqalarida yetishtiriladi (9). Hozirgi vaqtda arpa asosan chorvachilikda ozuqa sifatida va pivo ishlab chiqarishda ishlatiladi, biroq uning tarkibida mavjud bo'lgan ko'plab bioaktiv birikmalar uni funktsional oziq-ovqat mahsuloti sifatida ishlatish

imkoniyatlarini kengaytiradi. Arpa tarkibida β-glyukan, fenolik kislotalar (ferulik, p-kumarik, vanilik kislotalar), flavonoidlar (kversetin, luteolin, apigenin), antosianinlar, tokoferollar va fitosterollar kabi qimmatli bioaktiv birikmalar mavjud [10,11]. Ushbu birikmalarning ko‘pchiligi don qobig‘i va embrion qismida to‘plangan bo‘lib, ularning biologik faolliklari ko‘p hollarda sintetik antioksidantlarnikidan ustun turadi. Undirish (germination) jarayoni o‘simlik urug‘ining hayotiy faolligini qayta boshlash bosqichi bo‘lib, bu jarayon davomida urug‘da kuchli biokimyoviy o‘zgarishlar sodir bo‘ladi. Undirish jarayoni arpaning kimyoviy tarkibini sezilarli darajada o‘zgartiradi va bioaktiv moddalar miqdorini bir necha barobar oshiradi. Undirish davomida turli fermentlar (amilaza, proteaza, lipaza kabilar) faollashib, oqsillar, uglevodlar va yog‘lar parchalanadi, shu bilan birga antioksidant xususiyatga ega bo‘lgan yangi birikmalar hosil bo‘ladi [12,13].Undirish jarayonida β-glyukan miqdori 3-5 barobar, fenolik birikmalar miqdori 2-4 barobar, vitamin E miqdori 2-3 barobar ortishi kuzatilgan [10]. Shuningdek, undirish davomida fitik kislota kabi antinutrient moddalar miqdori kamayadi, bu esa foydali elementlarning so‘rilishini yaxshilaydi. Ushbu o‘zgarishlar undirilgan arpani oddiy arpaga nisbatan yanada qimmatli oziq-ovqat mahsuloti qiladi.

Tajriba qismi. Antioksidant faollikni baholash uchun turli xil metodlar mavjud bo‘lib, ular asosan erkin radikallarni tutish mexanizmiga asoslangan. DPPH (2,2-difenil-1-pikrilgidrazil) metodi antioksidant faollikni baholashning eng keng tarqalgan, sodda va ishonchli usullaridan biri hisoblanadi (14). Bu metod 1958 yilda Blois tomonidan ishlab chiqilgan bo‘lib, barqaror azot radikalining binafsha rangli eritmasiga asoslangan. Antioksidantlar ta‘sirida DPPH radikali neytrallanib, eritmaning rangi binafshadan sariq rangga o‘zgaradi, bu o‘zgarishni 517 nm to‘lqin uzunligida spektrofotometrik usulda o‘lchash mumkin.

Tadqiqot materiallari. Tadqiqot uchun mahalliy arpa navi (Hordeum vulgae L.) ishlatildi. Arpa donlari Farg`ona viloyati fermer xo‘jaliklaridan olingan bo‘lib, laboratoriya sharoitida undirish jarayoni amalga oshirildi. Arpa donlari distillangan suv bilan yuvildi va 12 soat davomida namlandi. So‘ngra namlik 45-50% bo‘lgunga qadar quritildi va qorong‘i joyda 20-22°C haroratda 72 soat davomida undirildi. Undirilgan arpa donlari namunasi 60°C haroratda quritildi va maydalandi.

Namunaning antiradikallik xususiyatini DPPH metodi bilan baholash. Binafsha rangli 2,2-difenil-1-pikrilgidrazil (DPPH) eritmasining rangsizlanishi vodorod atomi yoki elektronni beruvchi xususiyatlarga ega bo‘lgan ba‘zi sof antioksidant birikmalar mavjudligini aniqlash imkonini beradi. Barqaror DPPH• bu spektrofotometrik tahlilda ishlatiladigan reagentdir [1]. Mazkur tajribada Blois [2] tomonidan amalga oshirilgan usul DPPH• erkin radikallarini ingibirlash xususiyatini baholash usuli kichik o‘zgartirishlar bilan foydalanildi [3].

DPPH ishchi eritmasini tayyorlash. 100 ml hajmli o‘lchov kolbasida etanolda 7.92 mM DPPH• eritmasi tayyorlanib, alyuminiy qog‘ozga o‘ralib 30 daqiqa xona haroratida qorong‘i joyda saqlandi.

Namunalar ekstraktlarini tayyorlash.*Undirilgan arpa* o‘simligining asosida spirtli va suvli ekstrakttlar namuna tayyorlandi.Namunalarning ekstrakttlarini tayyorlashda 1 g o‘simlik namunasini 25 ml 96% li etanolda 20 daqiqa ultratovushli vannada ektraksiya qilish bilan amalga oshirildi. Olingan ekstraktt 0,45 mkm li shpritsli filtrdan o‘tkazilib, analiz uchun foydalanildi. [4].

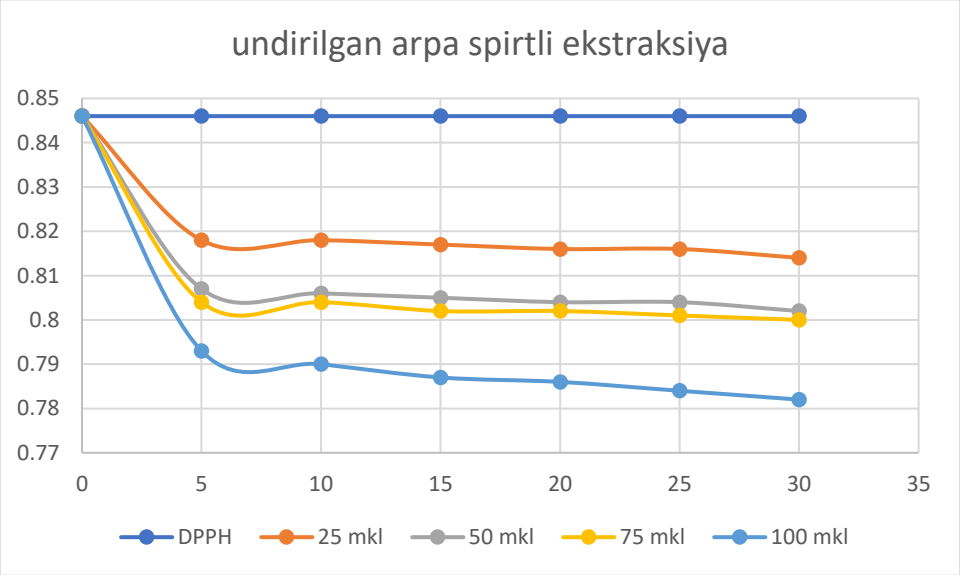
Namunalarning antiradikallik xususiyatini aniqlash. 4 ml hajmli kvarts kyuvetaga 3 ml DPPH eritmasi va 100 mkl etanol (bo‘sh namuna) qo‘shib, spektrofotometrga joylashtirildi hamda 30 daqiqa davomida har 5 daqiqada 517 nm to‘lqin uzunligida nur yutilishi (D_1) YOKE (Xitoy) tomonidan ishlab chiqarilgan K7000 spektrofotometrida o‘lchandi. Namunaning antiradikallik xususiyatini baholash uchun 25, 50, 75, 100 mkl namuna 3 ml DPPH eritmasi bilan aralashtirilib, yuqoridagi tartibda 517 nm dagi nur yutilishi (D_2) o‘lchandi. Kyuvetadagi eritmaning umumiy hajmini 3,1 ml ga yetkazish uchun qolgan qismiga etanol qo‘shildi. Namunalarning antiradikallik xususiyati quyidagi formula bilan hisoblandi:

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

Olingan natijalar quyidagi jadvalda berildi:

