Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 5, 2026 Traditional Medicine

DORIVOR LIMONO‘T VA QIZILMIYA O‘SIMLIKLARI KOMPOZITSIYALARINING 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

Irodaxon Yusupovna Mamatova
Andijon davlat tibbiyot instituti, Biologik kimyo kafedrasi mudiri, kimyo fanlari doktori, professor
https://orcid.org/0009-0003-0675-994X

Muhiddin G‘ulomjon o‘g‘li No‘monjonov
Andijon davlat tibbiyot instituti, Biologik kimyo kafedrasi assistenti, Qo‘qon davlat universiteti tayanch doktoranti
https://orcid.org/0009-0001-7281-5538
E-mail: nomonjonovmuxiddin@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.724

Annottsiya: Ushbu maqolada ilmiy tibbiyotda foydalanib kelinayotgan dorivor o‘simliklardan biri hisoblangan dorivor limono‘t (*Melissa Officinalis L.*) va qizilmiya (*Glycyrrhiza glabra L.*) o‘simliklari har xil nisbatdagi kompozitsiyalarining suvli va spirtli ekstraktlarini 2,2-difenil-1-pikrilgidrazil (DPPH) erkin radikallarini so‘ndirish usulida baholandi. Ularning yuqori antiradikal faollikka ega ekanligi aniqlandi. Standart sharoitda DPPH erkin radikallarini 50 foizga so‘ndirish uchun yetarli bo‘lgan 1:1, 1:3 va 3:1 nisbatli aralashmalarning suv va etanoldagi ekstraktlari minimal hajmi o‘rganilib, natijada limono‘t va qizilmiyaning aralashmalari ayniqsa, 3:1 nisbatdagi kompozitsiyasi tabobatda oksidlanish stressini oldini olishda istiqbolli shifobaxsh vositalar sifatida qo‘llanilishi mumkinligiga dalolat berdi.

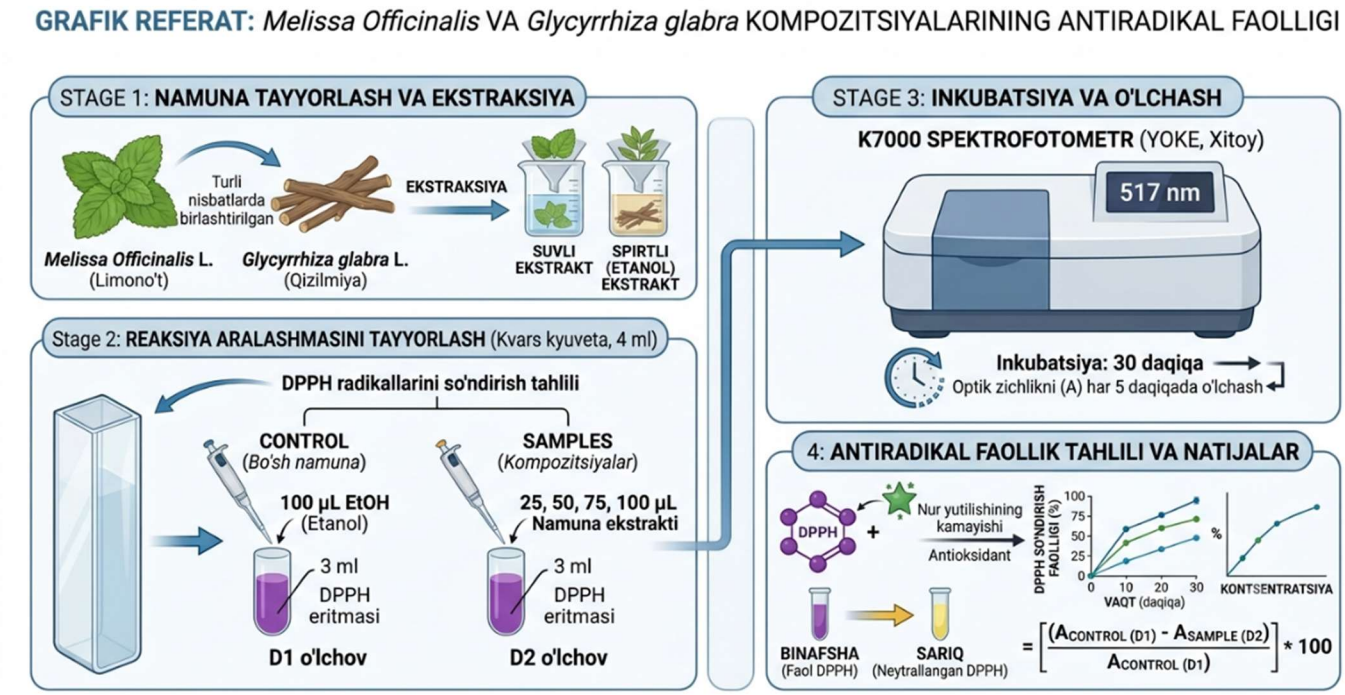
Kalit so‘zlar: *Melissa Officinalis L., Glycyrrhiza glabra L.*, ekstraksiya, antiradikal faollik, 2,2-difenil-1-pikrilgidrazil (DPPH), spektrofotometriya, IC50, oziq-ovqat qo‘shilmasi

Havola uchun
Asqarov, I. R., Mamatova, I. Y., & No‘monjonov , M. G. o'g'li. DORIVOR LIMONO‘T VA QIZILMIYA O‘SIMLIKLARI KOMPOZITSIYALARINING ANTIRADIKAL FAOLLIGI. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(5). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.724

Kirish. Dorivor limono‘t *(Melissa Officinalis L.)* yuksak o‘simliklar magnoliyatoifa kenja dunyosining (*Magnoliophyta*) bo‘limi, magnoliyasimonlar yalpizkabilar (*Magnolipsida), (Lamidae*) sinfi kenja sinfi yalpizdoshlar (*Lamiaceae*) oilasiga mansub [1]. Dorivor limono‘t ko‘p yillik o‘simlik bo‘lib, odatda 30–60 cm balandlikda o‘sadi. O‘simlikning butun yuzasi mayin tukchalar bilan qoplangan va undan o‘ziga xos limon hidi taralib turadi. Poyasi to‘rt qirrali, tik o‘suvchi bo‘lib, yakka yoki bir nechta poyadan tashkil topadi hamda qarama-qarshi yo‘nalishda shoxlanadi. Barglari tuxumsimon shaklda, uchki qismi o‘tkir, chetlari yirik arrasimon tishchali va qisqa bandli bo‘ladi. Barglar poyada bir-biriga qarama-qarshi holda joylashadi.

Gullari oq rangda bo‘lib, mayda tukchalar bilan qoplangan. Ular barg qo‘ltig‘idan rivojlanadigan gul bandlarida joylashib, poya bo‘ylab halqasimon to‘pgullarni hosil qiladi. Mevasi to‘rtta mayda yong‘oqchadan iborat. Dorivor limono‘tning gullash davri iyun oyidan boshlanib, avgustgacha davom etadi. Mevasi iyul-avgust oyida yetiladi [2,3].

Qizilmiya (*Glycyrrhiza glabra L.*) yoki shirinmiya o‘simligi dukkakdoshlar oilasiga mansub bo’lgan ko‘p yillik ildizpoyali dorivor o‘simlik hisoblanadi. O‘zbekistonda qizilmiya tabiiy holda o‘sadi va xalq tabobatida qadimdan qo‘llanib kelinadi. Poyasi dag‘al, juda ko’p shoxlangan, bo‘yi 40-150 cm, tik o‘sadi. Barglari toq patsimon murakkab, uzunchoq. Gullari binafsharang, shingil to‘pgulda yig‘ilgan. Mevasi cho‘zinchoq dukkak. Apreldan to iyun oylarigacha gullab mevalaydi. Urug‘i hamda vegetativ usulda (ildizpoyalaridan) ko‘payadi. Ildiz sistemasi kuchli rivojlangan. 3 metr chuqurlikkacha kirib boradi. Qizilmiya kimyoviy tarkibi boy bo‘lgan mashhur dorivor o‘simlik.



Biz olib borgan tadqiqotlarda limono‘t va qizilmiya o‘simligining antioksidantlik faolligi o‘rganildi. Olingan natijalarga ko‘ra ularning kompozitsiyasi ham antioksidantlik faolligi yuqori faollikka ega ekanligi aniqlandi. Ushbu maqolada biologik faol moddalari me’yorlashtirilgan oziq-ovqat qo‘shilmasi tayyorlash maqsadida limono‘t va qizilmiya vegetativ qismlari asosida tayyorlangan 1:1, 1:3 va 3;1 nisbatli aralashmalarning antiradikallik faolligini aniqlash bo‘yicha olib borigan tadqiqotlar natijalari bayon qilingan.

Materiallar va metodlar

Tekshirilayotgan namunalarning antiradikallik faolligini baholashda 2,2-difenil-1-pikrilgidrazil (DPPH•) barqaror erkin radikalidan foydalanildi. DPPH• eritmasining dastlabki intensiv binafsharang tusining vaqt o‘tishi bilan susayishi yoki rangning deyarli yo‘qolib, eritmaning och rangli holatga kelishi namuna tarkibidagi antioksidant tabiatga ega biologik faol birikmalarning mavjudligini baholash imkonini beradi. Mazkur rang o‘zgarishi antioksidant komponentlarning DPPH• radikaliga elektron yoki vodorod atomini berishi natijasida radikalning qaytarilishi bilan bog‘liq. Shu sababli DPPH• radikalining neytrallanish darajasi tekshirilayotgan ekstraktning erkin radikallarni tutib qolish qobiliyatini tavsiflovchi muhim ko‘rsatkich sifatida qabul qilindi.

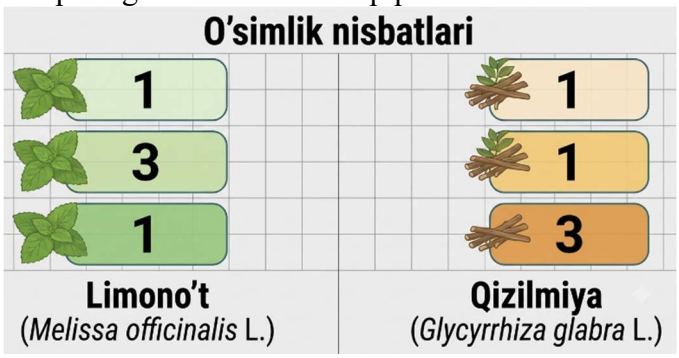
DPPH• usuli o‘zining nisbatan sodda bajarilishi, tezkorligi va spektrofotometrik aniqlash imkoniyati tufayli o‘simlik xomashyosi hamda ulardan olingan ekstraktlarning antioksidant xususiyatlarini dastlabki baholashda keng qo‘llaniladigan analitik yondashuvlardan biridir. Ushbu metodning asosini DPPH• radikalining antioksidant moddalar bilan o‘zaro ta’siri natijasida uning elektron holati o‘zgarishi va, mos ravishda, optik yutilish qiymatining kamayishi tashkil etadi. Reaksiya davomida kuzatiladigan absorbansning pasayishi namunaning radikalni ingibirlash samaradorligini miqdoriy jihatdan baholash uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.

Tadqiqotlarda DPPH• erkin radikalini ingibirlash faolligini aniqlash uchun Blois tomonidan taklif etilgan spektrofotometrik usulning modifikatsiyalangan varianti qo‘llanildi [4]. Mazkur metodika tadqiqot sharoitlari va o‘rganilayotgan o‘simlik ekstraktlarining xususiyatlaridan kelib chiqib, ayrim texnik o‘zgartirishlar kiritilgan holda amalga oshirildi [5]. Bunda DPPH• radikalining tekshirilayotgan namuna tarkibidagi antioksidant komponentlar bilan reaksiyaga kirishishi natijasida yuzaga keladigan optik zichlik o‘zgarishi asosiy analitik parametr sifatida qabul qilindi.

DPPH• ning dastlabki va reaksiya yakunidagi absorbans qiymatlari o‘rtasidagi farq asosida namunalarning antiradikallik faolligi baholandi. Shunday qilib, DPPH• eritmasining rang intensivligi va spektrofotometrik yutilish ko‘rsatkichining kamayishi tekshirilayotgan kompozitsiyalarning erkin radikallarni zararsizlantirish qobiliyatini ifodalovchi mezon sifatida qo‘llanildi [3–5].

DPPH• eritmasini tayyorlash

DPPH• ning ishchi eritmasi 100 ml li o‘lchov kolbasida etil spiriti yordamida 7,92 mM konsentratsiyada tayyorlandi. Eritma yorug‘likdan himoyalash uchun alyuminiy folga bilan o‘ralib, xona haroratida qorong‘i sharoitda 30 daqiqa ushlab turildi.



Namuna ekstraktlarini tayyorlash

Limono‘t va Qizilmiya xomashyolaridan spirtli va suvli ekstraktlari antioskidantligini tekshirish maqsadida namuna tayyorlandi. Buning uchun 1 g maydalangan o‘simlik namunasi 25 ml erituvchida (distillangan suv yoki 96% etanol) 20 daqiqa davomida ultratovush vannasida ekstraksiyalandi. Hosil bo‘lgan ekstrakt 0,45 mkm g‘ovakli shprits filtri orqali tozalandi va tahlilga tayyorlandi [4]. Tahlildan oldin filtrat 10 marta suyultirildi.

Namunalarning antiradikallik faolligini aniqlash

Tadqiq qilinayotgan ekstraktlarning antiradikallik faolligi DPPH• erkin radikali bilan reaksiyaga kirishish xususiyatiga asoslangan spektrofotometrik usul yordamida aniqlandi. Dastlab, nazorat eritmasini tayyorlash uchun 4 ml hajmli kvarts kyuvetaga 3,0 ml DPPH• ishchi eritmasi va 100 mkl etanol kiritildi. Tayyorlangan eritmaning optik zichligi 517 nm to‘lqin uzunligida YOKE (Xitoy) kompaniyasining K7000 rusumli spektrofotometrida qayd etildi. Spektral ko‘rsatkichlar reaksiya davomida 30 daqiqa mobaynida, har 5 daqiqalik intervalda qayta o‘lchandi [6,7].

Tekshirilayotgan namunalarning radikal tutib qolish samaradorligini aniqlash uchun ekstraktlarning turli hajmlari — 25, 50, 75 va 100 mkl miqdorlarda olindi hamda 3,0 ml DPPH• eritmasi bilan reaksiyaga kiritildi. Hosil bo‘lgan reaksion aralashmalarning optik zichligi belgilangan vaqt oralig‘ida spektrofotometrik qayd etilib, DPPH• radikalining neytrallanish darajasi asosida namunalarning antiradikallik faolligi tavsiflandi.

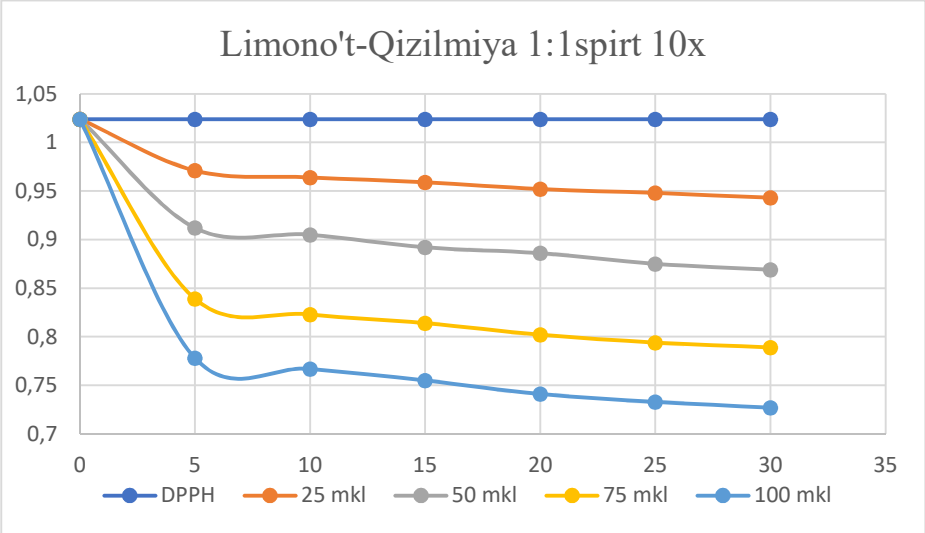
Reaksiya aralashmalarining optik zichligi 517 nm to‘lqin uzunligida (D_2) yuqorida keltirilgan eksperimental sharoitlarga muvofiq qayd etildi. Kyuvetadagi eritmaning umumiy hajmi 3,1 ml ni tashkil etishi uchun namuna hajmiga mos ravishda etanol bilan to‘ldirildi. Namunalarning DPPH-radikalini ingibirlash darajasi, ya’ni antiradikallik faolligi (ARF%), olingan optik zichlik qiymatlari asosida quyidagi tenglama yordamida hisoblandi:

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

Natijalar muhokamasi. Quyidagi jadvallarda keltirilgan natijalar tahlili turli nisbatlardagi limono‘t va qizilmiya antiradikal faolligi yuqori ekanligini ko‘rsatdi. Ekstrakt hajmi o‘zgarmagan holda ekstraktning barcha hajmlari uchun dastlab ARF keskin ortib borib, 25-30 daqiqalarda deyarli o‘zgarmay qolganligi kuzatildi. Shuning uchun, 30-daqiqada olingan ARF qiymatlaridan foydalanib sinalayotgan kompozitlar ekstraktlarining D.P.P.H erkin R-larini 50 % gacha so‘ndrilishi uchun yetarli bo‘lgan minimal hajmini, ya’ni IC50 qiymatini topish mumkin bo‘ladi. Buning uchun har bir tajribada 30 daqiqadagi (ARF,%) qiymatlarining tajriba uchun olingan oziq-ovqat qo‘shilma ekstrakti hajmi orasidagi grafigi tuzilib, eng kichik kvadratlar metodidan foydalanib[8] eksperimental nuqtalarga eng yaqin bo‘lgan to‘gri chiziq funksiyasining matematik formulasi aniqlandi (1-12 rasmlar). Olingan natija ko’rsatgichlari quyidagi jadvallarda berildi:

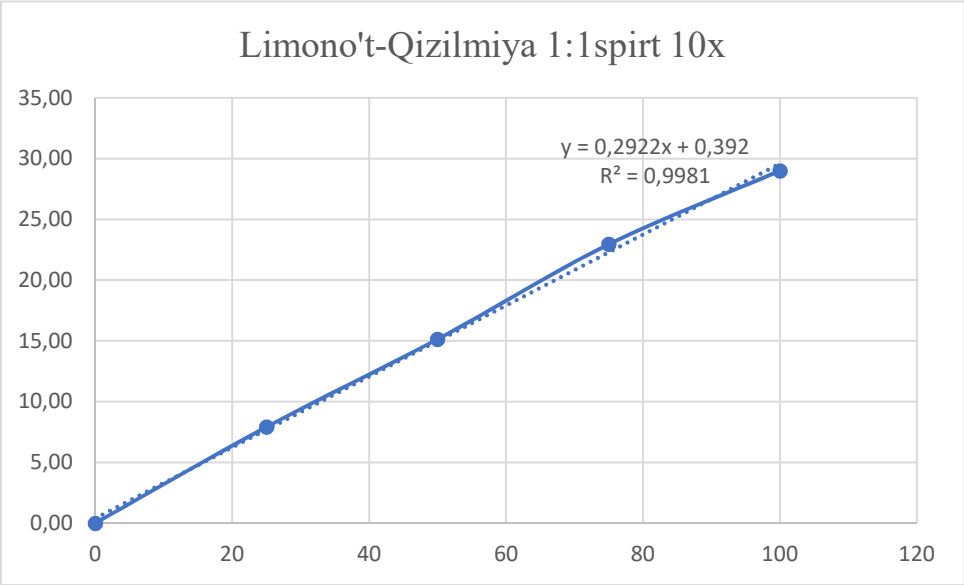
1-jadval. D.pp.H eritmasiga qo‘shilgan nazorat va **Limono‘t–Qizilmiya (1:1 nisbat)** asosidagi spirtli ekstrakt namunalarining optik zichlik hamda antiradikallik faolligi (ARF%) ko‘rsatkichlari.

