



ՀՏԴ 633.52-154:66.04(479,25)

ԶԵՐՄԱՅԻՆ ՄՇԱԿՄԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆՈՒՄ ԱՃԵՑՎԱԾ ԿՏԱՎԱՏԻ ՍԵՐՄԵՐԻ ՀԱԿԱՕԵՍԻՂԱՆՏԱՅԻՆ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՖԵՆՈԼԱՅԻՆ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ԿՐԱ

Դ.Ա. Պիպոյան ^{ID} *ան.գ.թ.*, Լ.Ա. Սիրեյան, Մ.Ռ. Բեգլարյան ^{ID} *տ.գ.թ.*

ՀՀ ԳԱԱ Էկոլոգիա և Կենսոլոգիայի հետազոտությունների կենտրոն

Ն. Մերենդին ^{ID}

Իտալիայի Տուշայի համալսարան

david.pipoyan@cens.am, liana.sireyan@cens.am, meline.beglaryan@cens.am, merendin@unitus.it

ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆ

Բանալի բառեր՝

կտավատի սերմ,
հակաօքսիդանտներ,
ջերմային մշակում,
ֆենոլներ,
ֆունկցիոնալ սննդամթերք

ԱՄՓՈՓԱԳԻՐ

Հայաստանում աճեցված կտավատի սերմերի հակաօքսիդանտային ակտիվությունն ու դրանցում ֆենոլների ընդհանուր պարունակությունը ծլեցման տարբեր փուլերում և ջերմային մշակման պայմաններում ուսումնասիրվել են առաջին անգամ: Հետազոտությամբ պարզվել է, որ, ջերմային մշակմամբ պայմանավորված, տարբեր տևողությամբ ծլեցված կտավատի սերմերի հակաօքսիդանտային ակտիվությունը և դրանցում ֆենոլների ընդհանուր պարունակությունը փոփոխվում են: Համեմատաբար բարձր արժեքներ են ստացվել 72 ժամ տևողությամբ ծլեցված և ջերմային մշակման չենթարկված կտավատի սերմերի հետազոտության արդյունքում:

Նախաբան

Կլիմայական ուսումնասիրությունները փաստում են տարբեր բրոնիկ հիվանդությունների կանխարգելման նպատակով սննդակարգի կարևորությունը: Ճիշտ սննդակարգը մարդու օրգանիզմն ապահովում է էներգիայի ստացման և առողջության պահպանման համար անհրաժեշտ սննդանյութերով (Costantini, et al., 2014): Կարևոր նշանակություն ունեն հատկապես հակաօքսիդանտները (Zehiroğlu, et al., 2019): Սննդամթերքում պարունակվող հակաօքսիդանտները բազմաթիվ միացությունների բարդ խառնուրդներ են, որոնք կարելի է դասել հետևյալ հիմնական խմբերի՝ ֆենոլային միացություններ, վիտամիններ, կարոտինոիդներ և այլ հանքանյութեր (Lourenço, et al., 2019): Սակայն պետք է նշել, որ սննդակարգում առավել քանակությամբ առկա են հատկապես պոլիֆենոլները, որոնք ունեն նաև հակաբորբոքային, հակամալարեային, իմունոմոդուլացնող, հակաբացվողային հատկություններ (Goñi, et al., 2019, Mrduljaš, et al., 2017, Pandey, et al., 2009):

Բազմաթիվ հետազոտողների կարծիքով՝ հակաօքսիդանտները պաշտպանում են օրգանիզմը ազատ ռադիկալների բացասական ներգործությունից՝ կանխարգելելով օքսիդատիվ սթրեսը և դրա հետևանքով տարբեր բրոնիկ հիվանդությունների (շաքարախտ, հիպերտոնիա, սրտանոթային, Ալցհեյմերի և Պարկինսոնի հիվանդություններ, մկանային դիստրոֆիա, քաղցկեղ և այլն) առաջացումը, ինչպես նաև դանդաղեցնում են օրգանիզմի ծերացումը (Lobo, et al., 2010, Zehiroğlu, et al., 2019, Flieger, et al., 2021, Goñi, et al., 2019, Mittal, et al., 2023): Բնական հակաօքսիդանտները կարող են նաև նվազեցնել վերարտադրողական համակարգի վրա ծանր մետաղների թունավոր ազդեցությունը (Fan, et al., 2023):