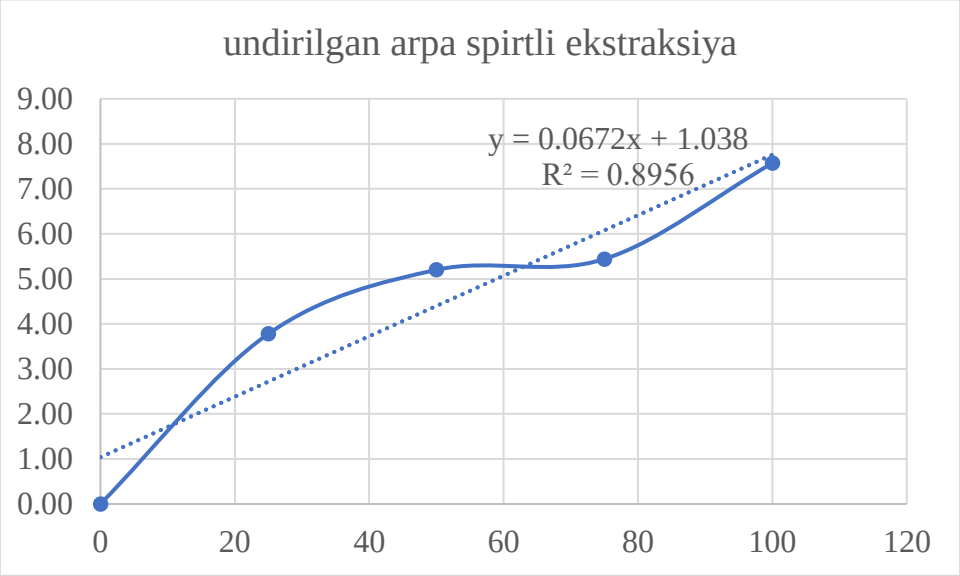
1-jadval. DPPH eritmasiga qo‘shilgan bo‘sh va tekshiriladigan *Undirilgan arpa* spirtli ektraksiya qilingan namunalarning o‘lchangan nur yutilishi va hisoblangan antiradikallik faollik qiymatlari.

Hajm, mkl	Vaqt, daq.	namuna					
		Abs, D	ARF%		Vaqt, daq.	Abs, D	ARF%
25	0	0,846	0,00	75	0	0,846	0,00
	5	0,818	3,31		5	0,804	4,96
	10	0,818	3,31		10	0,804	4,96
	15	0,817	3,43		15	0,802	5,20
	20	0,816	3,55		20	0,802	5,20
	25	0,816	3,55		25	0,801	5,32
	30	0,814	3,78		**30**	0,8	5,44
50	0	0,846	0,00	100	0	0,846	0,00
	5	0,807	4,61		5	0,793	6,26
	10	0,806	4,73		10	0,79	6,62
	15	0,805	4,85		15	0,787	6,97
	20	0,804	4,96		20	0,786	7,09
	25	0,804	4,96		25	0,784	7,33
	30	0,802	5,20		**30**	0,782	7,57



1-rasm. DPPH eritmasiga qo‘shilgan bo‘sh va tekshirilgan spirtli esktraksiya qilingan namunalar eritmalarining o‘lchangan nur yutilishining grafikda ko‘rinishi.

Namunalarning IC_{50} – DPPH eritmasining 50% gacha ingibirlash konsentratsiyasini hisoblash uchun har bir tajribada 30-daqiqadagi antiradikallik faolliklari (ARF%) qiymatlari va qo‘shilgan spirtli namunalar hajmi asosida quyidagi grafik tuzildi hamda unga o‘tkazilgan trend chizig‘i funktsiyasi asosida hisoblab topildi.



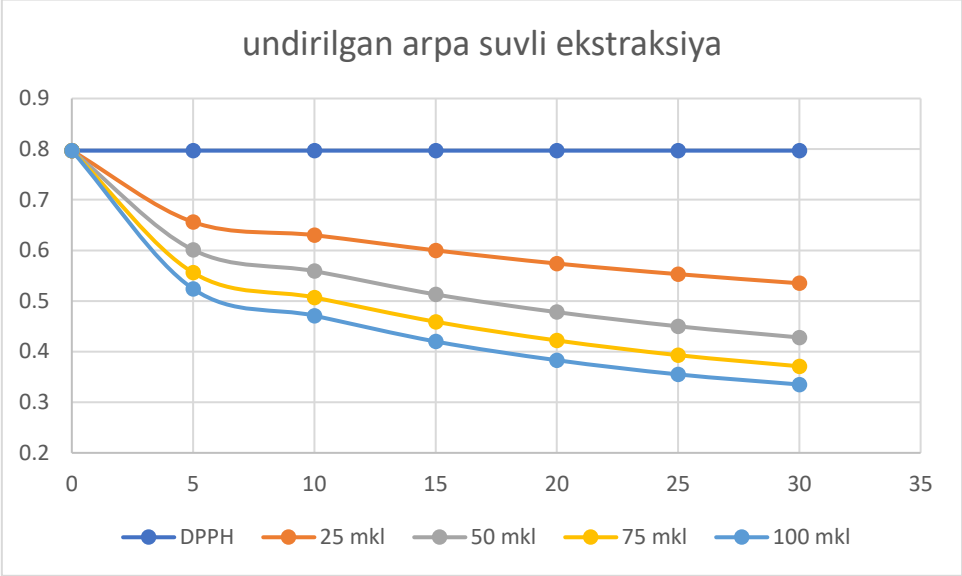
2-rasm. Spirtli estraksiya qilingan namunaning 10-daqiqada aniqlangan ARF% lari va hajmlari o‘rastidagi bog‘liqlik grafiki.

Grafikga o‘tkazilgan trend chizig‘i funksiya formulasi y=mx+b dan 50% ARF% namoyon qiluvchi hajmni (IC50) x=(y-b)/m formulasi asosida hisoblandi:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 1{,}038)}{0{,}0672} = 728{,}60\ mkl$$

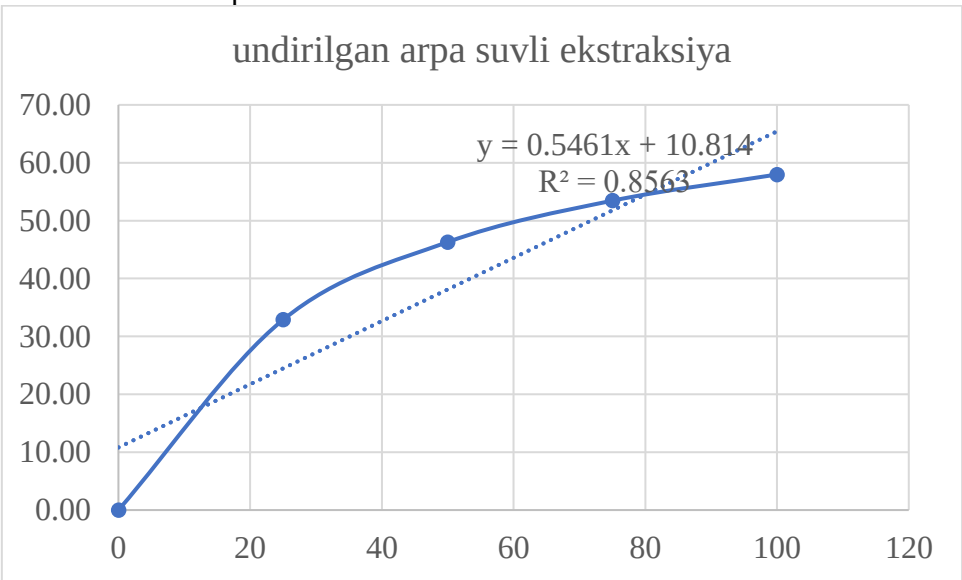
2-jadval.DPPH eritmasiga qo‘shilgan bo‘sh va tekshiriladigan *Undirilgan arpa* suvli ektraksiya qilingan namunalarning o‘lchangan nur yutilishi va hisoblangan antiradikallik faollik qiymatlari.