Hajm, mkl	Vaqt, daq.	Namuna					
		Abs, D	ARF%		Vaqt, daq.	Abs, D	ARF%
25	0	1,024	0,00	75	0	1,024	0,00
	5	0,971	5,18		5	0,839	18,07
	10	0,964	5,86		10	0,823	19,63
	15	0,959	6,35		15	0,814	20,51
	20	0,952	7,03		20	0,802	21,68
	25	0,948	7,42		25	0,794	22,46
	30	0,943	**7,91**		**30**	0,789	**22,95**
50	0	1,024	0,00	100	0	1,024	0,00
	5	0,912	10,94		5	0,778	24,02
	10	0,905	11,62		10	0,767	25,10
	15	0,892	12,89		15	0,755	26,27
	20	0,886	13,48		20	0,741	27,64
	25	0,875	14,55		25	0,733	28,42
	30	0,869	**15,14**		**30**	0,727	**29,00**



1-rasm. Tekshirilgan (spirtli esktraksiya qilingan) va DPPH eritmasiga qo‘shilgan bo‘sh namunalar eritmalarining o‘lchangan nur yutilishining grafikda ifodalanishi.

Namunalarning IC50 qiymatini, ya’ni DPPH radikalining 50 % ingibirlanishini ta’minlovchi konsentratsiyani aniqlash uchun har bir tajriba natijasida 30-daqiqada qayd etilgan antiradikallik faolligi (ARF%) ko‘rsatkichlari hamda reaksiyaga kiritilgan suvli ekstrakt hajmlari o‘zaro bog‘liqlikda tahlil qilindi. Olingan ma’lumotlar asosida grafik bog‘lanish hosil qilinib, uning trend chizig‘i tenglamasidan foydalanish orqali IC50 qiymatlari hisoblab chiqildi.



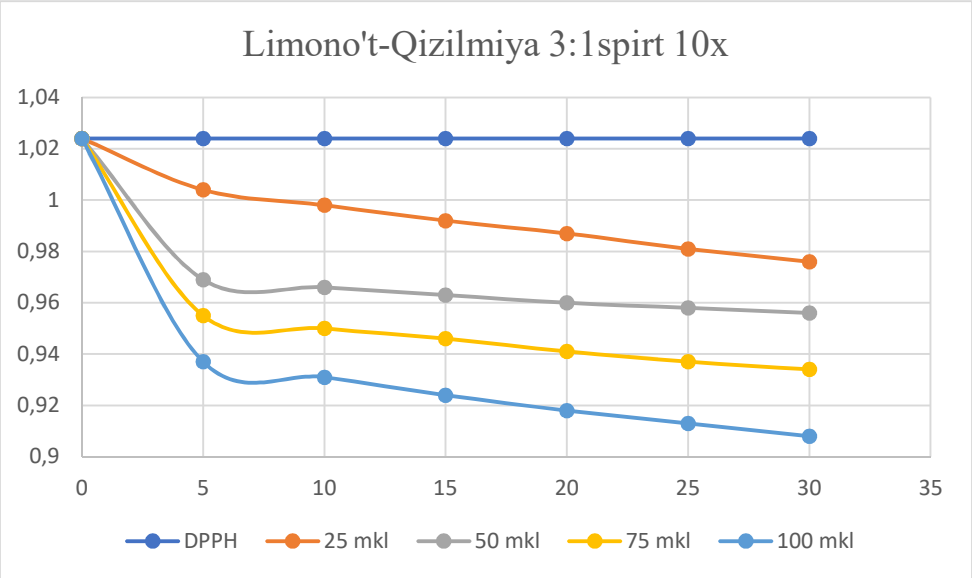
2-rasm. Spirtli estraksiya qilingan namunaning 30-daqiqada aniqlangan ARF% lari va hajmlari o‘rastidagi bog’liqlik grafigi.

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:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 0{,}392)}{0.2922} = 169.77 \text{ mkl}$$

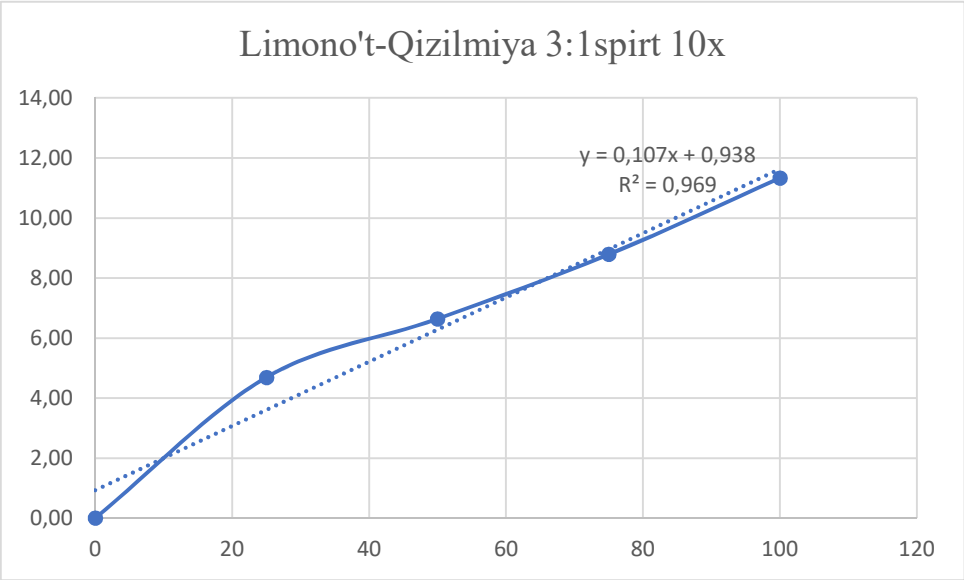
2-jadval. Tekshiriladigan **Limono‘t-Qizilmiya 3:1 nibatda**gi **spirtli** ektraksiya qilingan **va DPPH** qo‘shilgan bo‘sh namunalarning o‘lchangan nur yutilishi va hisoblangan antiradikallik faollik qiymatlari.

Hajm, mkl	Vaqt, daq.	Namuna					
		Abs, D	ARF%		Vaqt, daq.	Abs, D	ARF%
25	0	1,024	0,00	75	0	1,024	0,00
	5	1,004	1,95		5	0,955	6,74
	10	0,998	2,54		10	0,95	7,23
	15	0,992	3,13		15	0,946	7,62
	20	0,987	3,61		20	0,941	8,11
	25	0,981	4,20		25	0,937	8,50
	30	0,976	**4,69**		**30**	0,934	**8,79**
50	0	1,024	0,00	100	0	1,024	0,00
	5	0,969	5,37		5	0,937	8,50
	10	0,966	5,66		10	0,931	9,08
	15	0,963	5,96		15	0,924	9,77
	20	0,96	6,25		20	0,918	10,35
	25	0,958	6,45		25	0,913	10,84
	30	0,956	**6,64**		**30**	0,908	**11,33**



3-rasm. **2-jadval** da aks ettirilgan ko’rsatgichlarning grafikda ifodalanishi

DPPH eritmasining 50 % miqdorda ingibirlanishiga mos keluvchi IC50 ko‘rsatkichlarini aniqlashda 30 daqiqalik tajriba yakunida olingan ARF% qiymatlari asosiy parametr sifatida qabul qilindi. Bunda suvli namunalar hajmi va ularga mos antiradikallik faolligi ko‘rsatkichlari asosida grafik tuzildi. Grafikdagi eksperimental nuqtalarga mos trend chizig‘i tenglamasi asosida IC50 qiymatlari matematik hisoblash yo‘li bilan aniqlandi.



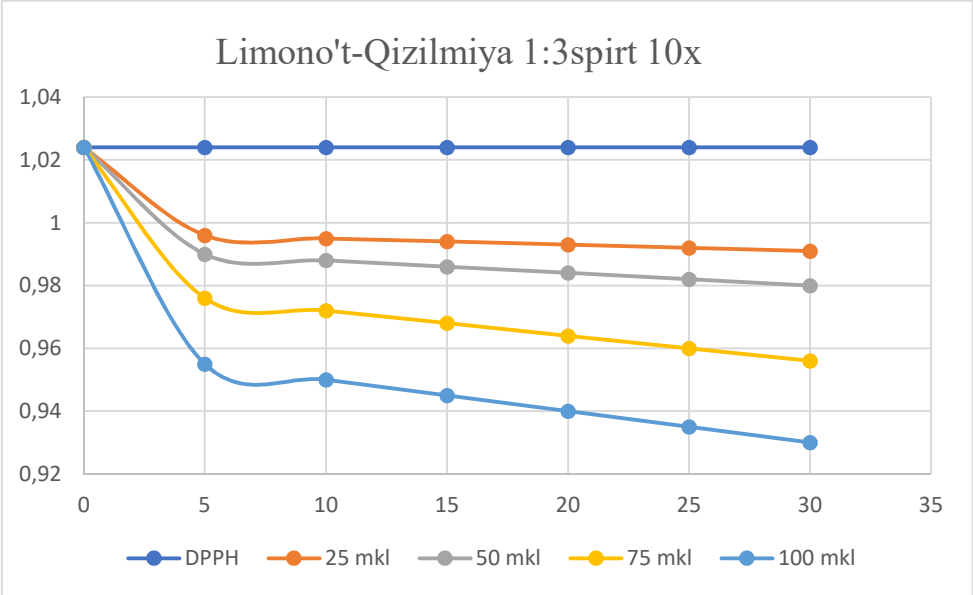
4-rasm. Spirtli estraksiya qilingan namunaning 30-daqiqada aniqlangan ARF% lari va hajmlari o‘rastidagi bog’liqlik grafiki.

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:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 0{,}938)}{0{,}107} = 458{,}52 \text{ mkl}$$

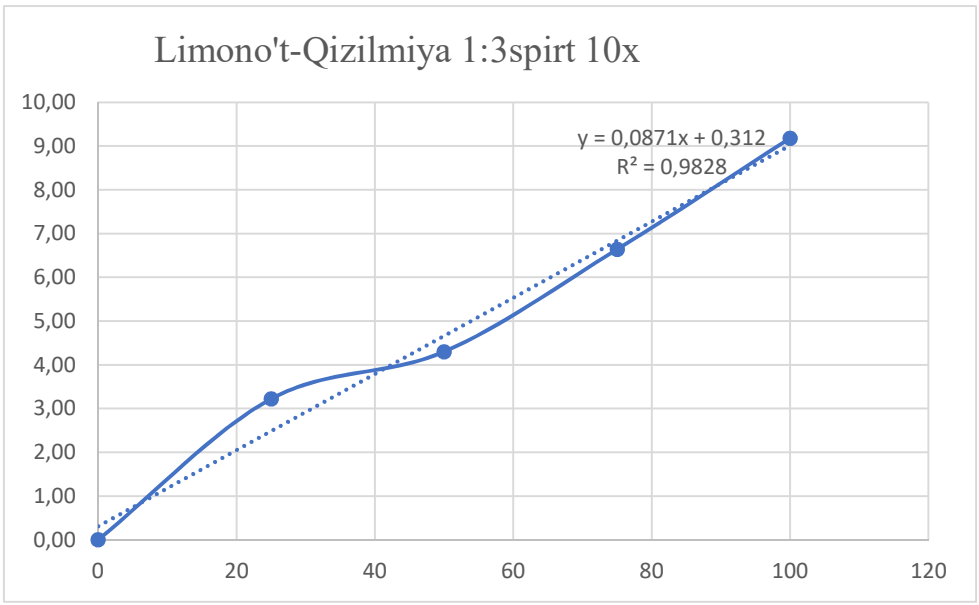
3-jadval. DPPH eritmasiga qo‘shilgan bo‘sh va tekshiriladigan **Limono‘t-Qizilmiya 1:3 nibatda**gi **spirtli** ektraksiya qilingan namunalarning o‘lchangan nur yutilishi va hisoblangan antiradikallik faollik qiymatlari.

Hajm, mkl	Vaqt, daq.	Namuna					
		Abs, D	ARF%		Vaqt, daq.	Abs, D	ARF%
25	0	1,024	0,00	75	0	1,024	0,00
	5	0,996	2,73		5	0,976	4,69
	10	0,995	2,83		10	0,972	5,08
	15	0,994	2,93		15	0,968	5,47
	20	0,993	3,03		20	0,964	5,86
	25	0,992	3,13		25	0,96	6,25
	30	0,991	**3,22**		**30**	0,956	**6,64**
50	0	1,024	0,00	100	0	1,024	0,00
	5	0,99	3,32		5	0,955	6,74
	10	0,988	3,52		10	0,95	7,23
	15	0,986	3,71		15	0,945	7,71
	20	0,984	3,91		20	0,94	8,20
	25	0,982	4,10		25	0,935	8,69
	30	0,98	**4,30**		**30**	0,93	**9,18**



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

IC50 ko‘rsatkichini aniqlash maqsadida 30-daqiqada o‘lchangan antiradikallik faolligi (ARF%) natijalari namunalar hajmiga nisbatan grafik ko‘rinishda ifodalandi. Hosil qilingan bog‘lanishga trend chizig‘i o‘tkazilib, uning matematik tenglamasi asosida DPPH radikalining 50 % ingibirlanishiga mos keluvchi namuna konsentratsiyasi hisoblab topildi.



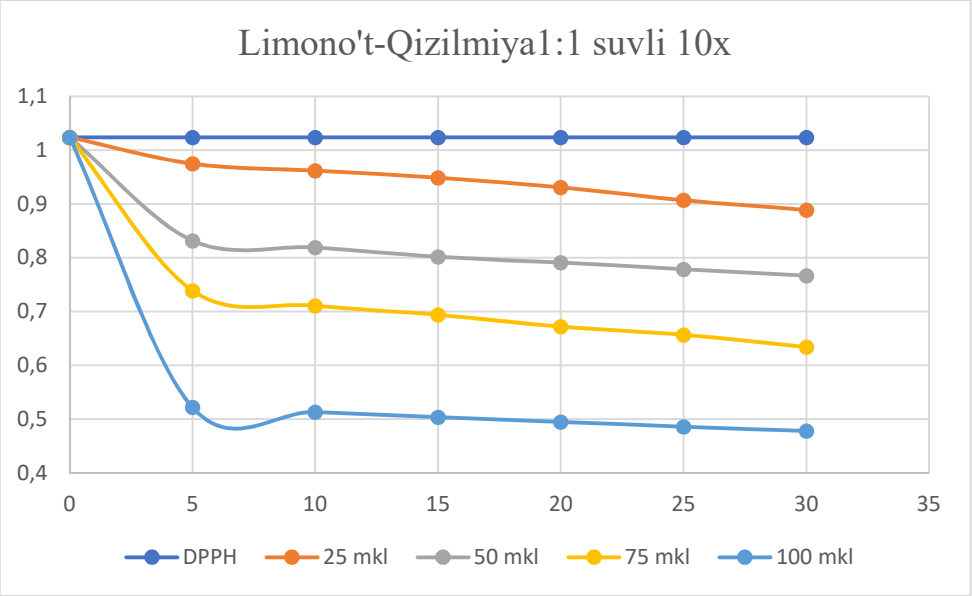
6-rasm. Spirtli estraksiya qilingan namunaning 30-daqiqada aniqlangan ARF% lari va hajmlari o‘rastidagi bog’liqlik grafiki.

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:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 0.312)}{0.871} = 570.47 \text{ mkl}$$

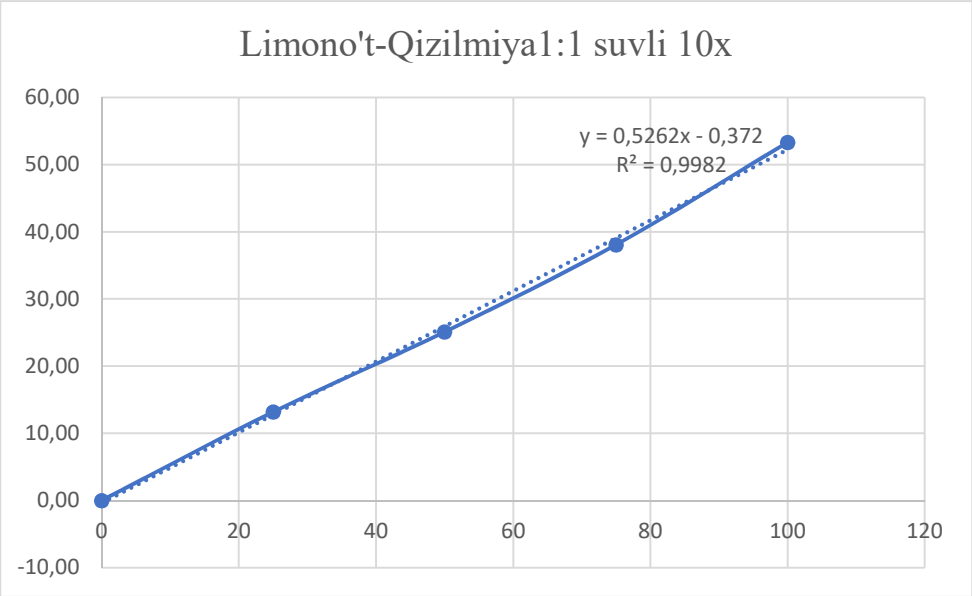
4-jadval.DPPH eritmasiga qo‘shilgan bo‘sh va tekshiriladigan **Limono‘t-Qizilmiya 1:1 nibatda**gi **suvli** ekstraksiya qilingan namunalarning o‘lchangan nur yutilishi va hisoblangan antiradikallik faollik qiymatlari.