Վերջին տարիներին Հայաստանում իրականացված հետազոտություններով բացահայտվել են ծանր մետաղների՝ սննդակարգային ներգործությամբ պայմանավորված սուր և բրոնիկ ռիսկեր (Pipoyan, et al., 2018, Pipoyan, et al., 2020, Pipoyan, et al., 2023a, Pipoyan, et al., 2023b):

Ուստի կարևորվում է բնական հակաօքսիդանտներով հարուստ մթերքի օգտագործումը, ինչը կարող է նպաստել քրոնիկ հիվանդությունների կանխարգելմանը:

Առողջության պահպանման և հիվանդությունների կանխարգելման տեսանկյունից ֆենոլների բարերար ազդեցության վերաբերյալ ուսումնասիրությունները վերջին տարիներին նաև նպաստել են բնական հակաօքսիդանտներով հարստացված ֆունկցիոնալ սննդամթերքի մշակման, ինչպես նաև դրա համար անհրաժեշտ սննդային բաղադրիչների արտադրության նկատմամբ հետաքրքրության ավելացմանը: Ուշագրավ է, որ ֆունկցիոնալ սննդամթերքի արտադրությունում, որպես ալֆա-լիուլենաթթվի, լիզանների, բարձրորակ սպիտակուցների, լուծելի մանրաթելերի, ֆենոլային միացությունների աղբյուր և հիվանդությունների կանխարգելիչ միջոց, լայն կիրառություն են ստացել կտավատի (լատիներեն՝ *Linum usitatissimum*) սերմերը (Contini, et al., 2012, Goyal, et al., 2014, Tufail, et al., 2020):

Կտավատը կտավատագիների (լատիներեն՝ *Linacea*) ընտանիքին պատկանող միամյա մշակաբույս է: Սերմերը տափակ են, հարթ, փայլուն, ձվաձև, գորշ կամ շագանակագույն:

Դեռևս հնագույն ժամանակներից Հայաստանում կտավատի մշակությամբ զբաղվել են ներկայիս Աշոցքի, Ամասիայի, Արթիկի, Սիսիանի, Ախուրյանի, Սևանի ավազանի տարածաշրջաններում (www.agroecoarm.com): Այժմ կտավատի սերմերը կիրառվում են մասնավորապես հացաբուլկեղենի արտադրությունում: Հայաստանում իրականացված հետազոտությունների համաձայն՝ մարդկանց սննդակարգում զգալի մասնաբաժին է կազմում ալրային հիմքով արտադրանքը, այդ թվում՝ հացաբուլկեղենը (Stepanyan, et al., 2022): Ուստի ֆունկցիոնալ սննդամթերքի ստացման նպատակով նախընտրելի է կիրառել կտավատի սերմեր: Սակայն պետք է հաշվի առնել, որ թունավոր նյութեր (հականոտրիենտներ) պարունակելու պատճառով կտավատի սերմերը հում վիճակում չեն օգտագործվում, նախ ենթարկվում են մշակման (ծեցում, բովում և մանրացում):

Հետազոտության նպատակն է հայկական կտավատի (լատ.՝ *Linum usitatissimum* L.) սերմերը տարբեր եղանակներով մշակելու միջոցով որոշել սերմերի հակաօքսիդանտային ակտիվությունը և դրանցում ընդհանուր ֆենոլների պարունակությունը:

Նյութը և մեթոդները

Կտավատի սերմերի նմուշապատրաստում: Հայաստանում աճեցված կտավատի (հայտնի է նաև կտավատ սովորական անվամբ) սերմերի հակաօքսիդանտային ակտիվության և դրանցում ֆենոլների ընդհանուր պարունակության վրա ջերմային մշակման ազդեցության գնահատման նպատակով սերմերի նմուշները տարբեր պայմաններում ենթարկվել են մշակման (աղ. 1): Լաբորատոր արդյունք-