Hajm, mkl	Vaqt, daq.	namuna					
		Abs, D	ARF%		Vaqt, daq.	Abs, D	ARF%
25	0	0,797	0,00	75	0	0,797	0,00
	5	0,656	17,69		5	0,556	30,24
	10	0,63	20,95		10	0,507	36,39
	15	0,6	24,72		15	0,459	42,41
	20	0,574	27,98		20	0,422	47,05
	25	0,553	30,61		25	0,393	50,69
	30	0,535	32,87		**30**	0,371	53,45
50	0	0,797	0,00	100	0	0,797	0,00
	5	0,601	24,59		5	0,524	34,25
	10	0,559	29,86		10	0,471	40,90
	15	0,513	35,63		15	0,42	47,30
	20	0,478	40,03		20	0,383	51,94
	25	0,45	43,54		25	0,355	55,46
	30	0,428	46,30		**30**	0,335	57,97



3-rasm. DPPH eritmasiga qo‘shilgan bo‘sh va tekshirilgan suvli esktraksiya qilingan namunalar eritmalarining o‘lchangan nur yutilishining grafikda ko‘rinishi.

Namunalarning IC_{50} – DPPH eritmasining 50% gacha ingibirlash konsentratsiyasini hisoblash uchun har bir tajribada 30-daqiqadagi antiradikallik faolliklari (ARF%) qiymatlari va qo‘shilgan spirtli namunalar hajmi asosida quyidagi grafik tuzildi hamda unga o‘tkazilgan trend chizig‘i funktsiyasi asosida hisoblab topildi.



4-rasm. Suvli estraksiya qilingan namunaning 10-daqiqada aniqlangan ARF% lari va hajmlari o‘rastidagi bog‘liqlik grafiki.

Grafikga o‘tkazilgan trend chizig‘i funksiya formulasi y=mx+b dan 50% ARF% namoyon qiluvchi hajmni (IC_{50}) x=(y-b)/m formulasi asosida hisoblandi:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 10{,}814)}{0{,}5461} = 71{,}756\ mkl$$

3-jadval. Namunalar spirtli ekstrakttlarining100 mkldagi 30 daqiqadagi antiradikallik faolliklari qiymatlari (ARF%)

Vaqt	ARF%

	Undirilgan arpa spirtli	***Undirilgan arpa suvli***
30-minut	**7,37**	**57,97**

4-jadval. Namunalarning IC_{50} – DPPH eritmasining 50 % gacha ingibirlash konsentratsiyasini (mkl)

Vaqt	ARF%	
	Undirilgan arpa spirtli	***Undirilgan arpa suvli***
30-minut	**728,6**	**71,756**

Xulosa. Xulosa sifatida shuni ta‘kidlash mumkinki, tekshirilgan namunalar asosida tayyorlangan spirtli va suvli ekstrakttlar antiradikal faollik namoyon etgan. Ayniqsa, Suvli ekstraktt eng yaxshi ko‘rsatkich qayd etilib, 30 daqiqada 57,97 % antiradikal faollikka erishildi. Ushbu ekstrakttning IC_{50} qiymati **71,756 mkl** bo‘lib, yuqori antiradikal xususiyatga ega ekanligi aniqlandi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, undirilgan arpa ekstrakttlari kuchli antiradikallik xususiyatiga ega. Etanol ekstrakttining eng yuqori faollik ko‘rsatishi fenolik birikmalarning etanolda yaxshi erimasligiga bog‘liq bo‘lishi mumkin [9,10]. Undirish jarayoni davomida arpadagi fermentlar faollashib, hujayra devorini buzadi va bioaktiv birikmalarni chiqarishni osonlashtiradi [14].

Fenolik birikmalar, flavonoidlar va tokoferollar kabi antioksidantlar undirilgan arpada ko‘p miqdorda mavjud bo‘lib, ular DPPH radikallarini samarali ravishda tutadi [16,18]. Shuningdek, undirish jarayonida hosil bo‘ladigan peptidlar ham antioksidant xususiyatiga ega bo‘lishi mumkin (17).

Boshqa tadqiqotlar bilan taqqoslaganda, bizning natijalarimiz undirilgan arpa ekstrakttlarining yaxshi antiradikallik potentsialiga ega ekanligini tasdiqlaydi [18]. Bu natijalar arpaning funktsional oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarishda ishlatilishi mumkinligini ko‘rsatadi. Bu natijalar ***Undirilgan arpa*** o‘simligining, ayniqsa suvli ekstrakttining, tabiiy antioksidant manbai sifatida istiqbolli ekanligini ko‘rsatadi. Bu tadqiqot yo‘nalishi nafaqat ilmiy, balki amaliy jihatdan ham katta ahamiyatga ega, chunki u mahalliy xom ashyo asosida funktsional oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarish imkoniyatlarini ochadi.

Adabiyotlar

1. 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,

2. Blois, M,S, Antioxidant determinations by the use of a stable free radical, Nature 1958, 181, 1199–1200,,

3. Askarov I,R, Muminov M,M,, Yusupov M,A, STUDY OF ANTIRADICAL PROPERTIES OF ARTICHOKE (CYNARA SCOLYMUS L,) AND MILK THISTLE (SYLYBUM MARIANUM L,) VEGETABLE OILS, NamDU Ilmiy Axborotnomasi, 2024, 11, p,173-177,

4. 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,

5. Valko M, Leibfritz D, Moncol J, et al. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. Int J Biochem Cell Biol. 2007;39(1):44-84.

6. Lobo V, Patil A, Phatak A, Chandra N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. Pharmacogn Rev. 2010;4(8):118-126.

7. Baik BK, Ullrich SE. Barley for food: characteristics, improvement, and renewed interest. J Cereal Sci. 2008;48(2):233-242.

8. Idehen E, Tang Y, Sang S. Bioactive phytochemicals in barley. J Food Drug Anal. 2017;25(1):148-161.

9. Benítez V, Mollá E, Martín-Cabrejas MA, et al. Physicochemical properties of the protein fractions from germinated barley. Food Chem. 2013;141(3):2846-2853.

10. Lemmens E, Moroni AV, Pagand J, et al. Impact of cereal seed sprouting on its nutritional and technological properties: a critical review. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2019;18(1):305-328.

11. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food Sci Technol. 1995;28(1):25-30.

12. Altemimi A, Lakhssassi N, Baharlouei A, et al. Phytochemicals: extraction, isolation, and identification of bioactive compounds from plant extracts. Plants. 2017;6(4):42.

13. Paucar-Menacho LM, Martínez-Villaluenga C, Dueñas M, et al. Optimization of germination time and temperature to maximize the content of bioactive compounds and the antioxidant activity of purple corn (Zea mays L.) by response surface methodology. LWT-Food Sci Technol. 2017;76:236-244.

14. Okarter N, Liu RH. Health benefits of whole grain phytochemicals. Crit Rev Food Sci Nutr. 2010;50(3):193-208.

15. Ahmed A, Khalid N, Ahmad A, et al. Phytochemicals and biofunctional properties of buckwheat: a review. J Agric Sci. 2014;152(3):349-369.

16. Sarmadi BH, Ismail A. Antioxidative peptides from food proteins: a review. Peptides. 2010;31(10):1949-1956.

17. Sharma P, Gujral HS. Effect of sand roasting and microwave cooking on antioxidant activity of barley. Food Res Int. 2011;44(1):235-240.