Hajm, mkl	Vaqt, daq.	Namuna					
		Abs, D	ARF%		Vaqt, daq.	Abs, D	ARF%
25	0	1,024	0,00	75	0	1,024	0,00
	5	0,975	4,79		5	0,739	27,83
	10	0,962	6,05		10	0,711	30,57
	15	0,949	7,32		15	0,694	32,23
	20	0,931	9,08		20	0,672	34,38
	25	0,907	11,43		25	0,657	35,84
	30	0,889	**13,18**		**30**	0,634	**38,09**
50	0	1,024	0,00	100	0	1,024	0,00
	5	0,832	18,75		5	0,522	49,02
	10	0,819	20,02		10	0,513	49,90
	15	0,802	21,68		15	0,504	50,78
	20	0,791	22,75		20	0,495	51,66
	25	0,779	23,93		25	0,486	52,54
	30	0,767	**25,10**		**30**	0,478	**53,32**



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

IC50 ko‘rsatkichini aniqlash maqsadida 30-daqiqada o‘lchangan antiradikallik faolligi (ARF%) natijalari namunalar hajmiga nisbatan grafik ko‘rinishda ifodalandi. Hosil qilingan bog‘lanishga trend chizig‘i o‘tkazilib, uning matematik tenglamasi asosida DPPH radikalining 50 % ingibirlanishiga mos keluvchi namuna konsentratsiyasi hisoblab topildi.



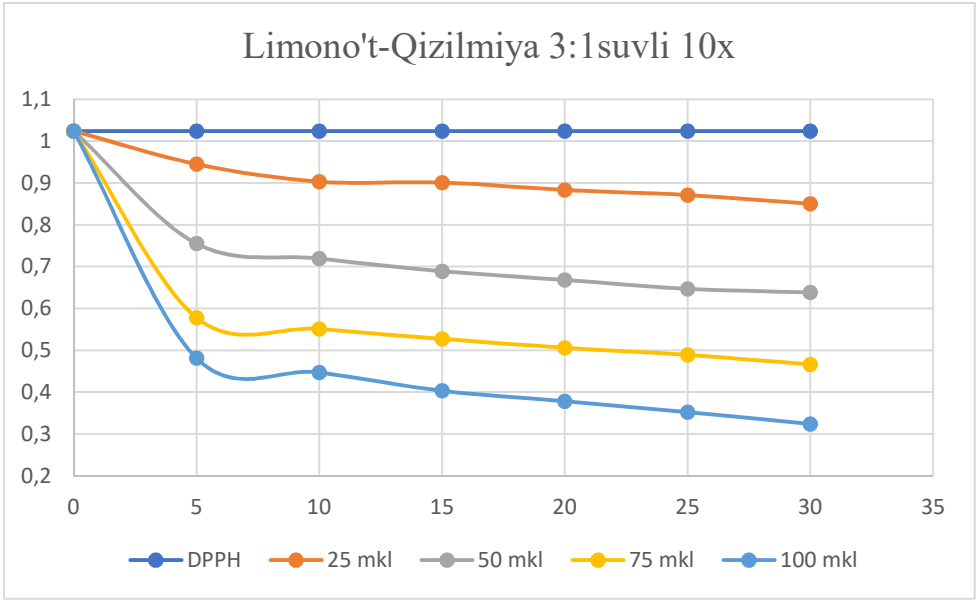
8-rasm. Suvli estraksiya qilingan namunaning 30-daqiqada aniqlangan ARF% lari va hajmlari o‘rastidagi bog’liqlik grafiki.

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:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 0.372)}{0.5262} = \mathbf{94.314}\ \text{mkl}$$

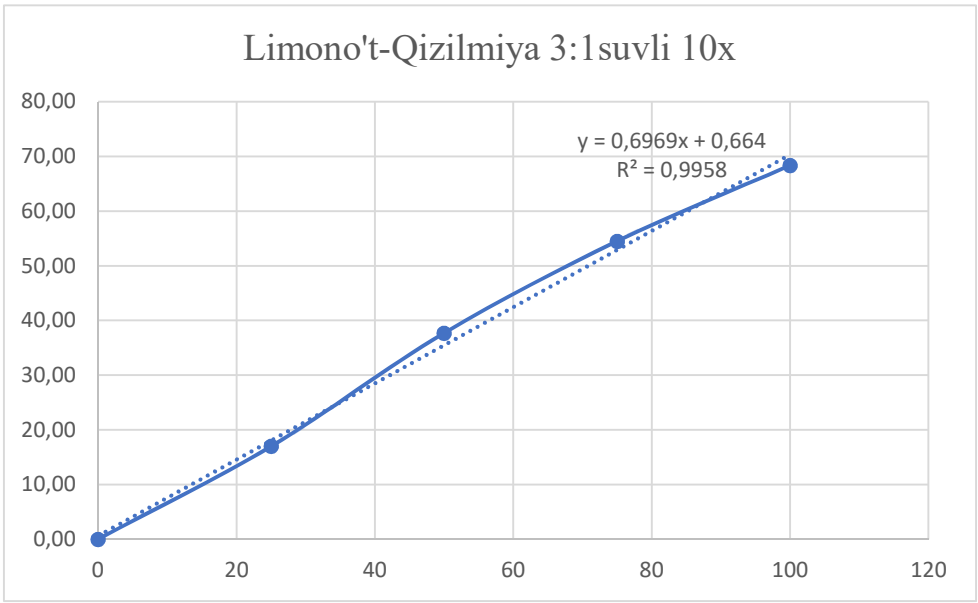
5-jadval. DPPH eritmasiga qo‘shilgan bo‘sh va tekshiriladigan **Limono‘t-Qizilmiya 3:1 nibatdagi suvli** ektraksiya qilingan namunalarning o‘lchangan nur yutilishi va hisoblangan antiradikallik faollik qiymatlari.

Hajm, mkl	Vaqt, daq.	Namuna					
		Abs, D	ARF%		Vaqt, daq.	Abs, D	ARF%
25	0	1,024	0,00	75	0	1,024	0,00
	5	0,945	7,71		5	0,578	43,55
	10	0,903	11,82		10	0,551	46,19
	15	0,901	12,01		15	0,527	48,54
	20	0,883	13,77		20	0,506	50,59
	25	0,871	14,94		25	0,489	52,25
	30	0,85	**16,99**		**30**	0,466	**54,49**
50	0	1,024	0,00	100	0	1,024	0,00
	5	0,755	26,27		5	0,481	53,03
	10	0,719	29,79		10	0,447	56,35
	15	0,689	32,71		15	0,403	60,64
	20	0,668	34,77		20	0,378	63,09
	25	0,647	36,82		25	0,352	65,63
	30	0,638	**37,70**		**30**	0,324	**68,36**



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

IC50 ko‘rsatkichini aniqlash maqsadida 30-daqiqada o‘lchangan antiradikallik faolligi (ARF%) natijalari namunalar hajmiga nisbatan grafik ko‘rinishda ifodalandi. Hosil qilingan bog‘lanishga trend chizig‘i o‘tkazilib, uning matematik tenglamasi asosida DPPH radikalining 50 % ingibirlanishiga mos keluvchi namuna konsentratsiyasi hisoblab topildi.



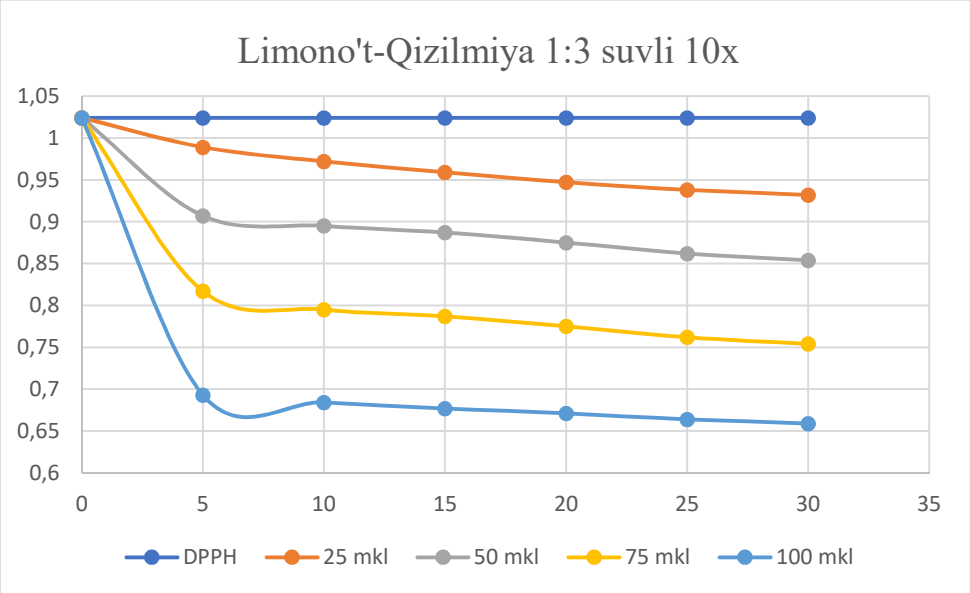
10-rasm. Suvli estraksiya qilingan namunaning 30-daqiqada aniqlangan ARF% lari va hajmlari o‘rastidagi bog’liqlik grafiki.

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:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 0.664)}{0.6969} = 70.794 \text{ mkl}$$

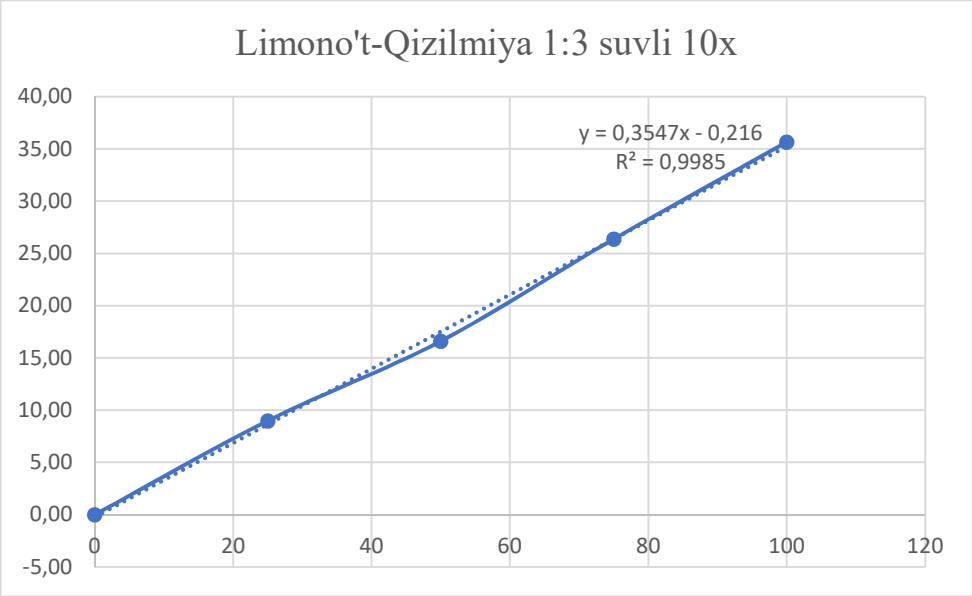
6-jadval. DPPH eritmasiga qo‘shilgan bo‘sh va tekshiriladigan **Limono‘t-Qizilmiya 1:3 nibatdagi suvli** ektraksiya qilingan namunalarning o‘lchangan nur yutilishi va hisoblangan antiradikallik faollik qiymatlari.

Hajm, mkl	Vaqt, daq.	Namuna					
		Abs, D	ARF%		Vaqt, daq.	Abs, D	ARF%
25	0	1,024	0,00	75	0	1,024	0,00
	5	0,989	3,42		5	0,817	20,21
	10	0,972	5,08		10	0,795	22,36
	15	0,959	6,35		15	0,787	23,14
	20	0,947	7,52		20	0,775	24,32
	25	0,938	8,40		25	0,762	25,59
	30	0,932	**8,98**		**30**	0,754	**26,37**
50	0	1,024	0,00	100	0	1,024	0,00
	5	0,907	11,43		5	0,693	32,32
	10	0,895	12,60		10	0,684	33,20
	15	0,887	13,38		15	0,677	33,89
	20	0,875	14,55		20	0,671	34,47
	25	0,862	15,82		25	0,664	35,16
	30	0,854	**16,60**		**30**	0,659	**35,64**



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

DPPH radikalining 50 % ingibirlanish konsentratsiyasi (IC50) 30-daqiqada aniqlangan ARF% qiymatlari va suvli namuna hajmi o‘rtasidagi grafik bog‘lanish asosida hisoblandi. Bunda eksperimental ma’lumotlar uchun trend chizig‘i tenglamasi hosil qilinib, DPPH ingibirlanish darajasi 50 % ga teng bo‘lgan nuqtaga mos IC50 qiymati ushbu tenglama yordamida aniqlandi.



12-rasm. Suvli estraksiya qilingan namunaning 30-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:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 0.216)}{0.3547} = 140.36 \text{ mkl}$$

7-jadval. Namunalar spirtli va suvli ekstraklarining100 mkldagi 30 daqiqadagi antiradikallik faolliklari qiymatlari (ARF%)

Vaqt	ARF%					
	Limono‘t-Qizilmiya 1:1 spirtli	Limono‘t-Qizilmiya 3:1 spirtli	Limono‘t-Qizilmiya 1:3 spirtli	Limono‘t-Qizilmiya 1:1 suvli	Limono‘t-Qizilmiya 3:1 s suvli	Limono‘t-Qizilmiya 1:3 suvli
30-minut	**29.00**	**11.33**	**9.18**	**53.32**	**68.36**	**35.64**

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

Vaqt	IC_{50}

	Limono‘t-Qizilmiya 1:1 spirtli	Limono‘t-Qizilmiya 3:1 spirtli	Limono‘t-Qizilmiya 1:3 spirtli	Limono‘t-Qizilmiya 1:1 suvli	Limono‘t-Qizilmiya 3:1 s suvli	Limono‘t-Qizilmiya 1:3 suvli
30-minut	**169.77**	**458.52**	**570.47**	**94.314**	**70.794**	**140.36**

Xulosa o‘rnida shuni aytish mumkinki, tekshirilayotgan Limono‘t hamda Qizilmiya asosida spirtli va suvli ekstraktlar antiradikallik faolliklarni namoyon etadi. Xususan, Spirtli ekstraktsiyaning eng yaxshisi Limono‘t-Qizilmiya 1:1 nibatdagi natija bo‘lib, 30 daqiqada 29.00 % ni tashkil etdi. IC_{50} qiymati 169.77 mklni tashkil etib, antiradikal faolligi namoyon qildi. Suvli ekstraktlar ichida esa eng yaxshi natija Limono‘t-Qizilmiya 3:1 nisbatdagi ekstrakt bo‘lib, 30 daqiqada 68.36 % ni tashkil etdi. IC_{50} qiymati 70.794 mklni tashkil etib, antiradikal faolligi namoyon qildi. 10 barobar suyultirilgan holda o‘lchangan natijalar qayta hisoblanganda, ekstraktlarning ARF% qiymati asl holatiga nisbatan 10 baravar yuqori, IC_{50} esa 10 baravar past bo‘lishi aniqlanib, ularning tabiiy antioksidant sifatida samaradorligi yanada yaqqol ko‘rindi.

Adabiyotlar

1.Pratov, O‘., & Jumayev, Q. (2003). Systematics of Higher Plants. Tashkent, Uzbekistan.

2.Mamatova, M. I., Mamatkulov, Z. A., Ibragim, A., & Rakhmonovich, U. G. J. (2026). Molecular and translational pharmacology of Melissa officinalis: Targeting Nrf2/ARE, NF-κB/MAPK, and purinergic receptors. https://doi.org/10.48309/ajgc.2026.559064.1865

3.Tuychiyeva, D., Bozorboyev, Sh., & No‘monjonov, M. (2020). Morphobiological characteristics, medicinal properties, and cultivation technology of Melissa officinalis. UzAcademia, 1(1), 272–274. July 2020. Available at: www.academiascience.uz

4.Gulcin, İ., Beydemir, Ş., Sat, İ. G., & Küfrevioğlu, Ö. İ. (2005). Evaluation of antioxidant activity of cornelian cherry (Cornus mas L.). Acta Alimentaria, 34, 193–202.

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

6.Askarov, I. R., Muminov, M. M., & Yusupov, M. A. (2024). Study of antiradical properties of artichoke (Cynara scolymus L.) and milk thistle (Silybum marianum L.) vegetable oils. NamDU Ilmiy Axborotnomasi, 11, 173–177.

7.Askarov, I. R., Abdullaev, S. S., Mamatkulova, S. A., & Abdulloev, O. S. (2024). Antioxidant activity and elemental composition of mixtures of fig and common jujube fruits. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 3(3), 179–205. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss3.2024.320

8.Manakov, V. M., Mukhranova, V. V., & Nam, T. S. (2015). Systems of Linear Algebraic Equations: A Study Guide. Khabarovsk: Pacific State University Publishing House. 79 p. ISBN 978-5-7389-1759-2.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 5, 2026 Traditional Medicine

АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ КОМПОЗИЦИЙ ЛЕКАРСТВЕННОЙ МЕЛИССЫ И СОЛОДКИ

Ибрагим Рахманович Аскаров
Андижанский государственный университет Профессор кафедры химии, доктор химических наук, заслуженный изобретатель Республики Узбекистан, Председатель Медицинской Академии Узбекистана
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330
Иродахон Юсуповна Маматова
Андижанский государственный медицинский институт, заведующая кафедрой биологической химии, доктор химических наук, профессор
https://orcid.org/0009-0003-0675-994X
Мухиддин Гулямжанович Нуъманжанов
Андижанский государственный медицинский институт, ассистент кафедры биологической химии, докторант базовой докторантуры Кокандского государственного университета.
https://orcid.org/0009-0001-7281-5538
E-mail: nomonjonovmuxiddin@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.724

Аннотация: В данной статье методом определения способности к улавливанию свободных радикалов 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (DPPH) была исследована антирадикальная активность водных и спиртовых экстрактов композиций лекарственных растений — лекарственной мелиссы (Melissa officinalis L.) и солодки (Glycyrrhiza glabra L.), используемых в научной медицине, взятых в различных соотношениях.