ների ստանդարտ շեղումների (SD) հաշվարկման համար յուրաքանչյուր փորձանմուշից պատրաստվել է 3 օրինակ: Ընդհանուր առմամբ հետազոտության համար ծեցվել է կտավատի 18 փորձանմուշ (6 փորձանմուշ՝ յուրաքանչյուրից 3-ական օրինակ): Հետազոտության են ենթարկվել նաև չծեցված և ջերմային մշակում չանցած կտավատի սերմերը (փորձանմուշ 7):

Աղյուսակ 1. Կտավատի սերմերի նմուշապատրաստում*

Կտավատի սերմերի փորձանմուշներ	Ծեցման տևողությունը, ժամ	Ջերմային մշակման եղանակը
Փորձանմուշ 1	24	100 °C ջերմաստիճանում 30-40 րոպե տևողությամբ
Փորձանմուշ 2	48	
Փորձանմուշ 3	72	
Փորձանմուշ 4	24	Առանց ջերմային մշակման
Փորձանմուշ 5	48	
Փորձանմուշ 6	72	
Փորձանմուշ 7	չծեցված	

*Կազմվել է հեղինակների կողմից:

Լաբորատոր փորձերը կատարվել են Իտալիայի Տուշայի համալսարանի Բջջային և մոլեկուլային սնուցման լաբորատորիայում: Նախապատրաստական փուլում փորձանմուշները մանրացվել են էլեկտրական աղացի միջոցով (մինչև ալրանման զանգվածի ստացումը): Աղալուց հետո բոլոր նմուշները (բացառությամբ ջերմային մշակման չենթարկված նմուշների) 24 ժամ պահվել են չորացման պահարանում 70 °C ջերմաստիճանի պայմաններում: Կտավատի՝ ծեցված և ջերմային մշակման չենթարկված նմուշները 48 ժամ պահվել են լիոֆիլիզատորում, որտեղ նմուշներից ջուրը հեռացվել է վակուումի միջոցով՝ -96 °C ջերմաստիճանում: Չորացված կամ լիոֆիլիզացված յուրաքանչյուր նմուշից կշռվել է 0,5 գ, որին ավելացվել է 12,5 մլ 80 %-անոց մեթանոլ: Ստացված խառնուրդները 2 ժամ պահվել են սենյակային ջերմաստիճանի պայմաններում, պարբերաբար խառնվել, այնուհետև 10 րոպե տևողությամբ համասեռացվել ցենտրիֆուգում: Փորձանմուշների համասեռացված լուծույթներում որոշվել են հակաօքսիդանտային ակտիվությունը և ֆենոլների ընդհանուր պարունակությունը:

Փորձանմուշների լաբորատոր հետազոտություն: Կտավատի սերմերի փորձանմուշների հակաօքսիդանտային ակտիվությունը որոշվել է FRAP (Ferric-Reducing Antioxidant Power) մեթոդով, որը հիմնված է ցածր pH-ի պայմաններում Fe^{3+} -2, 4, 6-տրիպիրիդիլ-s-տրիազին (*tripirydyl-s-triazine* - TPTZ) կոմպլեքսի՝ մինչև երկվալենտ ձևի վերականգնման վրա: Հետազոտության համար

պատրաստվել է 160 մկ FRAP փորձարարական լուծույթ (20 մմոլ երկաթի քլորիդի լուծույթ + 10 մմոլ TPTZ լուծույթ + 0,3 մոլ ացետատ բուֆեր ($pH=3,6$ պայմաններում)) և խառնվել կտավատի նախապատրաստված փորձանմուշների համասեռացված 10 մկ լուծույթին, ստանդարտին կամ բլանկին: Փորձարարական լուծույթը 30 րոպե ինկուբացիայի է ենթարկվել, այնուհետև 37°C ջերմաստիճանի և 595 նմ ալիքի երկարության պայմաններում չափվել է կլանումը (Benzie & Strain, 1999, Costantini, et al., 2014) Tecan սարքի օգնությամբ (Tecan Infinite 2000, Salzburg, Austria): Լաբորատոր հետազոտության արդյունքում կտավատի սերմերի փորձանմուշների հակաօքսիդանտային ակտիվության տվյալներն արտահայտվել են որպես Fe^{2+} -ին էկվիվալենտ մմոլ՝ 1 գ չոր զանգվածի (ՉԶ) հաշվարկով, այսինքն՝ չափման միավորն է մմոլ $\text{Fe}^{2+}/\text{գ ՉԶ}$ ($\text{mmol Fe}^{2+}\text{ equivalents/g DW}$):