18. Maillard MN, Berset C. Evolution of antioxidant activity during kilning: role of insoluble bound phenolic acids of barley and malt. J Agric Food Chem. 1995;43(7):1789-1793.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

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

ОЦЕНКА АНТИРАДИКАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПОЛУЧЕННЫХ ЭКСТРАКТОВ ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ МЕТОДОМ DPPH

Нафиса Олимжоновна Уринбоева
Ферганский государственный университет Аспирант кафедры химии
https://orcid.org/0009-0008-2175-0608
E-mail: avval200920@gmail.com

Мукаммал Ёрмухаматовна Имомова
Ферганский государственный университет Доцент кафедры химии, доктор философии по химии
https://orcid.org/0009-0001-6784-1424

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol4.iss2.2025.496

Ключевые слова:
Молотый ячмень, антирадикальные свойства, метод DPPH, антиоксидантная активность, биологически активные соединения, экстракт

Аннотация
Целью данного исследования является оценка антирадикальных свойств собранного зерна ячменя (Hordeum) с использованием метода DPPH, сравнение антиоксидантной активности экстрактов, полученных с использованием различных растворителей, а также оценка перспективности местного сорта ячменя как функционального лечебного продукта питания путем определения его биоактивного потенциала.

Как цитировать
Уринбоева, Н. О., & Имомова , М. Ё. ОЦЕНКА АНТИРАДИКАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПОЛУЧЕННЫХ ЭКСТРАКТОВ ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ МЕТОДОМ DPPH. Журнал химии товаров и народной медицины, 4(2). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol4.iss2.2025.496

Введение. В настоящее время увеличивается число заболеваний, вызванных негативным воздействием свободных радикалов и окислительного стресса на организм. Окислительный стресс играет важную роль в развитии сердечно-сосудистых заболеваний, рака, сахарного диабета, болезни Альцгеймера, болезни Паркинсона и других дегенеративных заболеваний [5,6]. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), эти заболевания входят в число основных причин глобальной смертности и существенно снижают качество жизни населения планеты. Хотя синтетические антиоксиданты (E319, E320, E321 и др.) широко используются в пищевой промышленности, доказано, что их длительное потребление представляет потенциальный риск для здоровья человека [7]. Поэтому поиск природных антиоксидантов и изучение их свойств является одной из наиболее актуальных проблем современной медицины и пищевой промышленности. Природные антиоксиданты отличаются не только своей безопасностью, но и зачастую наличием дополнительных биологических активностей. Биоактивные соединения из растительных источников, в частности фенольные соединения, флавоноиды, токоферолы и каротиноиды, обладают сильными антиоксидантными свойствами и могут быть использованы в профилактических и лечебных целях [8]. Среди злаков ячмень (Hordeum vulgae L.) привлекает особое внимание благодаря своему уникальному химическому составу и высокому биоактивному потенциалу. Ячмень является одним из древнейших и наиболее распространенных злаков в мире, который используется в пищу человеком более 10 000 лет. С ботанической точки зрения ячмень

относится к семейству Poaceae и возделывается практически во всех климатических регионах мира (9). В настоящее время ячмень в основном используется в качестве корма в животноводстве и в пивоварении, но многочисленные биоактивные соединения, которые он содержит, расширяют его потенциал как функционального пищевого продукта. Ячмень содержит ценные биологически активные соединения, такие как β-глюкан, фенольные кислоты (феруловая, п-кумаровая, ванилиновая), флавоноиды (кверцетин, лютеолин, апигенин), антоцианы, токоферолы и фитостерины [10,11]. Большая часть этих соединений сосредоточена в оболочке и зародыше зерна, а их биологическая активность во многих случаях превышает таковую синтетических антиоксидантов. Прорастание - это стадия возобновления жизнедеятельности семени растения, во время которой в семени происходят сильные биохимические изменения. Процесс прорастания существенно изменяет химический состав ячменя и увеличивает количество биологически активных веществ в несколько раз. Во время помола активируются различные ферменты (амилаза, протеаза, липаза и др.), расщепляющие белки, углеводы и жиры, при этом образуются новые соединения с антиоксидантными свойствами [12,13]. В процессе помола количество β-глюкана увеличивается в 3–5 раз, количество фенольных соединений – в 2–4 раза, а количество витамина Е – в 2–3 раза [10]. Также в процессе помола уменьшается количество антинутриентов, таких как фитиновая кислота, что улучшает усвоение полезных веществ. Эти изменения делают молотый ячмень более ценным пищевым продуктом по сравнению с обычным ячменем.

Экспериментальная часть. Существуют различные методы оценки антиоксидантной активности, основанные главным образом на механизме нейтрализации свободных радикалов. Метод DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразила) является одним из наиболее распространенных, простых и надежных методов оценки антиоксидантной активности (14). Этот метод был разработан Блуа в 1958 году и основан на использовании фиолетового раствора стабильного азотистого радикала. Под воздействием антиоксидантов радикал DPPH нейтрализуется, и цвет раствора меняется с фиолетового на желтый, что можно измерить спектрофотометрически при длине волны 517 нм.

Материалы исследования. Для исследования использовался местный сорт ячменя (Hordeum vulgae L.). Зерна ячменя были получены из фермерских хозяйств Ферганской области, а процесс проращивания проводился в лабораторных условиях. Зерна ячменя промывали дистиллированной водой и замачивали в течение 12 часов. Затем влажность высушивали до 45–50% и экстрагировали в темноте при температуре 20–22 °C в течение 72 часов. Экстрагированный образец зерна ячменя высушивали при 60 °C и измельчали.

Оценка антирадикальных свойств образца методом DPPH. Изменение цвета фиолетового раствора 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (DPPH) позволяет определить наличие некоторых чистых антиоксидантных соединений, обладающих свойствами донора атома водорода или электрона. Стабильный DPPH• — это реагент, используемый в спектрофотометрическом анализе [1]. В данном эксперименте использовался метод Блуа [2] для оценки ингибирования свободных радикалов DPPH• с небольшими модификациями [3].

Приготовление рабочего раствора DPPH. Раствор DPPH• концентрацией 7,92 мМ в этаноле готовили в мерной колбе объемом 100 мл, обертывали алюминиевой фольгой и выдерживали в темноте при комнатной температуре в течение 30 минут. Приготовление экстрактов образцов. Спиртовые и водные экстракты готовили из собранного растения ячменя. Приготовление экстрактов осуществляли путем экстракции 1 г растительного образца в 25 мл 96% этанола в течение 20 минут в ультразвуковой ванне. Полученный экстракт пропускали через шприцевой фильтр с размером пор 0,45 мкм и использовали для анализа. [4].

Определение антирадикальных свойств образцов. 3 мл раствора DPPH и 100 мкл этанола (холостая проба) добавляли в кварцевую кювету объемом 4 мл, помещали в спектрофотометр и измеряли поглощение света (D1) на длине волны 517 нм каждые 5 минут

в течение 30 минут с помощью спектрофотометра K7000 производства YOKE (Китай). Для оценки антирадикальной активности образца 25, 50, 75, 100 мкл образца смешивали с 3 мл раствора DPPH и измеряли оптическую плотность (D2) при 517 нм в указанном выше порядке. К оставшемуся объёму добавляли этанол до достижения общего объёма раствора в кювете 3,1 мл. Антирадикальную активность образцов рассчитывали по следующей формуле:

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

Полученные результаты приведены в следующей таблице:

Таблица 1. Измеренные значения светопоглощения и рассчитанные значения антирадикальной активности холостых и опытных образцов спиртового экстракта ферментированного ячменя, добавленного к раствору DPPH.