Установлено, что исследуемые композиции обладают высокой антирадикальной активностью. Были изучены минимальные объёмы водных и этанольных экстрактов смесей в соотношениях 1:1, 1:3 и 3:1, необходимые для подавления 50 % свободных радикалов DPPH в стандартных условиях. Полученные результаты свидетельствуют о том, что смеси мелиссы и солодки, особенно композиция в соотношении 3:1, могут рассматриваться как перспективные лекарственные средства для профилактики окислительного стресса и потенциально использоваться в народной медицине.

Ключевые слова: Melissa officinalis L., Glycyrrhiza glabra L., экстракция, антирадикальная активность, 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (DPPH), спектрофотометрия, IC50, пищевая добавка.

Как цитировать
Аскаров, И. Р., Маматова, И. Ю., & Нуъманжанов, М. Г. АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ КОМПОЗИЦИЙ ЛЕКАРСТВЕННОЙ МЕЛИССЫ И СОЛОДКИ. Журнал химии товаров и народной медицины, 5(5). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.724

Введение. Лекарственная мелисса (*Melissa officinalis L.*) относится к высшим растениям, отделу *Magnoliophyta*, классу *Magnoliopsida*, подклассу *Lamidae*, семейству *Lamiaceae* [1]. Лекарственная мелисса — многолетнее, сильно опушённое травянистое растение высотой 30–60 см с характерным лимонным запахом. Стебель четырёхгранный, одиночный или многоветвистый, с супротивным ветвлением. Листья яйцевидные, заострённые, крупнозубчатые, опушённые с верхней стороны, короткочерешковые, расположены на стебле супротивно. Белые, опушённые цветки располагаются в пазухах листьев на цветоножках, образуя кольцевидное соцветие. Плод состоит из четырёх орешков. Цветёт в июне–августе, плоды созревают в июле–августе [2, 3].

Солодка (*Glycyrrhiza glabra L.*), или лакрица, относится к семейству бобовых и представляет собой многолетнее корневищное лекарственное растение. В Узбекистане солодка произрастает в

естественных условиях и с давних времён используется в народной медицине. Стебель разветвлённый, грубый, прямостоячий, высотой 40–150 см. Листья сложные, непарноперистые, продолговатые. Цветки фиолетовые, собраны в кистевидные соцветия. Плод — продолговатый боб. Цветёт и плодоносит в апреле–июне. Размножается семенами и вегетативно — корневищами. Корневая система хорошо развита и проникает в почву на глубину до 3 м. Солодка является известным лекарственным растением, богатым по химическому составу.

В проведённых нами исследованиях была изучена антиоксидантная активность мелиссы и солодки. Согласно полученным результатам, было установлено, что их композиции также обладают высокой антиоксидантной активностью. В настоящей статье изложены результаты исследований по определению антирадикальной активности смесей мелиссы и солодки в соотношениях 1:1, 1:3 и 3:1, приготовленных на основе их вегетативных частей, с целью получения пищевой добавки с нормированным содержанием биологически активных веществ.

Материалы и методы

Для оценки антирадикальной активности исследуемых образцов использовали стабильный свободный радикал 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (DPPH•). Ослабление первоначальной интенсивной фиолетовой окраски раствора DPPH• или практически полное исчезновение окраски с переходом раствора в светлый цвет свидетельствует о наличии в исследуемом образце биологически активных соединений антиоксидантной природы. Данное изменение окраски связано с восстановлением радикала в результате передачи ему электрона или атома водорода антиоксидантными компонентами. Поэтому степень нейтрализации радикала DPPH• была принята в качестве важного показателя, характеризующего способность исследуемого экстракта улавливать свободные радикалы.

Метод DPPH• благодаря относительной простоте выполнения, оперативности и возможности спектрофотометрического определения широко применяется в качестве аналитического подхода для предварительной оценки антиоксидантных свойств растительного сырья и полученных из него экстрактов. В основе данного метода лежит изменение электронного состояния радикала DPPH• при взаимодействии с антиоксидантными соединениями, сопровождающееся соответствующим снижением величины оптического поглощения. Уменьшение значения абсорбции в ходе реакции служит основой для количественной оценки эффективности исследуемого образца по нейтрализации свободных радикалов.

В настоящем исследовании для определения активности по ингибированию свободного радикала DPPH• применяли модифицированный спектрофотометрический метод, предложенный Blois [4]. Методика выполнялась с внесением отдельных технических изменений с учётом условий исследования и особенностей изучаемых растительных экстрактов [5]. При этом изменение оптической плотности, обусловленное взаимодействием радикала DPPH• с антиоксидантными компонентами исследуемого образца, рассматривалось в качестве основного аналитического параметра.

Антирадикальную активность образцов оценивали на основании разницы между исходными и конечными значениями абсорбции DPPH• в процессе реакции. Таким образом, снижение интенсивности окраски раствора DPPH• и соответствующее уменьшение его спектрофотометрического поглощения использовали в качестве критерия, характеризующего способность исследуемых композиций нейтрализовать свободные радикалы [3–5].

Приготовление раствора DPPH•

Рабочий раствор DPPH• готовили в мерной колбе вместимостью 100 мл с использованием этилового спирта до концентрации 7,92 мМ. Для защиты от воздействия света приготовленный раствор оборачивали алюминиевой фольгой и выдерживали в течение 30 минут при комнатной температуре в тёмном месте.

Приготовление экстрактов исследуемых образцов

Для оценки антиоксидантных свойств водных и спиртовых экстрактов, полученных из сырья мелиссы лекарственной и солодки, были подготовлены соответствующие образцы. Для этого 1 г измельчённого растительного материала экстрагировали в 25 мл растворителя (дистиллированной воды или 96%-ного этанола) в ультразвуковой ванне в течение 20 минут. Полученный экстракт очищали посредством шприцевого фильтра с размером пор 0,45 мкм и подготавливали к последующему анализу [4]. Перед проведением анализа полученный фильтрат разбавляли в 10 раз.

Определение антирадикальной активности образцов

Антирадикальную активность исследуемых экстрактов определяли спектрофотометрическим методом, основанным на их способности взаимодействовать со свободным радикалом DPPH•. Для приготовления контрольного раствора в кварцевую кювету вместимостью 4 мл вносили 3,0 мл рабочего раствора DPPH• и 100 мкл этанола. Оптическую плотность приготовленного раствора регистрировали при длине волны 517 нм с использованием спектрофотометра K7000 производства компании YOKE (Китай). Спектрофотометрические показатели фиксировали в течение 30 минут с интервалом в 5 минут [6,7].

Для определения эффективности связывания свободных радикалов исследуемыми образцами брали различные объёмы экстрактов — 25, 50, 75 и 100 мкл — и вводили их в реакцию с 3,0 мл раствора DPPH•. Оптическую плотность полученных реакционных смесей регистрировали в установленные временные интервалы, а антирадикальную активность образцов характеризовали по степени нейтрализации радикала DPPH•.

Оптическую плотность реакционных смесей определяли при длине волны 517 нм (D_2) в соответствии с указанными выше экспериментальными условиями. Для доведения общего объёма реакционной смеси в кювете до 3,1 мл к ней добавляли этанол в количестве, соответствующем объёму внесённого образца. Степень ингибирования DPPH•-радикала, то есть антирадикальную активность (АРА, %), рассчитывали на основании полученных значений оптической плотности по следующему уравнению:

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

Результаты и их обсуждение

Анализ результатов, представленных в нижеследующих таблицах, показал, что композиции мелиссы лекарственной и солодки в различных соотношениях характеризуются высокой антирадикальной активностью. При постоянном объёме экстракта для всех исследуемых образцов на начальном этапе эксперимента наблюдалось резкое увеличение показателя АРА, после чего в течение 25–30 минут его значения практически не изменялись.

В связи с этим на основании значений АРА, полученных на 30-й минуте эксперимента, определяли минимальный объём экстракта исследуемых композиций, необходимый для нейтрализации 50% свободных радикалов DPPH•, то есть показатель IC_{50}. Для этого по результатам каждого эксперимента строили графическую зависимость между значениями АРА (%) через 30 минут и объёмом экстракта исследуемой пищевой добавки. С использованием метода наименьших квадратов [8] определяли математическое уравнение линейной функции, наиболее близко соответствующей экспериментальным точкам (рисунки 1–12).

Полученные результаты и рассчитанные показатели представлены в следующих таблицах.

Таблица 1 Измеренные значения оптической плотности и рассчитанные значения антирадикальной активности холостого образца и исследуемых образцов, экстрагированных спиртом, при соотношении мелиссы и солодки 1:1, добавленных в раствор DPPH.

		Образец

Объем, мкл	Время, мин.	Abs, D	ARF%		Время, мин.	Abs, D	ARF%
25	0	1,024	0,00	75	0	1,024	0,00
	5	0,971	5,18		5	0,839	18,07
	10	0,964	5,86		10	0,823	19,63
	15	0,959	6,35		15	0,814	20,51
	20	0,952	7,03		20	0,802	21,68
	25	0,948	7,42		25	0,794	22,46
	30	0,943	**7,91**		**30**	0,789	**22,95**
50	0	1,024	0,00	100	0	1,024	0,00
	5	0,912	10,94		5	0,778	24,02
	10	0,905	11,62		10	0,767	25,10
	15	0,892	12,89		15	0,755	26,27
	20	0,886	13,48		20	0,741	27,64
	25	0,875	14,55		25	0,733	28,42
	30	0,869	**15,14**		**30**	0,727	**29,00**

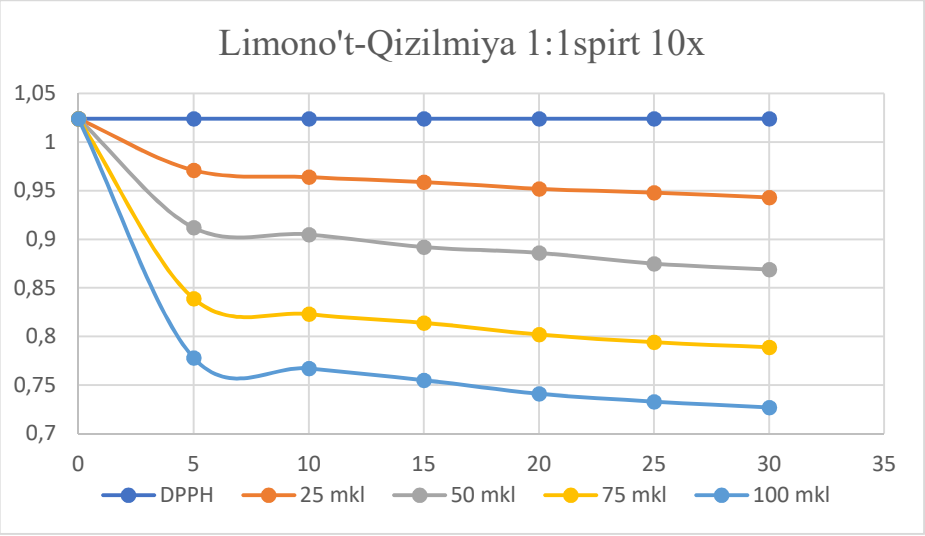


Рисунок 1. Графическое представление измеренных значений оптической плотности растворов холостого и исследуемых образцов, экстрагированных спиртом, добавленных в раствор DPPH.

Для расчёта IC_{50} образцов — концентрации, необходимой для ингибирования 50% радикалов в растворе DPPH, — в каждом эксперименте на основании значений антирадикальной активности (АРА, %) на 30-й минуте и объёма добавленного водного образца строили соответствующий график. Значение IC_{50} определяли на основании функции линии тренда, построенной для полученного графика.

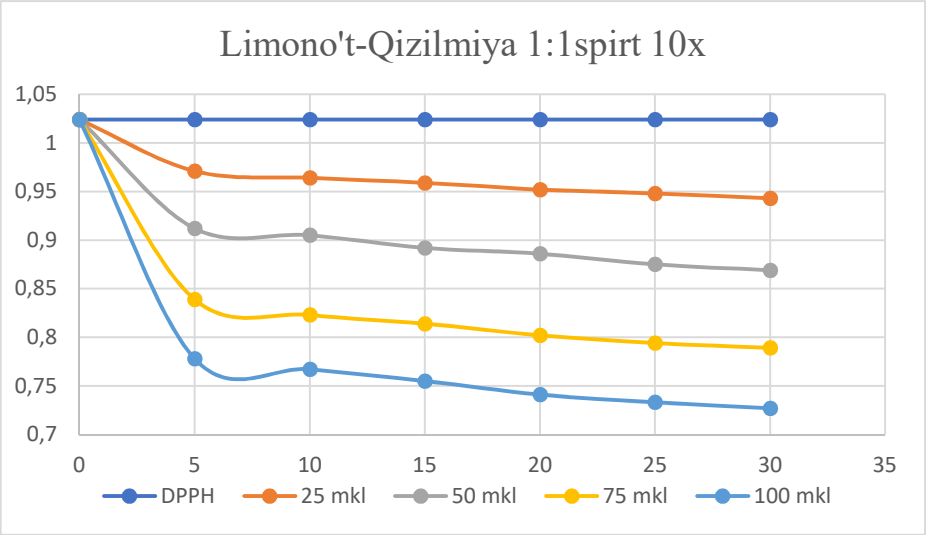


Рисунок 2. График зависимости значений АРА (%) от объёма спиртового экстракта образца, определённых на 30-й минуте.

На основании формулы функции линии тренда, построенной на графике, (y=mx+b), объём, соответствующий 50% АРА (IC_{50}), рассчитывали по формуле (x=(y-b)/m):

$$IC_{50} = \frac{(50 - 0{,}392)}{0.2922} = 169.77 \text{ mkl}$$

Таблица 2. Измеренные значения оптической плотности и рассчитанные значения антирадикальной активности холостого и исследуемых образцов, экстрагированных спиртом, при соотношении мелиссы и солодки 3:1, добавленных в раствор DPPH.

Объем, мкл	Время, мин.	Образец					
		Abs, D	ARF%		Время, мин.	Abs, D	ARF%
25	0	1,024	0,00	75	0	1,024	0,00
	5	1,004	1,95		5	0,955	6,74
	10	0,998	2,54		10	0,95	7,23
	15	0,992	3,13		15	0,946	7,62
	20	0,987	3,61		20	0,941	8,11
	25	0,981	4,20		25	0,937	8,50
	30	0,976	**4,69**		**30**	0,934	**8,79**
50	0	1,024	0,00	100	0	1,024	0,00
	5	0,969	5,37		5	0,937	8,50
	10	0,966	5,66		10	0,931	9,08
	15	0,963	5,96		15	0,924	9,77
	20	0,96	6,25		20	0,918	10,35
	25	0,958	6,45		25	0,913	10,84
	30	0,956	**6,64**		**30**	0,908	**11,33**

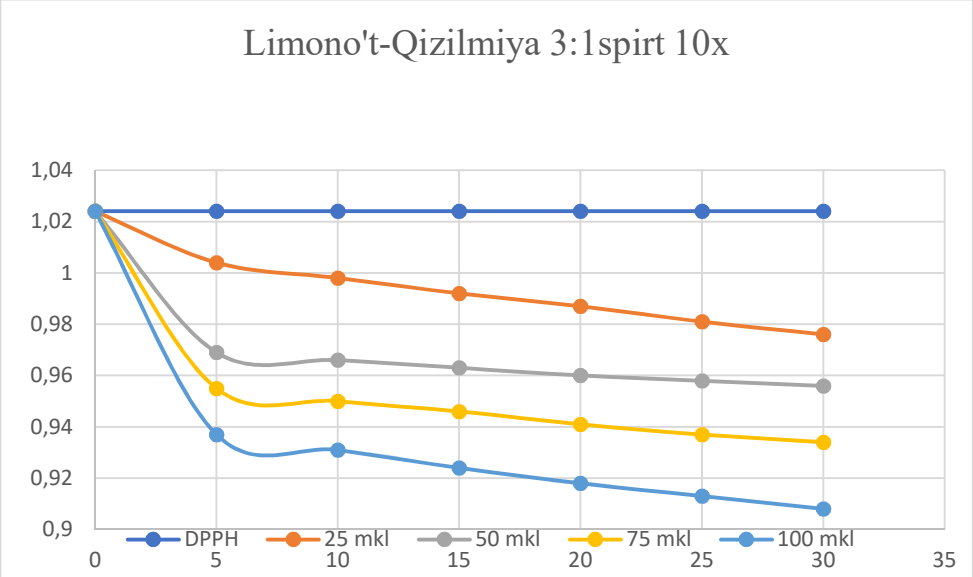


Рисунок 3. **Графическое представление измеренных значений оптической плотности растворов холостого и исследуемых образцов, экстрагированных спиртом, добавленных в раствор DPPH.**

Для расчёта IC_{50} образцов — концентрации, необходимой для ингибирования 50% радикалов в растворе DPPH, — в каждом эксперименте на основании значений антирадикальной активности (АРА, %) на 30-й минуте и объёма добавленного водного образца строили соответствующий график. Значение IC_{50} определяли на основании функции линии тренда, построенной для полученного графика.