Объем, мкл.	Время, мин	образец					
		Abs, D	ARF%		Время, мин	Abs, D	ARF%
25	0	0,846	0,00	75	0	0,846	0,00
	5	0,818	3,31		5	0,804	4,96
	10	0,818	3,31		10	0,804	4,96
	15	0,817	3,43		15	0,802	5,20
	20	0,816	3,55		20	0,802	5,20
	25	0,816	3,55		25	0,801	5,32
	30	0,814	3,78		**30**	0,8	5,44
50	0	0,846	0,00	100	0	0,846	0,00
	5	0,807	4,61		5	0,793	6,26
	10	0,806	4,73		10	0,79	6,62
	15	0,805	4,85		15	0,787	6,97
	20	0,804	4,96		20	0,786	7,09
	25	0,804	4,96		25	0,784	7,33
	30	0,802	5,20		**30**	0,782	7,57

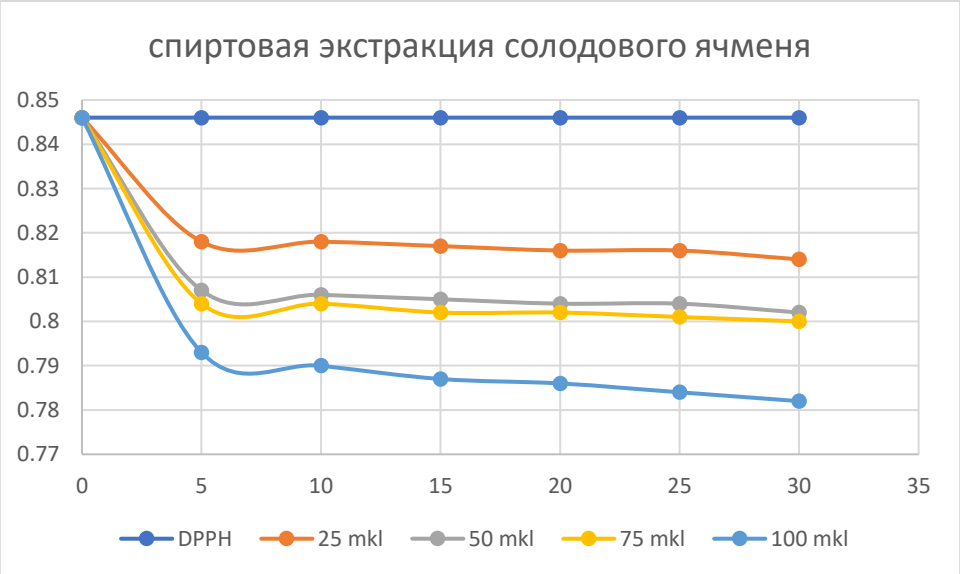


Рисунок 2. График зависимости между ARF% и объёмами, определёнными через 10 минут после экстракции спиртом.

Линия тренда, построенная на графике, была рассчитана по формуле y=mx+b, а объём, соответствующий 50% ARF% (IC50), был рассчитан по формуле x=(y-b)/m:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 1{,}038)}{0{,}0672} = 728{,}60\ mkl$$

Таблица 2. Измеренные значения поглощения света и рассчитанные значения антирадикальной активности холостых и опытных образцов пророщенного ячменя, экстрагированного водой, с добавлением раствора DPPH

Объем, мкл	Время, мин.	образец					
		Abs, D	ARF%		Время, мин..	Abs, D	ARF%
25	0	0,797	0,00	75	0	0,797	0,00
	5	0,656	17,69		5	0,556	30,24
	10	0,63	20,95		10	0,507	36,39
	15	0,6	24,72		15	0,459	42,41
	20	0,574	27,98		20	0,422	47,05
	25	0,553	30,61		25	0,393	50,69
	30	0,535	32,87		**30**	0,371	53,45
50	0	0,797	0,00	100	0	0,797	0,00
	5	0,601	24,59		5	0,524	34,25
	10	0,559	29,86		10	0,471	40,90
	15	0,513	35,63		15	0,42	47,30
	20	0,478	40,03		20	0,383	51,94
	25	0,45	43,54		25	0,355	55,46
	30	0,428	46,30		**30**	0,335	57,97

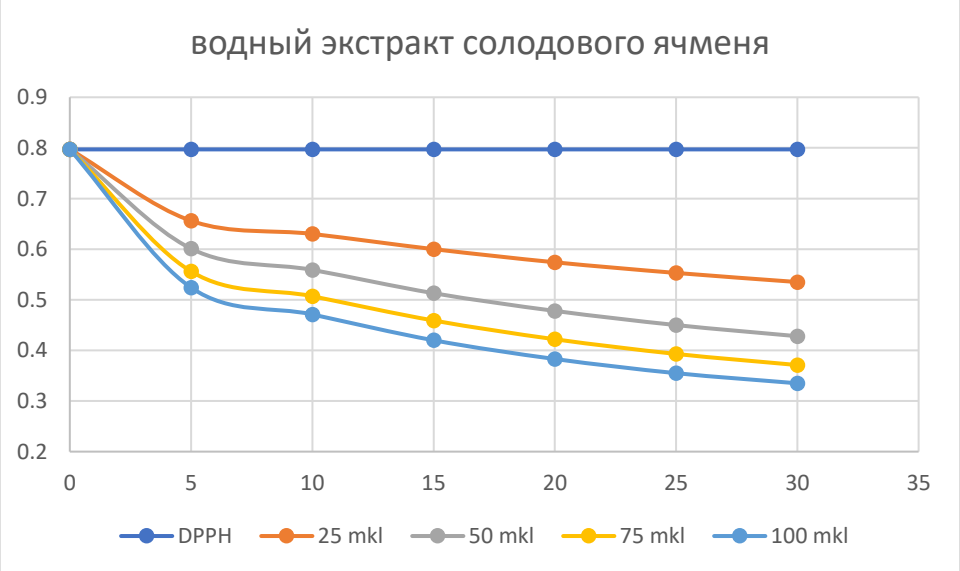


Рисунок 3. Графическое представление измеренного поглощения света пустыми и исследуемыми растворами водных экстрагированных образцов с добавлением раствора DPPH.

Для расчета IC50 образцов — 50%-ной ингибирующей концентрации раствора DPPH — был построен следующий график на основе значений 30-минутной антирадикальной активности (ARF%) и объема образцов спирта, добавленных в каждом эксперименте, и рассчитанных на основе примененной к нему функции линии тренда.

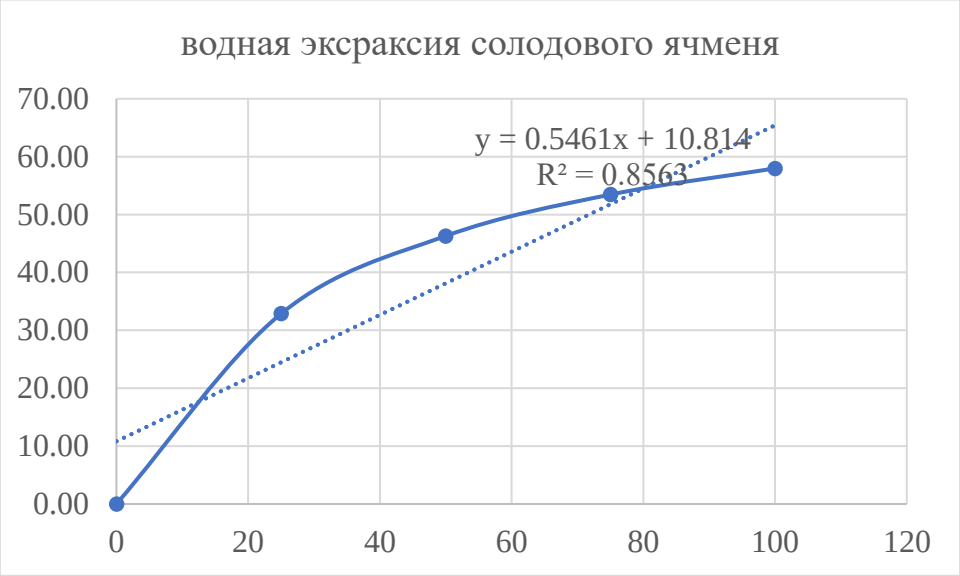


Рисунок 4. График зависимости между ARF% и объёмами, определёнными через 10 минут после экстракции образца водной экстракции.

Линия тренда, построенная на графике, была рассчитана по формуле y=mx+b, а объём, соответствующий 50% ARF% (IC50), был рассчитан по формуле x=(y-b)/m:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 10{,}814)}{0{,}5461} = 71{,}756\ mkl$$

Таблица 3. Значения антирадикальной активности (ARF%) 100 мкл спиртовых извлечений образцов через 30 минут

Время	ARF%	
	Пророщенный ячмень, спиртовой	***Пророщенный ячмень, водный***
30-минут	**7,37**	**57,97**

Таблица 4. IC50 образцов – 50% ингибирующая концентрация раствора DPPH (мкл)

Время	ARF%	
	Пророщенный ячмень, спиртовой	Пророщенный ячмень, водный раствор
30 минут	**728,6**	**71,756**

Заключение: В заключение можно отметить, что спиртовые и водные экстракты, приготовленные из исследуемых образцов, проявили антирадикальную активность. В частности, водный экстракт показал наилучшие результаты, достигнув 57,97% антирадикальной активности за 30 минут. Значение IC_{50} этого экстракта составило 71,756 мкл, что указывает на высокую антирадикальную активность.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что экстрагированные экстракты ячменя обладают выраженными антирадикальными свойствами. Более высокая активность этанольного экстракта может быть связана с плохой растворимостью фенольных соединений в этаноле [9,10]. В процессе экстракции активируются ферменты ячменя, которые разрушают клеточную стенку и способствуют высвобождению биологически активных соединений [14].

Экстрагированный ячмень богат антиоксидантами, такими как фенольные соединения, флавоноиды и токоферолы, которые эффективно нейтрализуют радикалы DPPH [16,18]. Пептиды, образующиеся в процессе экстракции, также могут обладать антиоксидантными свойствами (17). В сравнении с другими исследованиями, наши результаты подтверждают, что экстракты ячменя обладают хорошим антирадикальным потенциалом [18]. Эти результаты свидетельствуют о возможности использования ячменя в производстве функциональных пищевых продуктов. Полученные результаты указывают на то, что экстракт ячменя, особенно его водный экстракт, является перспективным источником природных антиоксидантов. Данное направление исследований имеет большое значение не только с научной, но и с практической точки зрения, поскольку открывает возможности для производства функциональных пищевых продуктов на основе местного сырья.

Литературы

1. 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,
2. Blois, M,S, Antioxidant determinations by the use of a stable free radical, Nature 1958, 181, 1199–1200,,
3. Askarov I,R, Muminov M,M,, Yusupov M,A, STUDY OF ANTIRADICAL PROPERTIES OF ARTICHOKE (CYNARA SCOLYMUS L,) AND MILK THISTLE (SYLYBUM MARIANUM L,) VEGETABLE OILS, NamDU Ilmiy Axborotnomasi, 2024, 11, p,173-177,
4. 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,
5. Valko M, Leibfritz D, Moncol J, et al. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. Int J Biochem Cell Biol. 2007;39(1):44-84.
6. Lobo V, Patil A, Phatak A, Chandra N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. Pharmacogn Rev. 2010;4(8):118-126.
7. Baik BK, Ullrich SE. Barley for food: characteristics, improvement, and renewed interest. J Cereal Sci. 2008;48(2):233-242.
8. Idehen E, Tang Y, Sang S. Bioactive phytochemicals in barley. J Food Drug Anal. 2017;25(1):148-161.
9. Benítez V, Mollá E, Martín-Cabrejas MA, et al. Physicochemical properties of the protein fractions from germinated barley. Food Chem. 2013;141(3):2846-2853.
10. Lemmens E, Moroni AV, Pagand J, et al. Impact of cereal seed sprouting on its nutritional and technological properties: a critical review. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2019;18(1):305-328.
11. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food Sci Technol. 1995;28(1):25-30.
12. Altemimi A, Lakhssassi N, Baharlouei A, et al. Phytochemicals: extraction, isolation, and identification of bioactive compounds from plant extracts. Plants. 2017;6(4):42.
13. Paucar-Menacho LM, Martínez-Villaluenga C, Dueñas M, et al. Optimization of germination time and temperature to maximize the content of bioactive compounds and the antioxidant activity of purple corn (Zea mays L.) by response surface methodology. LWT-Food Sci Technol. 2017;76:236-244.

14. Okarter N, Liu RH. Health benefits of whole grain phytochemicals. Crit Rev Food Sci Nutr. 2010;50(3):193-208.
15. Ahmed A, Khalid N, Ahmad A, et al. Phytochemicals and biofunctional properties of buckwheat: a review. J Agric Sci. 2014;152(3):349-369.
16. Sarmadi BH, Ismail A. Antioxidative peptides from food proteins: a review. Peptides. 2010;31(10):1949-1956.
17. Sharma P, Gujral HS. Effect of sand roasting and microwave cooking on antioxidant activity of barley. Food Res Int. 2011;44(1):235-240.
18. Maillard MN, Berset C. Evolution of antioxidant activity during kilning: role of insoluble bound phenolic acids of barley and malt. J Agric Food Chem. 1995;43(7):1789-1793.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

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

EVALUATION OF ANTI-RADICAL PROPERTIES OF PRODUCED BARLEY GRAINS USING THE DPPH METHOD

Nafisa O. Urinboyeva
Fergana State University PhD student in the Department of Chemistry
https://orcid.org/0009-0008-2175-0608
E-mail: avval200920@gmail.com

Mukammal Yo. Imomova
Fergana State University Associate Professor of the Department of Chemistry, Doctor of Philosophy in Chemistry
https://orcid.org/0009-0001-6784-1424

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol4.iss2.2025.496

Keywords:
Milled barley, antiradical properties, DPPH method, antioxidant activity, bioactive compounds, extract

Annotation
The aim of this study is to evaluate the antiradical properties of harvested barley (Hordeum) grain using the DPPH method, compare the antioxidant activity of extracts obtained using different solvents, and evaluate the prospects of a local barley variety as a functional medicinal food product by determining its bioactive potential.

How to Cite
Urinboyeva, N. O., & Imomova, M. Y. EVALUATION OF ANTI-RADICAL PROPERTIES OF PRODUCED BARLEY GRAINS USING THE DPPH METHOD. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 4(2). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol4.iss2.2025.496

Introduction. Currently, the number of diseases caused by the negative effects of free radicals and oxidative stress on the body is increasing. Oxidative stress plays an important role in the development of cardiovascular diseases, cancer, diabetes mellitus, Alzheimer's disease, Parkinson's disease and other degenerative diseases [5,6]. According to the World Health Organization (WHO), these diseases are among the leading causes of global death and significantly reduce the quality of life of the world's population. Although synthetic antioxidants (E319, E320, E321, etc.) are widely used in the food industry, their long-term consumption has been shown to pose a potential risk to human health [7]. Therefore, the search for natural antioxidants and the study of their properties is one of the most urgent issues in modern medicine and the food industry. Natural antioxidants are distinguished not only by their safety, but also often by the presence of additional biological activities. Bioactive compounds from plant sources, in particular phenolic compounds, flavonoids, tocopherols and carotenoids, have strong antioxidant properties and can be used for preventive and therapeutic purposes [8]. Among cereals, barley (Hordeum vulgae L.) attracts special attention due to its unique chemical composition and high bioactive potential. Barley is one of the oldest and most widespread cereals in the world, having been used in human food for more than 10,000 years. Botanically, barley belongs to the Poaceae family and is cultivated in almost all climatic regions of the world (9). Currently, barley is mainly used as feed in livestock farming and in beer production, but the many bioactive compounds it contains expand its potential as a functional food product. Barley contains valuable bioactive compounds such as β-glucan, phenolic acids (ferulic, p-coumaric, vanillic acids), flavonoids (quercetin, luteolin, apigenin), anthocyanins, tocopherols, and phytosterols [10,11]. Most of these compounds are concentrated in the grain husk and embryo, and their biological activity in

many cases exceeds that of synthetic antioxidants. Germination is the stage of resumption of the vital activity of the plant seed, during which strong biochemical changes occur in the seed. The germination process significantly changes the chemical composition of barley and increases the amount of bioactive substances several times. During milling, various enzymes (amylase, protease, lipase, etc.) are activated, breaking down proteins, carbohydrates, and fats, while new compounds with antioxidant properties are formed [12,13]. During milling, the amount of β-glucan increases by 3-5 times, the amount of phenolic compounds by 2-4 times, and the amount of vitamin E by 2-3 times [10]. Also, during milling, the amount of antinutrients such as phytic acid decreases, which improves the absorption of beneficial elements. These changes make milled barley a more valuable food product than ordinary barley.