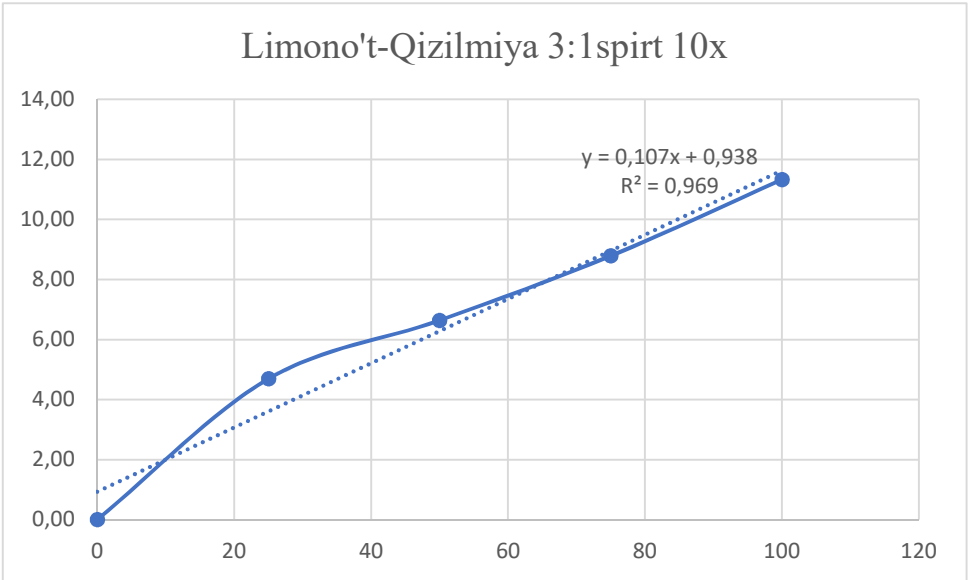


Рисунок 4. **График зависимости значений АРА (%) от объёма спиртового экстракта образца, определённых на 30-й минуте.**

На основании формулы функции линии тренда, построенной на графике, (y=mx+b), объём, соответствующий 50% АРА (IC_{50}), рассчитывали по формуле (x=(y-b)/m):

$$IC_{50} = \frac{(50 - 0{,}938)}{0{,}107} = 458{,}52 \text{ mkl}$$

Таблица 3. Измеренные значения оптической плотности и рассчитанные значения антирадикальной активности холостого и исследуемых образцов, экстрагированных спиртом, при соотношении мелиссы и солодки 1:3, добавленных в раствор DPPH.

Объем, мкл	Время, мин.	Образец			Время, мин.	Abs, D	ARF%
		Abs, D	ARF%				
25	0	1,024	0,00	75	0	1,024	0,00
	5	0,996	2,73		5	0,976	4,69
	10	0,995	2,83		10	0,972	5,08
	15	0,994	2,93		15	0,968	5,47
	20	0,993	3,03		20	0,964	5,86
	25	0,992	3,13		25	0,96	6,25
	30	0,991	**3,22**		**30**	0,956	**6,64**
50	0	1,024	0,00	100	0	1,024	0,00
	5	0,99	3,32		5	0,955	6,74
	10	0,988	3,52		10	0,95	7,23
	15	0,986	3,71		15	0,945	7,71
	20	0,984	3,91		20	0,94	8,20
	25	0,982	4,10		25	0,935	8,69
	30	0,98	**4,30**		**30**	0,93	**9,18**

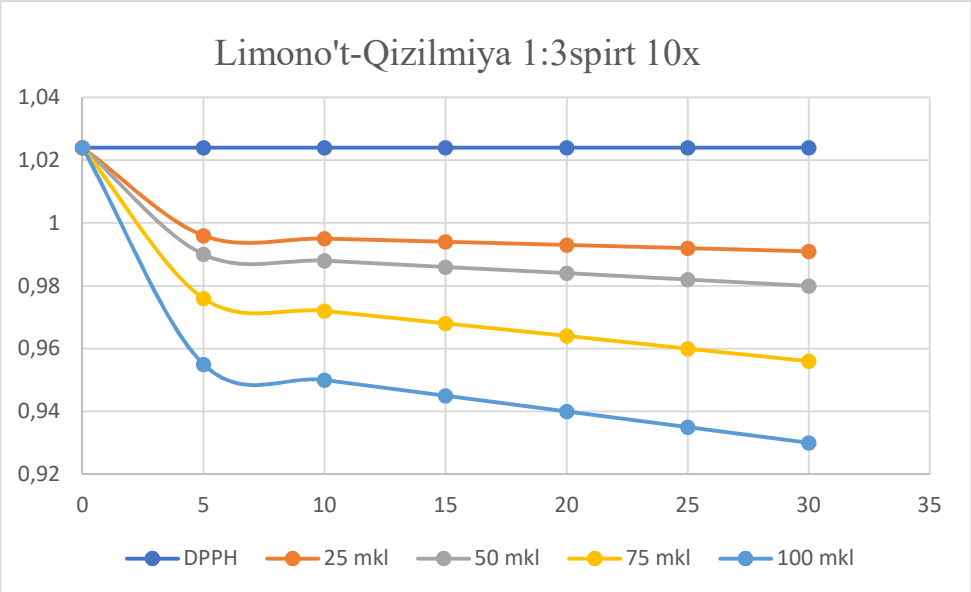


Рисунок 5. Графическое представление измеренных значений оптической плотности растворов холостого и исследуемых образцов, экстрагированных спиртом, добавленных в раствор DPPH. Для расчёта IC_{50} образцов — концентрации, необходимой для ингибирования 50% радикалов в растворе DPPH, — в каждом эксперименте на основании значений антирадикальной активности (АРА, %) на 30-й минуте и объёма добавленного водного образца строили соответствующий график. Значение IC_{50} определяли на основании функции линии тренда, построенной для полученного графика.

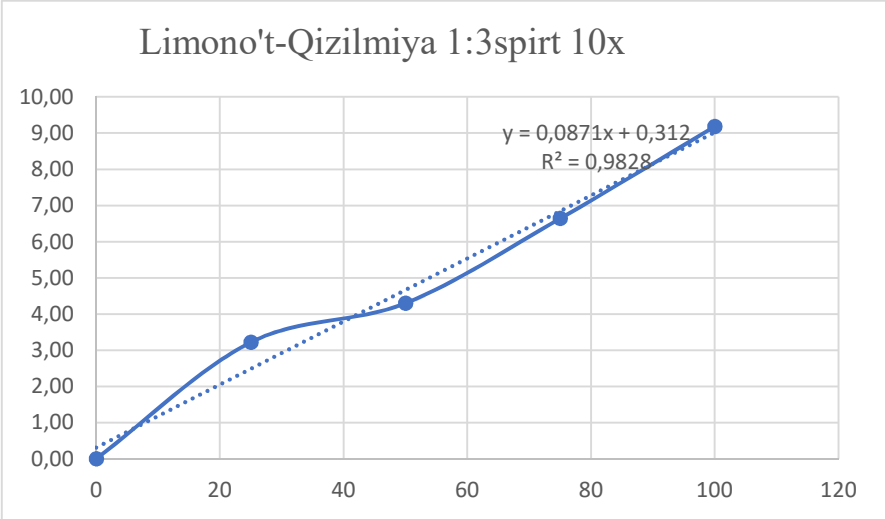


Рисунок 6. График зависимости значений АРА (%) от объёма спиртового экстракта образца, определённых на 30-й минуте.

Объём, соответствующий 50% АРА (IC_{50}), рассчитывали на основании формулы функции линии тренда, построенной на графике, (y=mx+b), по формуле (x=(y-b)/m).

$$IC_{50} = \frac{(50 - 0.312)}{0.871} = 570.47 \text{ mkl}$$

Таблица 4. **Измеренные значения оптической плотности и рассчитанные значения антирадикальной активности холостого и исследуемых образцов, экстрагированных водой, при соотношении мелиссы и солодки 1:1, добавленных в раствор DPPH.**

Объем, мкл	Время, мин.	Образец					
		Abs, D	ARF%		Время, мин.	Abs, D	ARF%
25	0	1,024	0,00	75	0	1,024	0,00
	5	0,975	4,79		5	0,739	27,83
	10	0,962	6,05		10	0,711	30,57
	15	0,949	7,32		15	0,694	32,23
	20	0,931	9,08		20	0,672	34,38
	25	0,907	11,43		25	0,657	35,84
	30	0,889	**13,18**		**30**	0,634	**38,09**
50	0	1,024	0,00	100	0	1,024	0,00
	5	0,832	18,75		5	0,522	49,02
	10	0,819	20,02		10	0,513	49,90
	15	0,802	21,68		15	0,504	50,78
	20	0,791	22,75		20	0,495	51,66
	25	0,779	23,93		25	0,486	52,54
	30	0,767	**25,10**		**30**	0,478	**53,32**

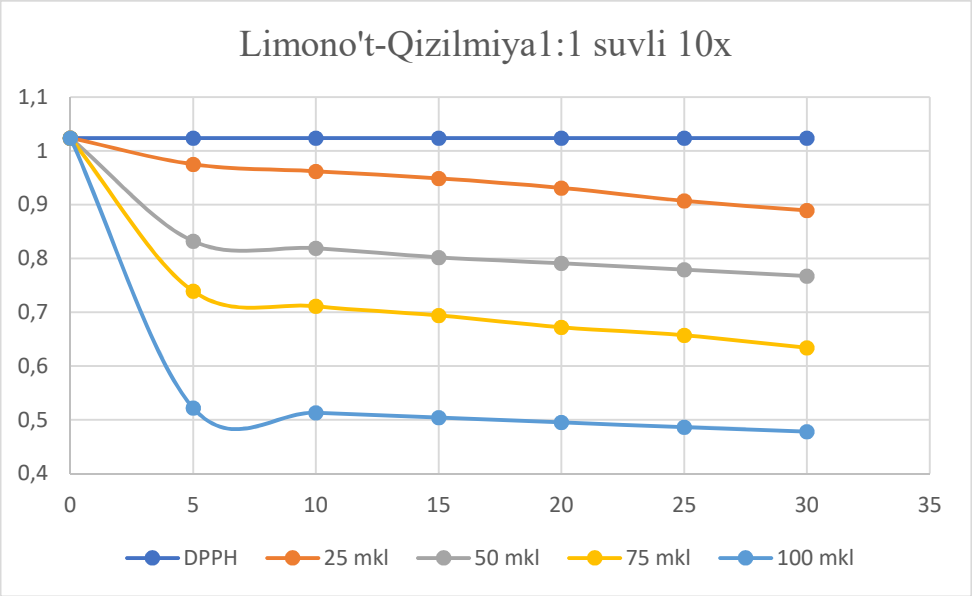


Рисунок 7. Графическое представление измеренных значений оптической плотности растворов холостого и исследуемых образцов, экстрагированных водой, добавленных в раствор DPPH.

Для расчёта IC_{50} образцов — концентрации, необходимой для ингибирования 50% радикалов в растворе DPPH, — в каждом эксперименте на основании значений антирадикальной активности (АРА, %) на 30-й минуте и объёма добавленного водного образца строили соответствующий график. Значение IC_{50} определяли на основании функции линии тренда, построенной для полученного графика.

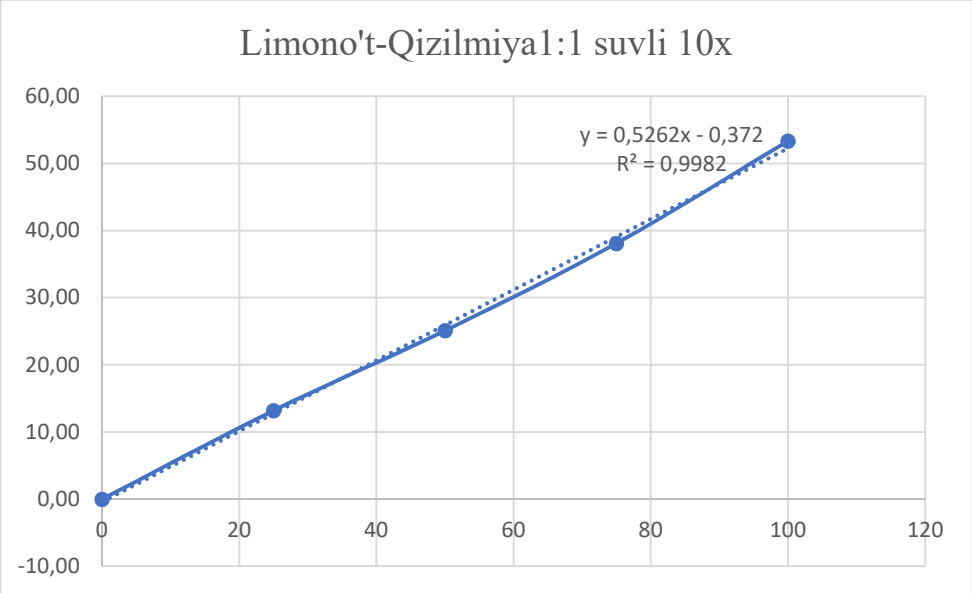


Рисунок 8. График зависимости значений АРА (%) от объёма водного экстракта образца, определённых на 30-й минуте.

Объём, соответствующий 50% АРА (IC_{50}), рассчитывали на основании формулы функции линии тренда, построенной на графике, (y=mx+b), по формуле (x=(y-b)/m).

$$IC_{50} = \frac{(50 - 0.372)}{0.5262} = \mathbf{94.314}\ \text{mkl}$$

Таблица 5. **Измеренные значения оптической плотности и рассчитанные значения антирадикальной активности холостого и исследуемых образцов, экстрагированных водой, при соотношении мелиссы и солодки 3:1, добавленных в раствор DPPH.**

Объем, мкл	Время, мин.	Образец					
		Abs, D	ARF%		Время, мин.	Abs, D	ARF%
25	0	1,024	0,00	75	0	1,024	0,00
	5	0,945	7,71		5	0,578	43,55
	10	0,903	11,82		10	0,551	46,19
	15	0,901	12,01		15	0,527	48,54
	20	0,883	13,77		20	0,506	50,59
	25	0,871	14,94		25	0,489	52,25
	30	0,85	**16,99**		**30**	0,466	**54,49**
50	0	1,024	0,00	100	0	1,024	0,00
	5	0,755	26,27		5	0,481	53,03
	10	0,719	29,79		10	0,447	56,35
	15	0,689	32,71		15	0,403	60,64
	20	0,668	34,77		20	0,378	63,09
	25	0,647	36,82		25	0,352	65,63
	30	0,638	**37,70**		**30**	0,324	**68,36**

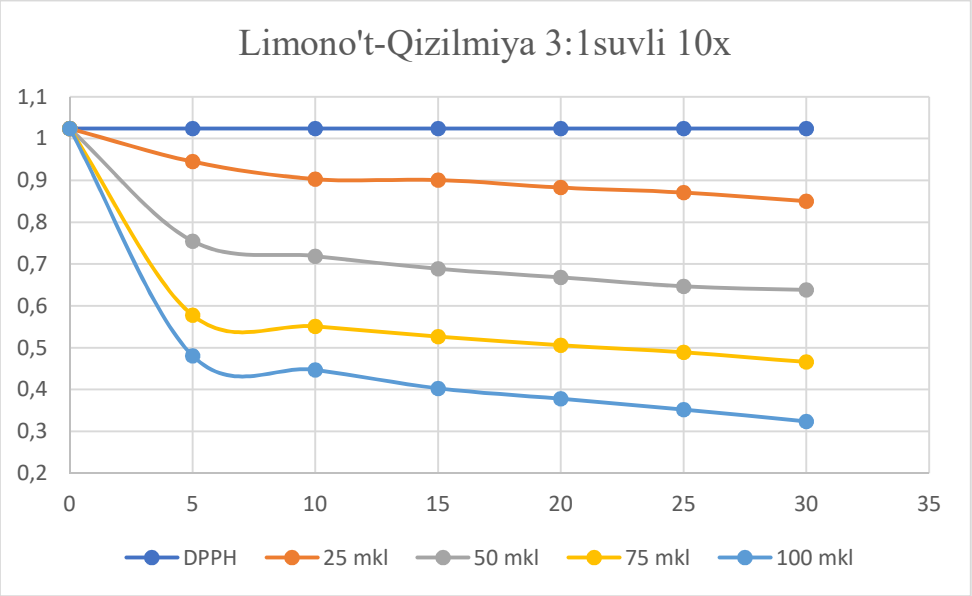


Рисунок 9. Графическое представление измеренных значений оптической плотности растворов холостого и исследуемых образцов, экстрагированных водой, добавленных в раствор DPPH.

Для расчёта IC_{50} образцов — концентрации, необходимой для ингибирования 50% радикалов в растворе DPPH, — в каждом эксперименте на основании значений антирадикальной активности (АРА, %) на 30-й минуте и объёма добавленного водного образца строили соответствующий график.

Значение IC_{50} определяли на основании функции линии тренда, построенной для полученного графика.

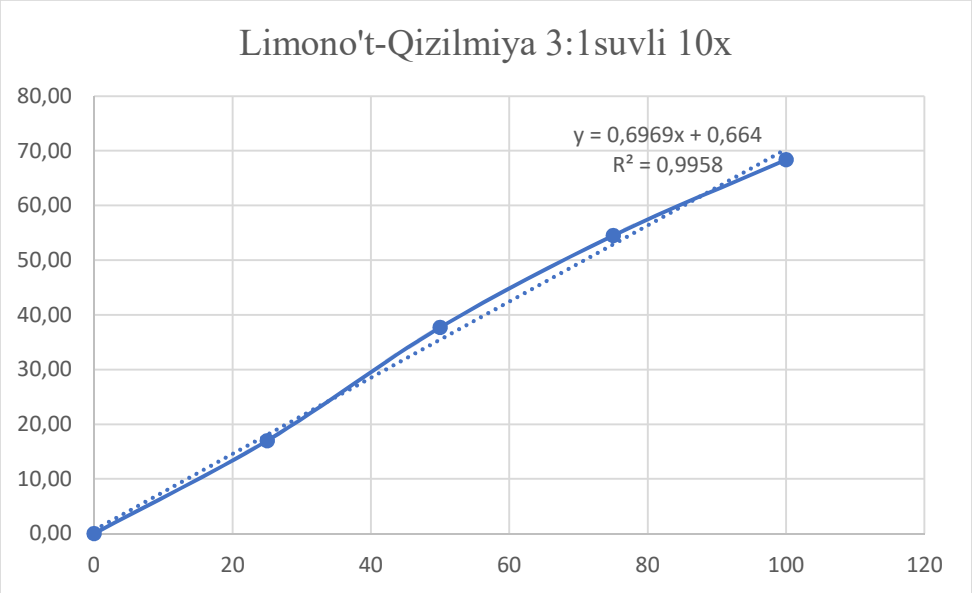


Рисунок 10. График зависимости значений АРА (%) от объёма водного экстракта образца, определённых на 30-й минуте.