Experimental part. There are various methods for assessing antioxidant activity, which are mainly based on the mechanism of free radical scavenging. The DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) method is one of the most common, simple and reliable methods for assessing antioxidant activity (14). This method was developed by Blois in 1958 and is based on a purple solution of a stable nitrogen radical. Under the influence of antioxidants, the DPPH radical is neutralized, and the color of the solution changes from purple to yellow, which can be measured spectrophotometrically at a wavelength of 517 nm.

Research materials. A local barley variety (Hordeum vulgae L.) was used for the study. Barley grains were obtained from farms in the Fergana region, and the germination process was carried out in laboratory conditions. Barley grains were washed with distilled water and soaked for 12 hours. Then, the moisture content was dried to 45-50% and extracted in the dark at 20-22°C for 72 hours. The extracted barley grain sample was dried at 60°C and ground.

Evaluation of the antiradical properties of the sample by the DPPH method. The discoloration of the purple 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) solution allows us to determine the presence of some pure antioxidant compounds that have the properties of donating a hydrogen atom or an electron. Stable DPPH• is a reagent used in spectrophotometric analysis [1]. In this experiment, the method of Blois [2] for evaluating the inhibition of DPPH• free radicals was used with minor modifications [3].

Preparation of DPPH working solution. A 7.92 mM DPPH• solution in ethanol was prepared in a 100 ml volumetric flask, wrapped in aluminum foil and kept in the dark at room temperature for 30 minutes.

Preparation of sample extracts. Alcoholic and aqueous extracts were prepared from the harvested barley plant. The preparation of sample extracts was carried out by extracting 1 g of plant sample in 25 ml of 96% ethanol for 20 minutes in an ultrasonic bath. The obtained extract was passed through a 0.45 μm syringe filter and used for analysis. [4].

Determination of the antiradical properties of the samples. 3 ml of DPPH solution and 100 μl of ethanol (blank sample) were added to a 4 ml quartz cuvette, placed in a spectrophotometer, and the light absorption (D1) at a wavelength of 517 nm was measured every 5 minutes for 30 minutes using a K7000 spectrophotometer manufactured by YOKE (China). To evaluate the antiradical activity of the sample, 25, 50, 75, 100 μl of the sample were mixed with 3 ml of DPPH solution and the absorbance (D2) at 517 nm was measured in the above order. Ethanol was added to the remaining volume to bring the total volume of the solution in the cuvette to 3.1 ml. The antiradical activity of the samples was calculated using the following formula:

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

The results obtained are given in the following table:

Table 1. Measured light absorption and calculated antiradical activity values of blank and test samples of fermented barley alcohol extract added to DPPH solution.

Volume, µl		sample					
		Abs, D	ARF%		Time, min.	Abs, D	ARF%
25	0	0,846	0,00	75	0	0,846	0,00
	5	0,818	3,31		5	0,804	4,96
	10	0,818	3,31		10	0,804	4,96
	15	0,817	3,43		15	0,802	5,20
	20	0,816	3,55		20	0,802	5,20
	25	0,816	3,55		25	0,801	5,32
	30	0,814	3,78		**30**	0,8	5,44
50	0	0,846	0,00	100	0	0,846	0,00
	5	0,807	4,61		5	0,793	6,26
	10	0,806	4,73		10	0,79	6,62
	15	0,805	4,85		15	0,787	6,97
	20	0,804	4,96		20	0,786	7,09
	25	0,804	4,96		25	0,784	7,33
	30	0,802	5,20		**30**	0,782	7,57

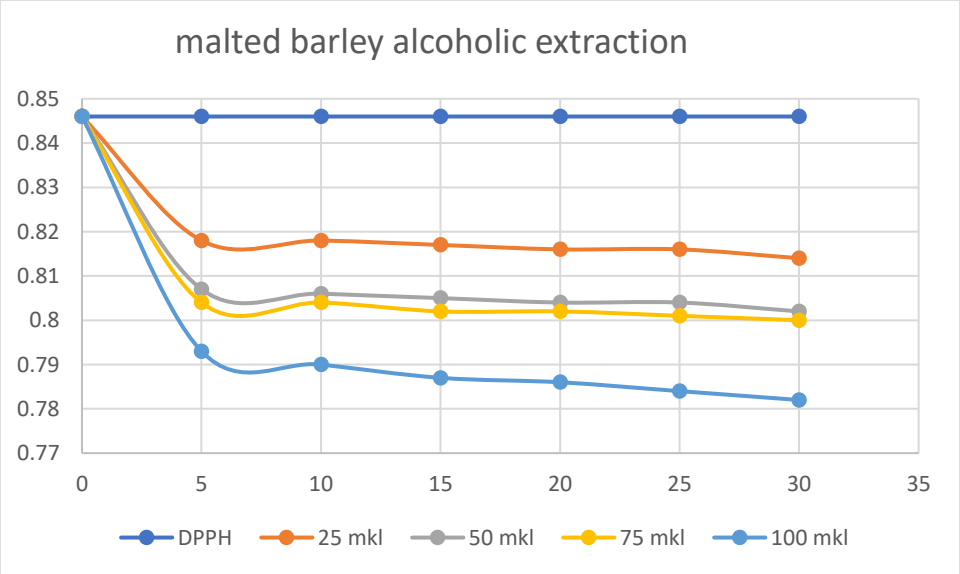


Figure 2. Graph of the relationship between ARA% and volumes determined at 10 minutes of the alcohol extracted sample.

The trend line plotted on the graph was calculated from the function formula y=mx+b, and the volume exhibiting 50% ARA% (IC_{50}) was calculated based on the formula x=(y-b)/m:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 1{,}038)}{0{,}0672} = 728{,}60\ mkl$$

Table 2. Measured light absorption and calculated antiradical activity values of blank and test samples of water-extracted sprouted barley spiked with DPPH solution

Volume, µl	Time, min.	sample					
		Abs, D	ARA%		Time, min.	Abs, D	ARA%
25	0	0,797	0,00	75	0	0,797	0,00
	5	0,656	17,69		5	0,556	30,24
	10	0,63	20,95		10	0,507	36,39

	15	0,6	24,72		15	0,459	42,41
	20	0,574	27,98		20	0,422	47,05
	25	0,553	30,61		25	0,393	50,69
	30	0,535	32,87		**30**	0,371	53,45
50	0	0,797	0,00	100	0	0,797	0,00
	5	0,601	24,59		5	0,524	34,25
	10	0,559	29,86		10	0,471	40,90
	15	0,513	35,63		15	0,42	47,30
	20	0,478	40,03		20	0,383	51,94
	25	0,45	43,54		25	0,355	55,46
	30	0,428	46,30		**30**	0,335	57,97

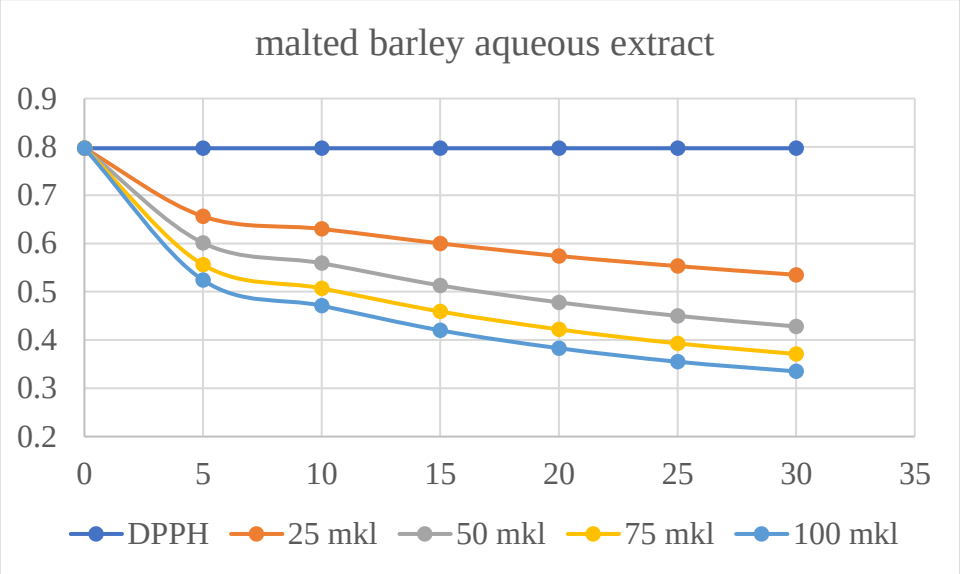


Figure 3. Graphical representation of the measured light absorption of blank and tested aqueous extracted sample solutions spiked with DPPH solution.