Объём, соответствующий 50% АРА (IC_{50}), рассчитывали на основании формулы функции линии тренда, построенной на графике, (y=mx+b), по формуле (x=(y-b)/m).

$$IC_{50} = \frac{(50 - 0.664)}{0.6969} = 70.794 \text{ mkl}$$

Таблица 6. Измеренные значения оптической плотности и рассчитанные значения антирадикальной активности холостого и исследуемых образцов, экстрагированных водой, при соотношении мелиссы и солодки 1:3, добавленных в раствор DPPH.

Объем, мкл	Время, мин.	Образец					
		Abs, D	ARF%		Время, мин.	Abs, D	ARF%
25	0	1,024	0,00	75	0	1,024	0,00
	5	0,989	3,42		5	0,817	20,21
	10	0,972	5,08		10	0,795	22,36
	15	0,959	6,35		15	0,787	23,14
	20	0,947	7,52		20	0,775	24,32
	25	0,938	8,40		25	0,762	25,59
	30	0,932	**8,98**		**30**	0,754	**26,37**
50	0	1,024	0,00	100	0	1,024	0,00
	5	0,907	11,43		5	0,693	32,32
	10	0,895	12,60		10	0,684	33,20
	15	0,887	13,38		15	0,677	33,89
	20	0,875	14,55		20	0,671	34,47
	25	0,862	15,82		25	0,664	35,16
	30	0,854	**16,60**		**30**	0,659	**35,64**

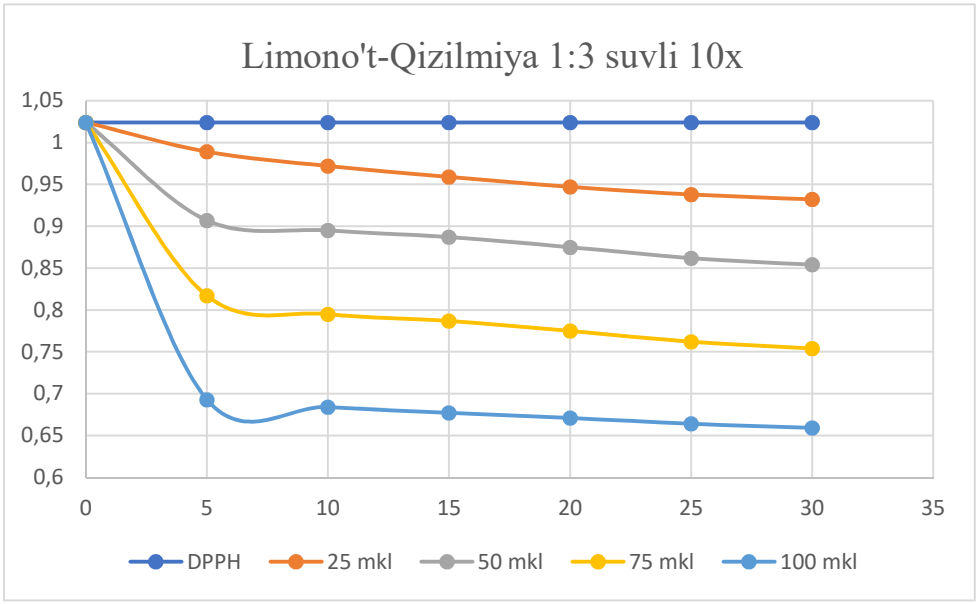


Рисунок 11. Графическое представление измеренных значений оптической плотности растворов холостого и исследуемых образцов, экстрагированных водой, добавленных в раствор DPPH.

Для расчёта IC_{50} образцов — концентрации, необходимой для ингибирования 50% радикалов в растворе DPPH, — в каждом эксперименте на основании значений антирадикальной активности (АРА, %) на 30-й минуте и объёма добавленного водного образца строили соответствующий график. Значение IC_{50} определяли на основании функции линии тренда, построенной для полученного графика.

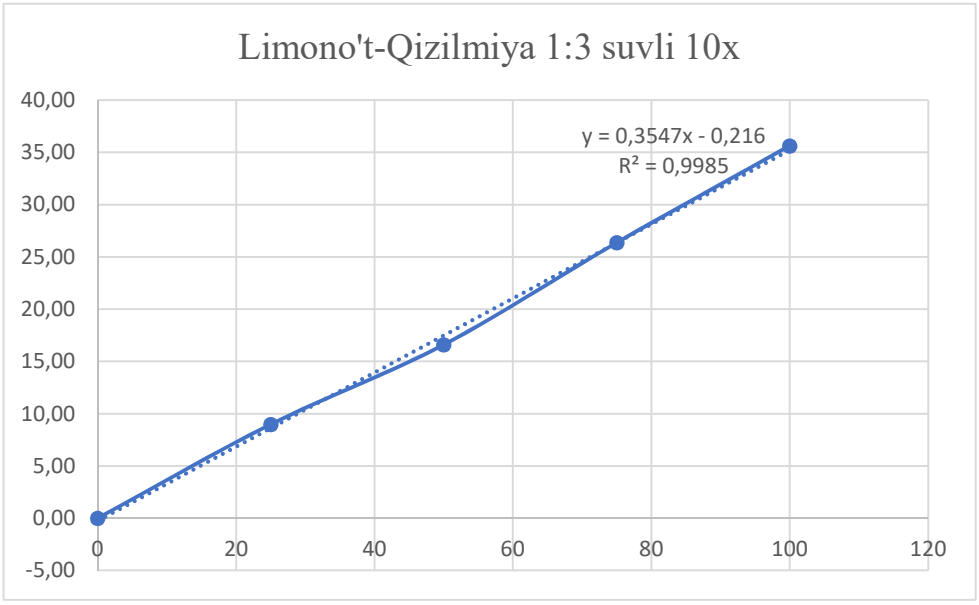


Рисунок 12. График зависимости значений АРА (%) от объёма водного экстракта образца, определённых на 30-й минуте.

Объём, соответствующий 50% АРА (IC_{50}), рассчитывали на основании формулы функции линии тренда, построенной на графике, (y=mx+b), по формуле (x=(y-b)/m).

$$IC_{50} = \frac{(50 - 0.216)}{0.3547} = 140.36 \text{ mkl}$$

Таблица 7. Значения антирадикальной активности (АРА, %) спиртовых и водных экстрактов образцов при объёме 100 мкл через 30 минут.

Время	АРА %					
	Лимонная мята-Солодка 1:1 спиртовой	Лимонная мята-Солодка 3:1 спиртовой	Лимонная мята-Солодка 1:3 спиртовой	Лимонная мята-Солодка 1:1 водный	Лимонная мята-Солодка 3:1 s водный	Лимонная мята-Солодка 1:3 водный
30- мин.	**29.00**	**11.33**	**9.18**	**53.32**	**68.36**	**35.64**

Таблица 8. **Значения IC_{50} образцов — концентрации (мкл), необходимые для ингибирования 50% радикалов в растворе DPPH.**

Время	IC_{50}					
	Лимонная мята-Солодка 1:1 спиртовой	Лимонная мята-Солодка 3:1 спиртовой	Лимонная мята-Солодка 1:3 спиртовой	Лимонная мята-Солодка 1:1 водный	Лимонная мята-Солодка 3:1 s водный	Лимонная мята-Солодка 1:3 водный
30- мин.	**169.77**	**458.52**	**570.47**	**94.314**	**70.794**	**140.36**

Заключение. Таким образом, можно заключить, что спиртовые и водные экстракты на основе исследуемых мелиссы и солодки проявляют антирадикальную активность. В частности, среди спиртовых экстрактов наилучший результат был получен для композиции **мелисса–солодка в соотношении 1:1**, антирадикальная активность которой через 30 минут составила **29,00 %**. Значение **IC_{50} составило 169,77 мкл**, что свидетельствует о проявлении антирадикальной активности. Среди водных экстрактов наилучший результат был получен для композиции **мелисса–солодка в соотношении 3:1**: через 30 минут антирадикальная активность составила **68,36 %**. Значение **IC_{50} составило 70,794 мкл**, что свидетельствует о выраженной антирадикальной активности.

При пересчёте результатов, полученных после 10-кратного разбавления, было установлено, что значения АРА (%) экстрактов в исходном состоянии в **10 раз выше**, а значения **IC_{50} в 10 раз ниже** по сравнению с результатами разбавленных образцов. Это позволяет более наглядно оценить эффективность исследуемых экстрактов в качестве природных антиоксидантов.

Литературы

1.Pratov, O‘., & Jumayev, Q. (2003). Systematics of Higher Plants. Tashkent, Uzbekistan.
2.Mamatova, M. I., Mamatkulov, Z. A., Ibragim, A., & Rakhmonovich, U. G. J. (2026). Molecular and translational pharmacology of Melissa officinalis: Targeting Nrf2/ARE, NF-κB/MAPK, and purinergic receptors. https://doi.org/10.48309/ajgc.2026.559064.1865
3.Tuychiyeva, D., Bozorboyev, Sh., & No‘monjonov, M. (2020). Morphobiological characteristics, medicinal properties, and cultivation technology of Melissa officinalis. UzAcademia, 1(1), 272–274. July 2020. Available at: www.academiascience.uz
4.Gulcin, İ., Beydemir, Ş., Sat, İ. G., & Küfrevioğlu, Ö. İ. (2005). Evaluation of antioxidant activity of cornelian cherry (Cornus mas L.). Acta Alimentaria, 34, 193–202.
5.Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 181, 1199–1200.
6.Askarov, I. R., Muminov, M. M., & Yusupov, M. A. (2024). Study of antiradical properties of artichoke (Cynara scolymus L.) and milk thistle (Silybum marianum L.) vegetable oils. NamDU Ilmiy Axborotnomasi, 11, 173–177.
7.Askarov, I. R., Abdullaev, S. S., Mamatkulova, S. A., & Abdulloev, O. S. (2024). Antioxidant activity and elemental composition of mixtures of fig and common jujube fruits. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 3(3), 179–205. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss3.2024.320
8.Manakov, V. M., Mukhranova, V. V., & Nam, T. S. (2015). Systems of Linear Algebraic Equations: A Study Guide. Khabarovsk: Pacific State University Publishing House. 79 p. ISBN 978-5-7389-1759-2.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 5, 2026 Traditional Medicine

ANTIRADICAL ACTIVITY OF COMPOSITIONS OF LEMON BALM AND LICORICE MEDICINAL PLANTS

Ibragim R. Askarov
Andijan State University, Professor of the Department of Chemistry, Doctor of Chemical Sciences, Honored Inventor of the Republic of Uzbekistan, Chairman of the Academy of Traditional Medicine of Uzbekistan.
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330
Irodakhon Y. Mamatova
Andijan State Medical Institute, Head of the Department of Biological Chemistry, Doctor of Chemical Sciences, Professor
https://orcid.org/0009-0003-0675-994X
Mukhiddin G. Numonjonov
Andijan State Medical Institute, Assistant at the Department of Biological Chemistry, PhD student at Kokand State University.
https://orcid.org/0009-0001-7281-5538
E-mail: nomonjonovmuxiddin@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.724

Annotation: This article presents an evaluation of the antiradical activity of aqueous and alcoholic extracts of compositions of medicinal plants—lemon balm (Melissa officinalis L.) and licorice (Glycyrrhiza glabra L.)—used in scientific medicine and combined in different ratios. The antiradical activity of the extracts was evaluated using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) free-radical scavenging method. The studied compositions were found to possess high antiradical activity. The minimum volumes of aqueous and ethanolic extracts of mixtures at ratios of 1:1, 1:3, and 3:1 required to scavenge 50% of DPPH free radicals under standard conditions were investigated.

The obtained results indicate that mixtures of lemon balm and licorice, particularly the composition at a ratio of 3:1, may be considered promising therapeutic agents for the prevention of oxidative stress and may have potential applications in traditional medicine.

Keywords: Melissa officinalis L., Glycyrrhiza glabra L., extraction, antiradical activity, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), spectrophotometry, IC50, food additive.

How to Cite

Askarov, I. R., Mamatova, I. Y., & Numonjonov, M. G. ANTIRADICAL ACTIVITY OF COMPOSITIONS OF LEMON BALM AND LICORICE MEDICINAL PLANTS. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(5). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.724

Introduction

Medicinal Lemon balm (*Melissa officinalis L.*) belongs to the higher plants, division *Magnoliophyta,* class *Magnoliopsida,* subclass *Lamidae*, and family *Lamiaceae* [1]. Medicinal Melissa officinalis L. is a perennial, densely pubescent herbaceous plant, 30–60 cm in height, with a characteristic lemon scent. The stem is quadrangular, either single or highly branched, with opposite branching. The leaves are ovate, pointed, with large serrated margins, pubescent on the upper surface, short-petioled, and oppositely arranged on the stem. The white, pubescent flowers are borne on pedicels in the axils of the leaves, forming ring-shaped inflorescences. The fruit consists of four nutlets. The plant flowers from June to August, and the fruits ripen in July–August [2, 3].

Licorice (Glycyrrhiza glabra L.), also known as sweet licorice, is a perennial rhizomatous medicinal plant belonging to the family Fabaceae. In Uzbekistan, licorice grows naturally and has long been used in

traditional medicine. The stem is highly branched, coarse, erect, and 40–150 cm tall. The leaves are compound, imparipinnate, and oblong. The flowers are violet and arranged in racemose inflorescences. The fruit is an elongated legume. The plant flowers and bears fruit from April to June. It reproduces by seeds and vegetatively through rhizomes. The root system is strongly developed and penetrates the soil to a depth of up to 3 m. Licorice is a well-known medicinal plant with a rich chemical composition.

In our studies, the antioxidant activity of Melissa officinalis L. and licorice plants was investigated. According to the results obtained, it was established that their compositions also exhibited high antioxidant activity. This article presents the results of studies conducted to determine the antiradical activity of mixtures prepared from the vegetative parts of Melissa officinalis L. and licorice in ratios of 1:1, 1:3, and 3:1, with the aim of developing a food additive with standardized levels of biologically active substances.

Materials and Methods

A stable free radical, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH•), was employed to assess the antiradical activity of the investigated samples. The gradual fading of the intense violet color of the DPPH• solution, including its transition to a pale or nearly colorless state, was considered an indication of the presence of biologically active compounds with antioxidant properties in the tested samples. This color change occurs as a result of the reduction of the DPPH• radical following the transfer of an electron or hydrogen atom from antioxidant constituents. Accordingly, the extent of DPPH• radical neutralization was considered an important parameter reflecting the free-radical-scavenging capacity of the investigated extracts.

The DPPH• assay is widely used for the preliminary assessment of the antioxidant properties of plant materials and their extracts due to its relative simplicity, rapid execution, and compatibility with spectrophotometric measurements. The analytical principle of the method is based on the interaction of the DPPH• radical with antioxidant compounds, which alters the electronic state of the radical and consequently decreases its optical absorbance. The reduction in absorbance observed during the reaction provides a quantitative basis for evaluating the radical-scavenging efficiency of the tested samples.

In the present study, a modified version of the spectrophotometric procedure originally proposed by Blois was used to determine the ability of the samples to inhibit the DPPH• free radical [4]. Several technical adjustments were introduced according to the experimental conditions and the specific characteristics of the investigated plant extracts [5]. The change in optical density resulting from the interaction between DPPH• radicals and antioxidant constituents of the samples was used as the principal analytical parameter.

The antiradical activity of the samples was evaluated from the difference between the initial and final absorbance values of the DPPH• reaction system. Thus, the decrease in color intensity and spectrophotometric absorbance of the DPPH• solution was used as an indicator of the ability of the investigated compositions to neutralize free radicals [3–5].

Preparation of the DPPH• Solution

The working DPPH• solution was prepared in a 100 mL volumetric flask using ethyl alcohol as the solvent to obtain a concentration of 7.92 mM. To protect the solution from light exposure, the flask was wrapped in aluminum foil and kept at room temperature in the dark for 30 min.

Preparation of Sample Extracts

Samples were prepared to evaluate the antioxidant properties of alcoholic and aqueous extracts obtained from lemon balm and licorice raw materials. For extraction, 1 g of finely ground plant material was treated with 25 mL of solvent, either distilled water or 96% ethanol, and subjected to ultrasonic treatment for 20 min. The resulting extracts were clarified by filtration through a 0.45 μm pore-size syringe filter and subsequently prepared for analysis [4]. Prior to analysis, the obtained filtrates were diluted tenfold.

Determination of Antiradical Activity

The antiradical activity of the investigated extracts was determined using a spectrophotometric assay based on their ability to interact with the DPPH• free radical. Initially, a control solution was prepared by transferring 3.0 mL of the working DPPH• solution and 100 μL of ethanol into a quartz cuvette with a capacity of 4 mL. The optical density of the prepared solution was recorded at a wavelength of 517 nm using

a K7000 spectrophotometer manufactured by YOKE (China). Absorbance measurements were performed over a 30-min reaction period at 5-min intervals [6,7].

To assess the radical-scavenging efficiency of the investigated samples, aliquots of the extracts (25, 50, 75, and 100 µL) were separately introduced into 3.0 mL of the DPPH• solution. The optical density of the resulting reaction mixtures was monitored spectrophotometrically at the specified time intervals. The antiradical activity of the samples was characterized according to the degree of DPPH• radical neutralization.

The absorbance of the reaction mixtures was recorded at 517 nm (D_2) under the experimental conditions described above. The volume of ethanol corresponding to the volume of the added sample was used to adjust the total volume of the reaction mixture in the cuvette to 3.1 mL. The DPPH• radical inhibition rate, expressed as antiradical activity (ARA, %), was calculated from the measured optical density values using the following equation:

Results and Discussion

Analysis of the experimental results presented in the following tables demonstrated that the lemon balm–licorice compositions prepared at different ratios exhibited pronounced antiradical activity. At a constant extract concentration, an initial rapid increase in ARA was observed for all tested extract volumes. After approximately 25–30 min of reaction, the ARA values showed only minor changes and approached a relatively stable level.

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

Therefore, the ARA values recorded at the 30-min time point were selected for determining the IC_{50} parameter. This parameter represents the minimum volume of the extract required to achieve 50% neutralization of the DPPH• free radicals under the specified experimental conditions. For each experiment, a graphical relationship was established between the extract volume of the investigated food-supplement composition and the corresponding ARA (%) value measured after 30 min of reaction.

The experimental data were processed using the least-squares method [8], and a mathematical equation describing the linear function that provided the best fit to the experimental points was determined (Figures 1–12). The resulting quantitative parameters obtained from these calculations are presented in the following tables.

Table 1 Measured absorbance values and calculated antiradical activity values of the blank and tested samples extracted with alcohol at a Melissa officinalis L.–licorice ratio of 1:1, added to the DPPH solution.

Volume, µL	Time, min	Sample					
		Abs, D	ARF%		Time, min	Abs, D	ARF%
25	0	1,024	0,00	75	0	1,024	0,00
	5	0,971	5,18		5	0,839	18,07
	10	0,964	5,86		10	0,823	19,63
	15	0,959	6,35		15	0,814	20,51
	20	0,952	7,03		20	0,802	21,68
	25	0,948	7,42		25	0,794	22,46
	30	0,943	7,91		30	0,789	22,95
50	0	1,024	0,00	100	0	1,024	0,00
	5	0,912	10,94		5	0,778	24,02
	10	0,905	11,62		10	0,767	25,10
	15	0,892	12,89		15	0,755	26,27
	20	0,886	13,48		20	0,741	27,64

	25	0,875	14,55		25	0,733	28,42
	30	0,869	15,14		30	0,727	29,00

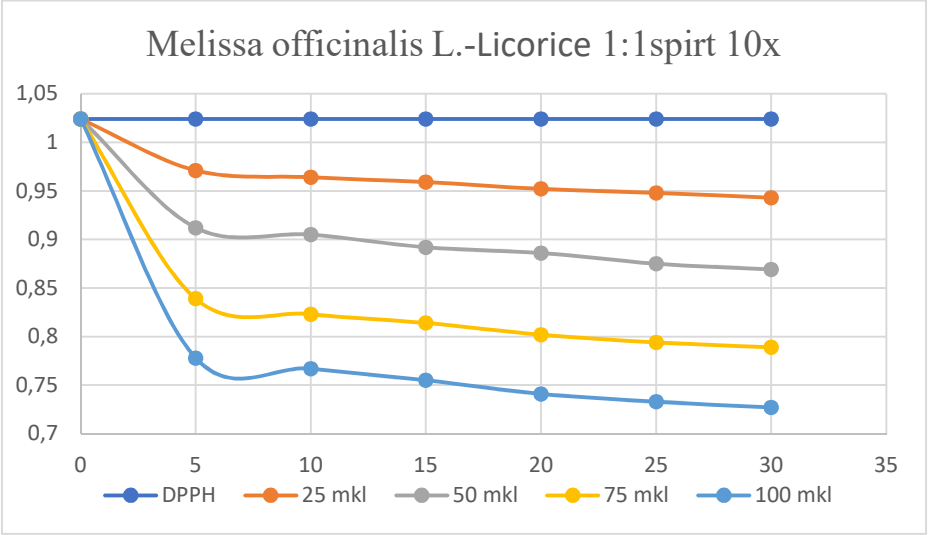
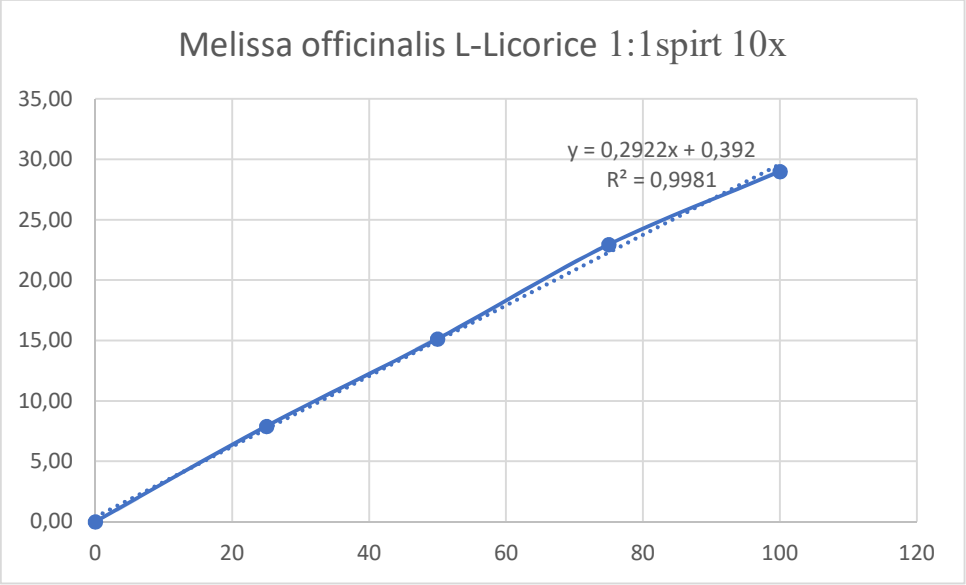


Figure 1. Graphical representation of the measured absorbance of the blank and tested alcoholic extract sample solutions added to the DPPH solution.

To determine the IC50 values of the samples, i.e., the concentration required to achieve 50% inhibition of the DPPH radical, the antiradical activity (ARF%) values recorded at 30 minutes in each experiment and the volumes of the aqueous extracts added to the reaction mixture were analyzed in relation to each other. Based on the obtained data, a graphical relationship was established, and the IC50 values were calculated using the equation of the trendline.



2-Figure. Spirtli estraksiya qilingan namunaning 30-daqiqada определенная ARF% lari va hajmlari o‘rastidagi relationship grafigi.

The volume corresponding to 50% antiradical activity (ARA, %) was calculated from the trendline equation fitted to the graph, y = mx + b, using the following formula:

[

$$IC_{50} = \frac{(50 - 0{,}392)}{0.2922} = 169.77 \text{ mkl}$$

Table 2. Measured absorbance values and calculated antiradical activity values of the blank and tested alcoholic extracts at a Melissa officinalis L.–licorice ratio of 3:1, added to the DPPH solution

Volume, µL	Time, min	Sample					
		Abs, D	ARF%		Time, min	Abs, D	ARF%
25	0	1,024	0,00	75	0	1,024	0,00
	5	1,004	1,95		5	0,955	6,74
	10	0,998	2,54		10	0,95	7,23
	15	0,992	3,13		15	0,946	7,62
	20	0,987	3,61		20	0,941	8,11
	25	0,981	4,20		25	0,937	8,50
	30	0,976	4,69		30	0,934	8,79
50	0	1,024	0,00	100	0	1,024	0,00
	5	0,969	5,37		5	0,937	8,50
	10	0,966	5,66		10	0,931	9,08
	15	0,963	5,96		15	0,924	9,77
	20	0,96	6,25		20	0,918	10,35
	25	0,958	6,45		25	0,913	10,84
	30	0,956	6,64		30	0,908	11,33

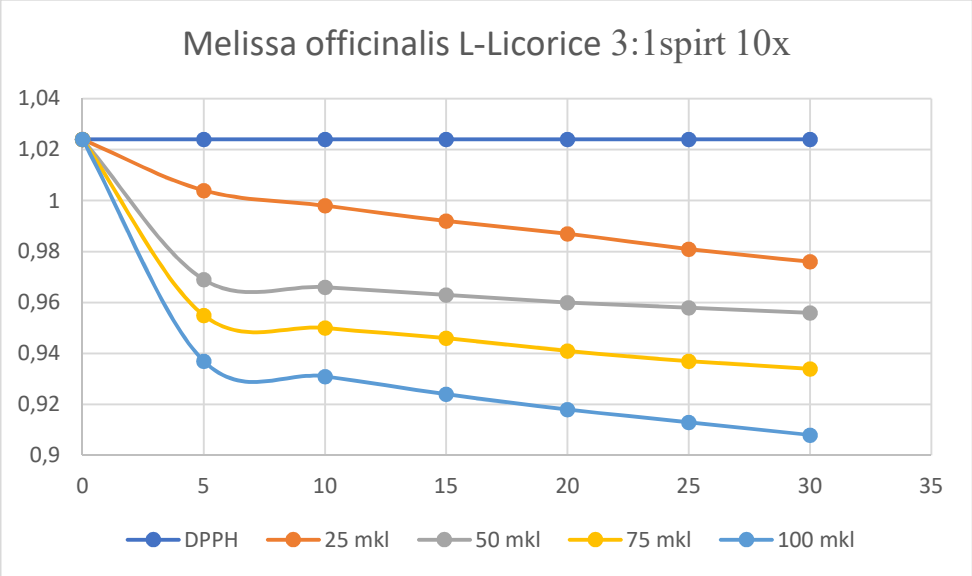


Figure 3. Graphical representation of the measured absorbance of the blank and tested alcoholic extract sample solutions added to the DPPH solution.

To determine the IC50 values of the samples, i.e., the concentration required to achieve 50% inhibition of the DPPH radical, the antiradical activity (ARF%) values recorded at 30 minutes in each experiment and the volumes of the aqueous extracts added to the reaction mixture were analyzed in relation to each other. Based on the obtained data, a graphical relationship was established, and the IC50 values were calculated using the equation of the trendline.

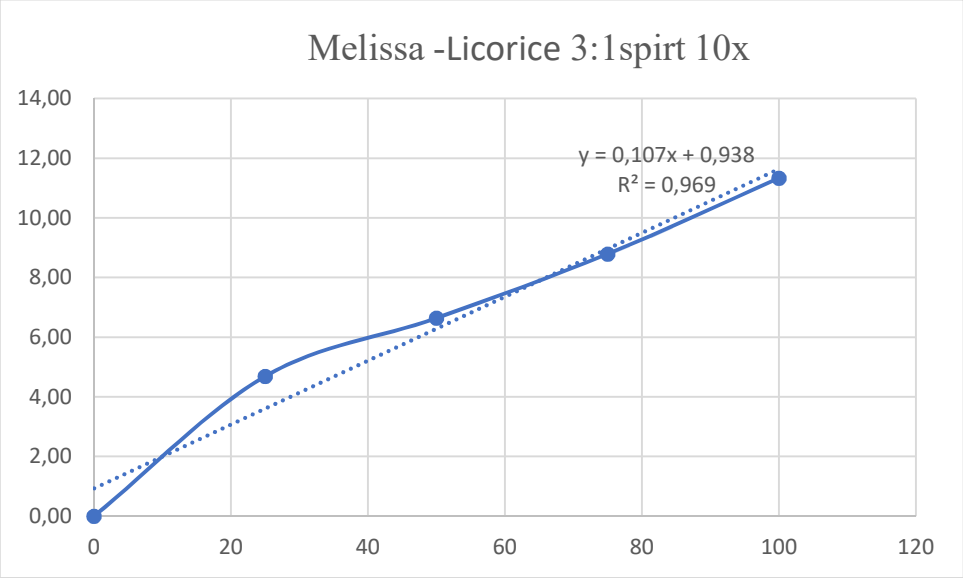


Figure 4. Graph showing the relationship between the ARA (%) values determined at 30 minutes and the volume of the alcoholic extract sample.

The volume corresponding to 50% ARA (IC_{50}) was calculated from the trendline equation y = mx + b using the formula:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 0{,}938)}{0{,}107} = 458{,}52 \text{ mkl}$$

Table 3. Measured absorbance values and calculated antiradical activity values of the blank and tested alcoholic extracts at a Melissa officinalis L.–licorice ratio of 1:3, added to the DPPH solution.

Volume, µL	Time, min	Sample					
		Abs, D	ARF%		Time, min	Abs, D	ARF%
25	0	1,024	0,00	75	0	1,024	0,00
	5	0,996	2,73		5	0,976	4,69
	10	0,995	2,83		10	0,972	5,08
	15	0,994	2,93		15	0,968	5,47
	20	0,993	3,03		20	0,964	5,86
	25	0,992	3,13		25	0,96	6,25
	30	0,991	3,22		30	0,956	6,64
50	0	1,024	0,00	100	0	1,024	0,00
	5	0,99	3,32		5	0,955	6,74
	10	0,988	3,52		10	0,95	7,23
	15	0,986	3,71		15	0,945	7,71
	20	0,984	3,91		20	0,94	8,20
	25	0,982	4,10		25	0,935	8,69
	30	0,98	4,30		30	0,93	9,18

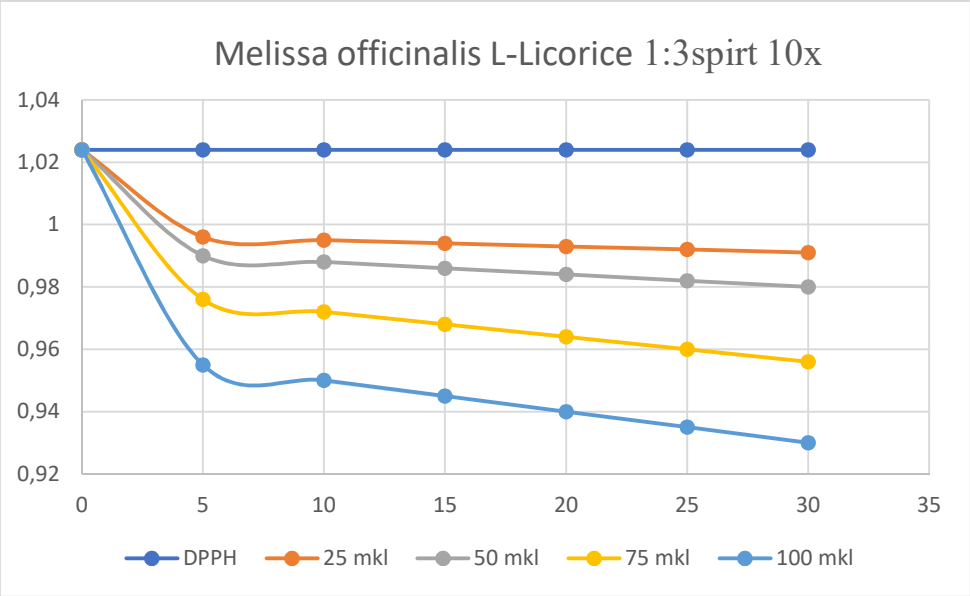


Figure 5. Graphical representation of the measured absorbance of the blank and tested alcoholic extract sample solutions added to the DPPH solution.

To determine the IC50 values corresponding to 50% inhibition of the DPPH solution, the ARF% values obtained at the end of the 30-minute experimental period were used as the primary parameter. A graph was constructed based on the volumes of the aqueous samples and their corresponding antiradical activity values. The IC50 values were determined mathematically using the equation of the trendline fitted to the experimental data points.

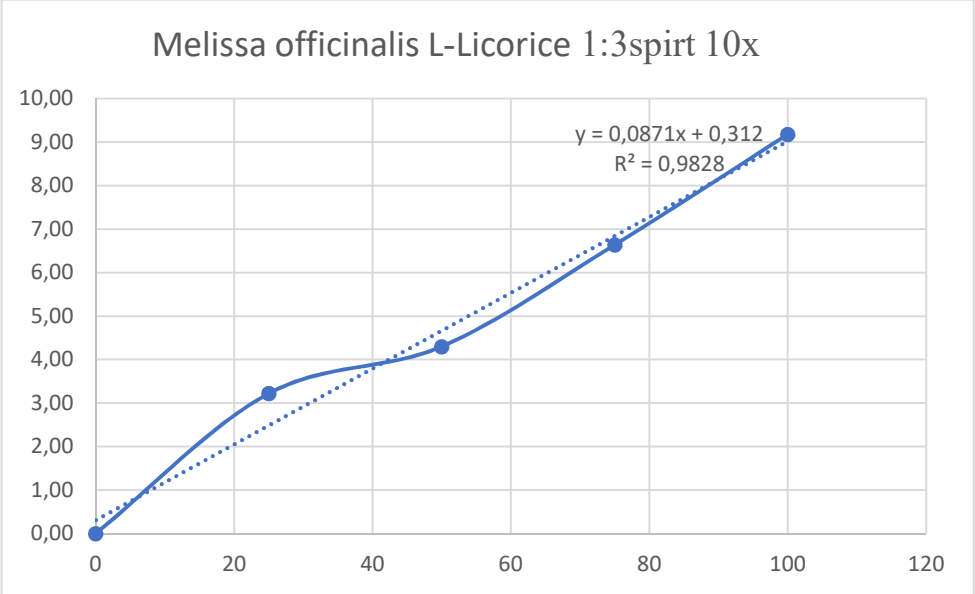


Figure 6. Graph showing the relationship between the ARA (%) values determined at 30 minutes and the volume of the alcoholic extract sample.

The volume corresponding to 50% ARA (IC_{50}) was calculated from the trendline equation y = mx + b using the formula:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 0.312)}{0.871} = 570.47 \text{ mkl}$$

Table 4. Measured absorbance values and calculated antiradical activity values of the blank and tested aqueous extracts at a Melissa officinalis L.–licorice ratio of 1:1, added to the DPPH solution.

Volume, µL	Time, min	Sample					
		Abs, D	ARF%		Time, min	Abs, D	ARF%
25	0	1,024	0,00	75	0	1,024	0,00
	5	0,975	4,79		5	0,739	27,83
	10	0,962	6,05		10	0,711	30,57
	15	0,949	7,32		15	0,694	32,23
	20	0,931	9,08		20	0,672	34,38
	25	0,907	11,43		25	0,657	35,84
	30	0,889	13,18		30	0,634	38,09
50	0	1,024	0,00	100	0	1,024	0,00
	5	0,832	18,75		5	0,522	49,02
	10	0,819	20,02		10	0,513	49,90
	15	0,802	21,68		15	0,504	50,78
	20	0,791	22,75		20	0,495	51,66
	25	0,779	23,93		25	0,486	52,54
	30	0,767	25,10		30	0,478	53,32

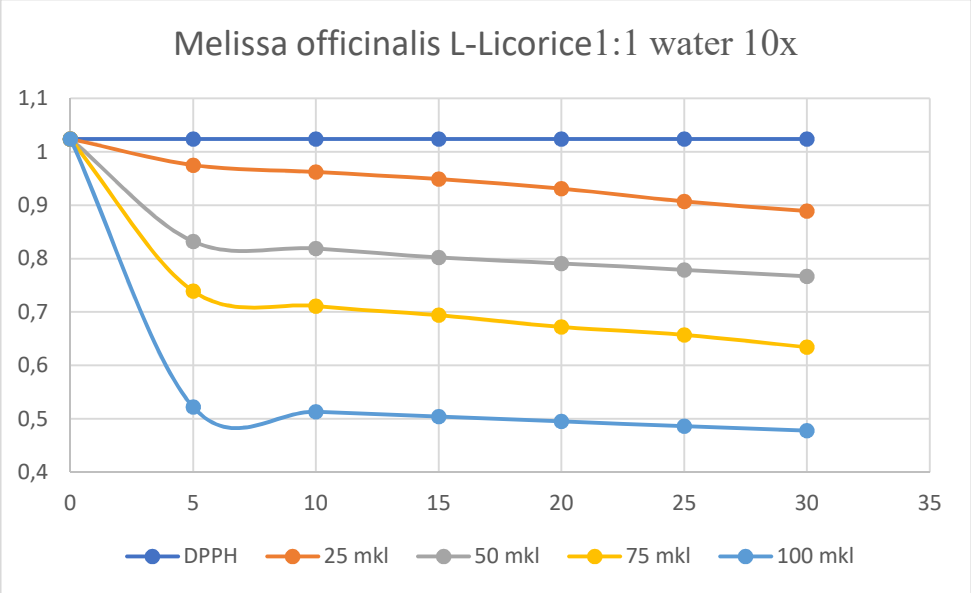


Figure 7. Graphical representation of the measured absorbance of the blank and tested aqueous extract sample solutions added to the DPPH solution.