To calculate the IC_{50} of the samples - the 50% inhibition concentration of the DPPH solution - the following graph was constructed based on the 30-minute antiradical activity (ARA%) values and the volume of alcohol samples added in each experiment and calculated based on the trend line function applied to it.

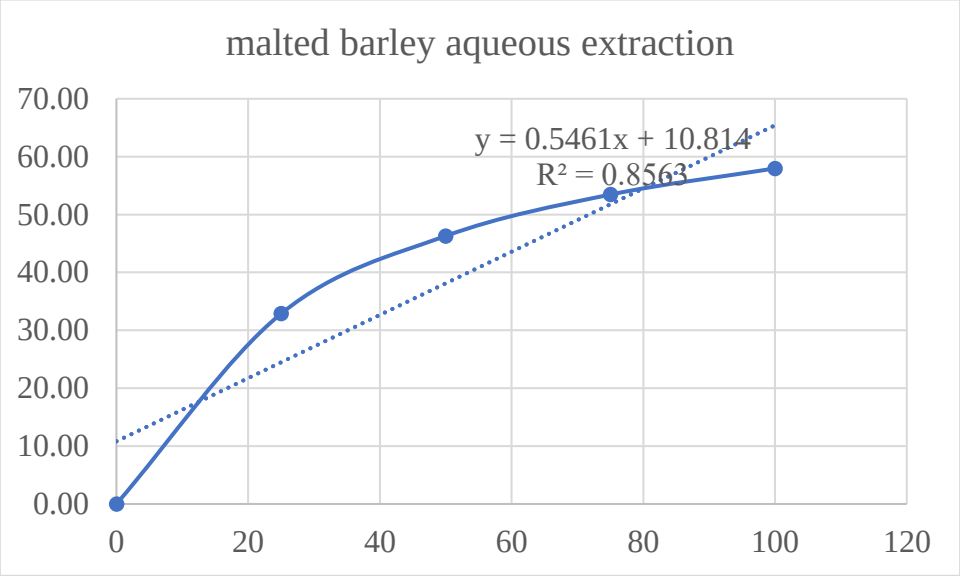


Figure 4. Graph of the relationship between ARA% and volumes determined at 10 minutes of the aqueous extracted sample.

The trend line plotted on the graph was calculated from the function formula y=mx+b, and the volume exhibiting 50% ARA% (IC_{50}) was calculated based on the formula x=(y-b)/m:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 10{,}814)}{0{,}5461} = 71{,}756\ mkl$$

Table 3. Antiradical activity values (ARA%) of 100 µl of alcoholic extracts of samples at 30 minutes

Time	ARA%	
	Sprouted barley, alcohol solution	***Sprouted barley, water solution***
30 minutes	**7,37**	**57,97**

Table 4. IC_{50} of samples – 50% inhibition concentration of DPPH solution (µl)

Time	ARA%	
	Germinated barley, alcohol solution раствор	Germinated barley, water solution
30 minutes	**728,6**	**71,756**

Conclusion. In conclusion, it can be noted that the alcoholic and aqueous extracts prepared from the tested samples showed antiradical activity. In particular, the aqueous extract showed the best performance, achieving 57.97% antiradical activity in 30 minutes. The IC_{50} value of this extract was 71.756 µl, indicating high antiradical activity.

The results obtained indicate that the extracted barley extracts have strong antiradical properties. The higher activity of the ethanol extract may be due to the poor solubility of phenolic

compounds in ethanol [9,10]. During the extraction process, enzymes in barley are activated, which break down the cell wall and facilitate the release of bioactive compounds [14].

Antioxidants such as phenolic compounds, flavonoids, and tocopherols are abundant in extracted barley, which effectively scavenge DPPH radicals [16,18]. Peptides formed during the extraction process may also have antioxidant properties (17).

Compared with other studies, our results confirm that extracted barley extracts have good antiradical potential [18]. These results indicate that barley can be used in the production of functional food products. These results indicate that the extracted barley plant, especially its aqueous extract, is a promising source of natural antioxidants. This research area is of great importance not only from a scientific but also from a practical point of view, as it opens up opportunities for the production of functional food products based on local raw materials.

References

1. 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,
2. Blois, M,S, Antioxidant determinations by the use of a stable free radical, Nature 1958, 181, 1199–1200,,
3. Askarov I,R, Muminov M,M,, Yusupov M,A, STUDY OF ANTIRADICAL PROPERTIES OF ARTICHOKE (CYNARA SCOLYMUS L,) AND MILK THISTLE (SYLYBUM MARIANUM L,) VEGETABLE OILS, NamDU Ilmiy Axborotnomasi, 2024, 11, p,173-177,
4. 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,
5. Valko M, Leibfritz D, Moncol J, et al. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. Int J Biochem Cell Biol. 2007;39(1):44-84.
6. Lobo V, Patil A, Phatak A, Chandra N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. Pharmacogn Rev. 2010;4(8):118-126.
7. Baik BK, Ullrich SE. Barley for food: characteristics, improvement, and renewed interest. J Cereal Sci. 2008;48(2):233-242.
8. Idehen E, Tang Y, Sang S. Bioactive phytochemicals in barley. J Food Drug Anal. 2017;25(1):148-161.
9. Benítez V, Mollá E, Martín-Cabrejas MA, et al. Physicochemical properties of the protein fractions from germinated barley. Food Chem. 2013;141(3):2846-2853.
10. Lemmens E, Moroni AV, Pagand J, et al. Impact of cereal seed sprouting on its nutritional and technological properties: a critical review. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2019;18(1):305-328.
11. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food Sci Technol. 1995;28(1):25-30.
12. Altemimi A, Lakhssassi N, Baharlouei A, et al. Phytochemicals: extraction, isolation, and identification of bioactive compounds from plant extracts. Plants. 2017;6(4):42.
13. Paucar-Menacho LM, Martínez-Villaluenga C, Dueñas M, et al. Optimization of germination time and temperature to maximize the content of bioactive compounds and the antioxidant activity of purple corn (Zea mays L.) by response surface methodology. LWT-Food Sci Technol. 2017;76:236-244.
14. Okarter N, Liu RH. Health benefits of whole grain phytochemicals. Crit Rev Food Sci Nutr. 2010;50(3):193-208.
15. Ahmed A, Khalid N, Ahmad A, et al. Phytochemicals and biofunctional properties of buckwheat: a review. J Agric Sci. 2014;152(3):349-369.

16. Sarmadi BH, Ismail A. Antioxidative peptides from food proteins: a review. Peptides. 2010;31(10):1949-1956.
17. Sharma P, Gujral HS. Effect of sand roasting and microwave cooking on antioxidant activity of barley. Food Res Int. 2011;44(1):235-240.
18. Maillard MN, Berset C. Evolution of antioxidant activity during kilning: role of insoluble bound phenolic acids of barley and malt. J Agric Food Chem. 1995;43(7):1789-1793.