To determine the IC50 values corresponding to 50% inhibition of the DPPH solution, the ARF% values obtained at the end of the 30-minute experimental period were used as the primary parameter. A graph was constructed based on the volumes of the aqueous samples and their corresponding antiradical activity values. The IC50 values were determined mathematically using the equation of the trendline fitted to the experimental data points

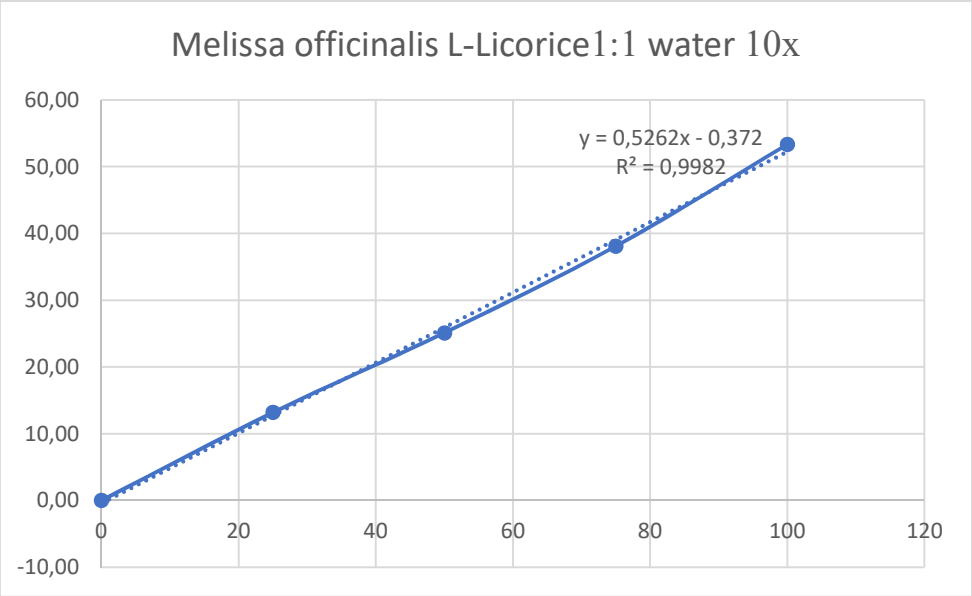


Figure 8. Graph showing the relationship between the ARA (%) values determined at 30 minutes and the volume of the aqueous extract sample.

The volume corresponding to 50% ARA (IC_{50}) was calculated from the trendline equation y = mx + b using the formula:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 0.372)}{0.5262} = \mathbf{94.314}\ \text{mkl}$$

Table 5. Measured absorbance values and calculated antiradical activity values of the blank and tested aqueous extracts at a Melissa officinalis L.–licorice ratio of 3:1, added to the DPPH solution.

Volume, µL	Time, min	Sample					
		Abs, D	ARF%		Time, min	Abs, D	ARF%
25	0	1,024	0,00	75	0	1,024	0,00
	5	0,945	7,71		5	0,578	43,55
	10	0,903	11,82		10	0,551	46,19
	15	0,901	12,01		15	0,527	48,54
	20	0,883	13,77		20	0,506	50,59
	25	0,871	14,94		25	0,489	52,25
	30	0,85	16,99		30	0,466	54,49
50	0	1,024	0,00	100	0	1,024	0,00
	5	0,755	26,27		5	0,481	53,03
	10	0,719	29,79		10	0,447	56,35
	15	0,689	32,71		15	0,403	60,64
	20	0,668	34,77		20	0,378	63,09
	25	0,647	36,82		25	0,352	65,63
	30	0,638	37,70		30	0,324	68,36

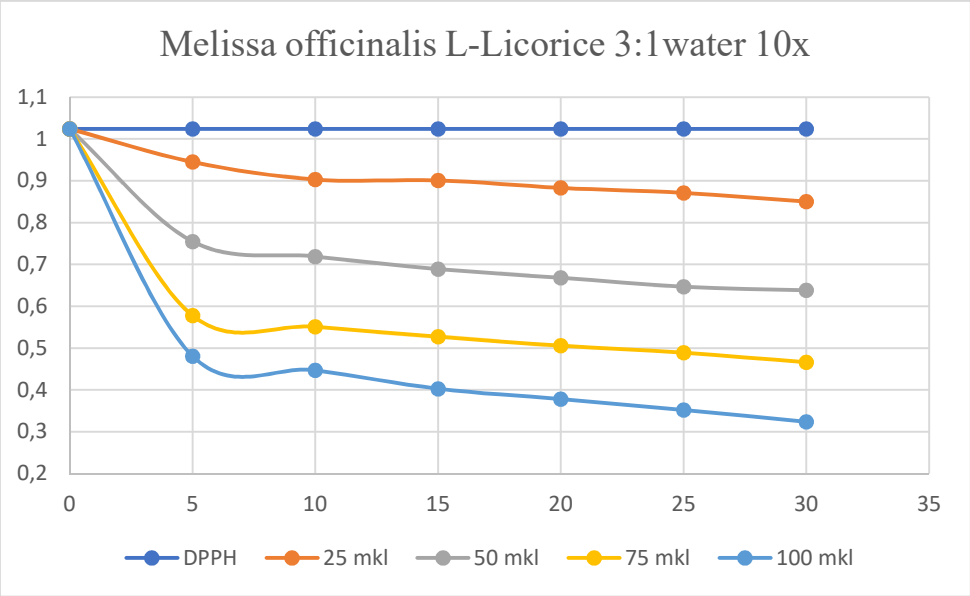


Figure 9. Graphical representation of the measured absorbance of the blank and tested aqueous extract sample solutions added to the DPPH solution.

To determine the IC50 values corresponding to 50% inhibition of the DPPH solution, the ARF% values obtained at the end of the 30-minute experimental period were used as the primary parameter. A graph was constructed based on the volumes of the aqueous samples and their corresponding antiradical activity values. The IC50 values were determined mathematically using the equation of the trendline fitted to the experimental data points

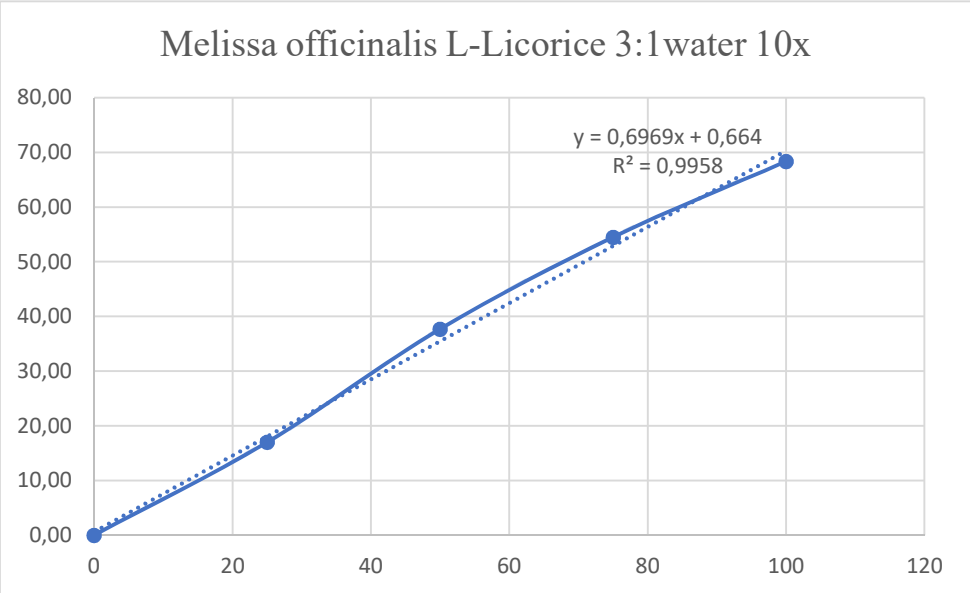


Figure 10. Graph showing the relationship between the ARA (%) values determined at 30 minutes and the volume of the aqueous extract sample.

The volume corresponding to 50% ARA (IC_{50}) was calculated from the trendline equation y = mx + b using the formula:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 0.664)}{0.6969} = 70.794 \text{ mkl}$$

Table 6. Measured absorbance values and calculated antiradical activity values of the blank and tested aqueous extracts at a Melissa officinalis L.–licorice ratio of 1:3, added to the DPPH solution.

Volume, µL	Time, min	Sample					
		Abs, D	ARF%		Time, min	Abs, D	ARF%
25	0	1,024	0,00	75	0	1,024	0,00
	5	0,989	3,42		5	0,817	20,21
	10	0,972	5,08		10	0,795	22,36
	15	0,959	6,35		15	0,787	23,14
	20	0,947	7,52		20	0,775	24,32
	25	0,938	8,40		25	0,762	25,59
	30	0,932	8,98		30	0,754	26,37
50	0	1,024	0,00	100	0	1,024	0,00
	5	0,907	11,43		5	0,693	32,32
	10	0,895	12,60		10	0,684	33,20
	15	0,887	13,38		15	0,677	33,89
	20	0,875	14,55		20	0,671	34,47
	25	0,862	15,82		25	0,664	35,16
	30	0,854	16,60		30	0,659	35,64

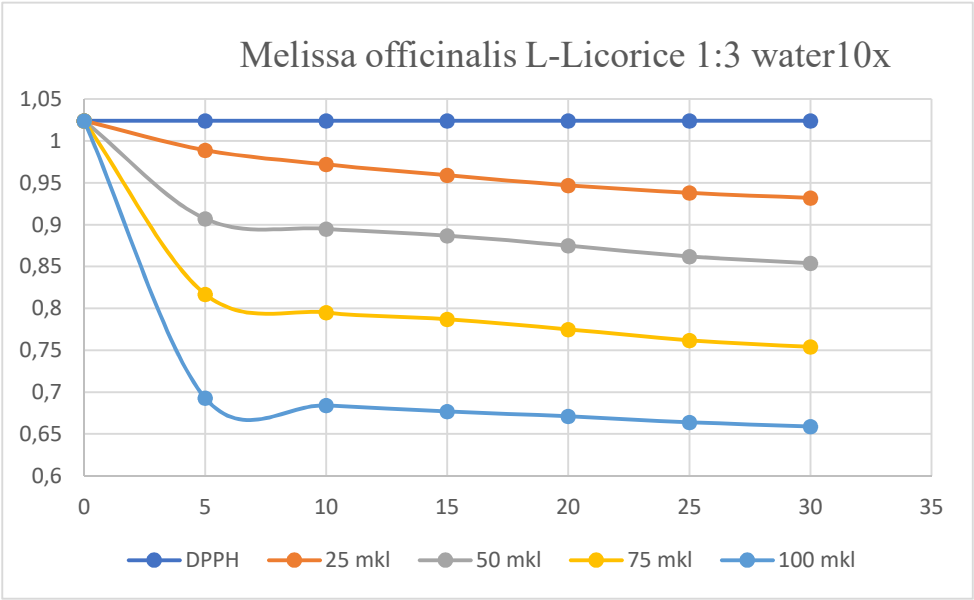


Figure 11. Graphical representation of the measured absorbance of the blank and tested aqueous extract sample solutions added to the DPPH solution.

To determine the IC50 values corresponding to 50% inhibition of the DPPH solution, the ARF% values obtained at the end of the 30-minute experimental period were used as the primary parameter. A graph was constructed based on the volumes of the aqueous samples and their corresponding antiradical activity values. The IC50 values were determined mathematically using the equation of the trendline fitted to the experimental data points

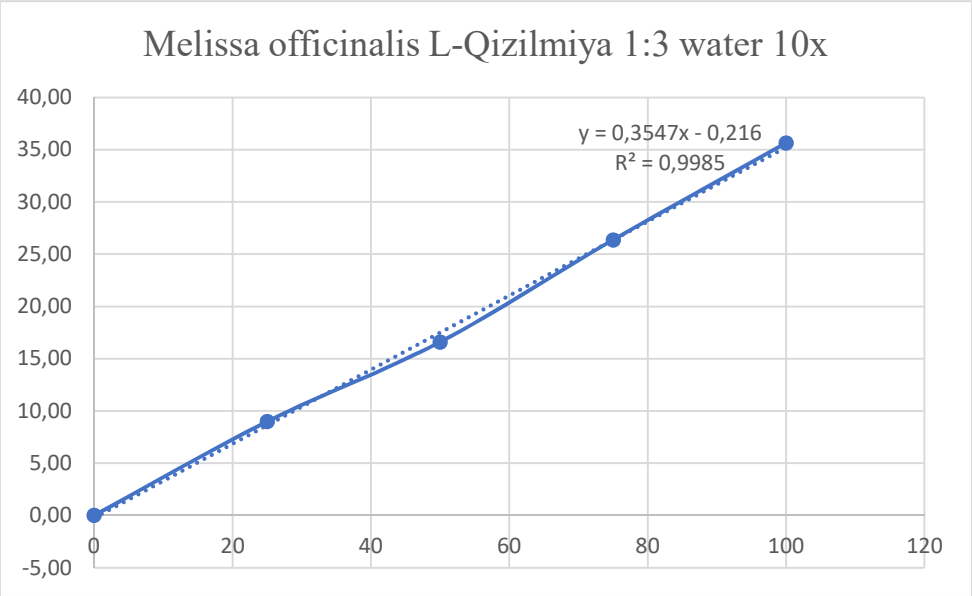


Figure 12. Graph showing the relationship between the ARA (%) values determined at 30 minutes and the volume of the aqueous extract sample.

The volume corresponding to 50% ARA (IC_{50}) was calculated from the trendline equation y = mx + b using the formula:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 0.216)}{0.3547} = 140.36 \text{ mkl}$$

Table 7. Antiradical activity (ARA, %) values of the alcoholic and aqueous extracts of the samples at a volume of 100 µL after 30 minutes.

Time	ARA%					
	Melissa officinalis L.-Licorice 1:1 alcoholic	Melissa officinalis L.-Licorice 3:1 alcoholic	Melissa officinalis L.-Licorice 1:3 alcoholic	Melissa officinalis L.-Licorice 1:1 aqueous	Melissa officinalis L.-Licorice 3:1 s aqueous	Melissa officinalis L.-Licorice 1:3 aqueous
30-min.	29.00	11.33	9.18	53.32	68.36	35.64

Table 8. IC_{50} values of the samples—the concentrations (μL) required to inhibit 50% of the radicals in the DPPH solution.

Time	IC50					
	Melissa officinalis L.-Licorice 1:1 alcoholic	Melissa officinalis L.-Licorice 3:1 alcoholic	Melissa officinalis L.-Licorice 1:3 alcoholic	Melissa officinalis L.-Licorice 1:1 aqueous	Melissa officinalis L.-Licorice 3:1 s aqueous	Melissa officinalis L.-Licorice 1:3 aqueous
30-min.	169.77	458.52	570.47	94.314	70.794	140.36

Conclusion

In conclusion, it can be stated that the alcoholic and aqueous extracts based on the investigated Melissa officinalis L. and licorice exhibit antiradical activity. In particular, among the alcoholic extracts, the best result was obtained for the Melissa officinalis L.–licorice composition at a ratio of 1:1, with an antiradical activity of 29.00% after 30 minutes. The IC_{50} value was 169.77 μL, indicating antiradical activity.

Among the aqueous extracts, the best result was obtained for the Melissa officinalis L.–licorice composition at a ratio of 3:1, with an antiradical activity of 68.36% after 30 minutes. The IC_{50} value was 70.794 μL, demonstrating antiradical activity.

When the results measured after tenfold dilution were recalculated, it was determined that the ARA (%) values of the extracts in their original state were 10 times higher, while the IC_{50} values were 10 times lower. Thus, their effectiveness as natural antioxidants became more evident.

References

1.Pratov, O‘., & Jumayev, Q. (2003). Systematics of Higher Plants. Tashkent, Uzbekistan.

2.Mamatova, M. I., Mamatkulov, Z. A., Ibragim, A., & Rakhmonovich, U. G. J. (2026). Molecular and translational pharmacology of Melissa officinalis: Targeting Nrf2/ARE, NF-κB/MAPK, and purinergic receptors. https://doi.org/10.48309/ajgc.2026.559064.1865

3.Tuychiyeva, D., Bozorboyev, Sh., & No‘monjonov, M. (2020). Morphobiological characteristics, medicinal properties, and cultivation technology of Melissa officinalis. UzAcademia, 1(1), 272–274. July 2020. Available at: www.academiascience.uz

4.Gulcin, İ., Beydemir, Ş., Sat, İ. G., & Küfrevioğlu, Ö. İ. (2005). Evaluation of antioxidant activity of cornelian cherry (Cornus mas L.). Acta Alimentaria, 34, 193–202.

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

6.Askarov, I. R., Muminov, M. M., & Yusupov, M. A. (2024). Study of antiradical properties of artichoke (Cynara scolymus L.) and milk thistle (Silybum marianum L.) vegetable oils. NamDU Ilmiy Axborotnomasi, 11, 173–177.

7.Askarov, I. R., Abdullaev, S. S., Mamatkulova, S. A., & Abdulloev, O. S. (2024). Antioxidant activity and elemental composition of mixtures of fig and common jujube fruits. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 3(3), 179–205. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss3.2024.320

8.Manakov, V. M., Mukhranova, V. V., & Nam, T. S. (2015). Systems of Linear Algebraic Equations: A Study Guide. Khabarovsk: Pacific State University Publishing House. 79 p. ISBN 978-5-7389-1759-2.