Կտավատի սերմերի փորձանմուշներում ֆենոլների ընդհանուր պարունակության որոշման համար կիրառվել է Folin Ciocalteu ռեագենտը, իսկ որպես ստանդարտ՝ գալիկաթթու (Gallic acid): Չափումների նպատակով 4 մլ ռեիոնացված ջրի, 0,25 մլ Folin Ciocalteu ռեագենտի, կտավատի նախապատրաստված փորձանմուշների համասեռացված 0,25 մլ լուծույթի, 0,5 մլ Na_2CO_3 -ի միախառնումով պատրաստվել է խառնուրդ և 30 րոպե պահվել սենյակային ջերմաստիճանում: Այնուհետև սպեկտրոֆոտոմետրի միջոցով (Uvikon 942, Kontron Instruments, Zurich, Switzerland) 725 նմ ալիքի երկարության պայմաններում չափվել է կլանումը (Costantini, et al., 2014): Կտավատի սերմերի փորձանմուշներում ֆենոլների ընդհանուր պարունակությունն արտահայտվել է որպես գալիկաթթվին էկվիվալենտ (ԳԹԷ) միլիգրամ՝ 1 գ չոր զանգվածի (ՉԶ) հաշվարկով, այսինքն՝ չափման միավորն է մգ ԳԹԷ/գ ՉԶ (mg GAE/g DW):

Ջետազոտության տվյալների վիճակագրական վերլուծության և գրանցված տարբերության նշանակալիության մակարդակի ($p<0,05$) քննադրման համար կիրառվել են ANOVA և Ֆիշերի թեստերը: Միաժամանակ հաշվարկվել են տվյալների վիճակագրական միջինը և ստանդարտ շեղումը:

Արդյունքները և վերլուծությունը

Կտավատի սերմերի ամեն մի փորձանմուշի հակաօքսիդանտային ակտիվության և ֆենոլների ընդհանուր պարունակության միջին տվյալները (աղ. 2) ստացվել են յուրաքանչյուր տեսակի փորձանմուշի (աղ. 1) երեք կրկնօրինակների լաբորատոր հետազոտության արդյունքների վիճակագրական միջինի հաշվարկման միջոցով:

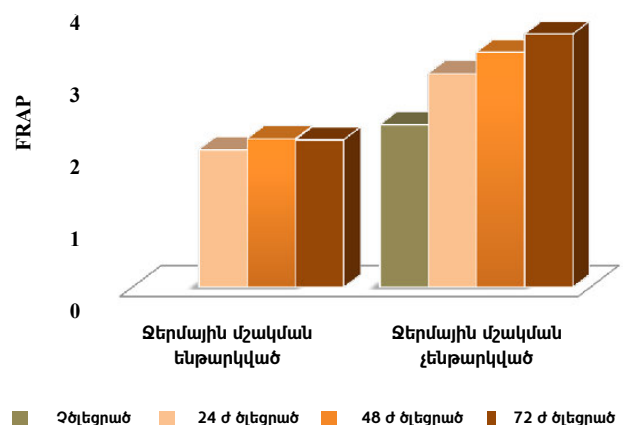
Ջետազոտության տվյալների (աղ. 2) համաձայն՝ 24, 48 և 72 ժամ տևողությամբ ծլեցված ու ջերմային մշակման ենթարկված հայկական կտավատի սերմերի հակաօքսիդանտային ակտիվությունը կազմել է 1,999-2,157 մմոլ $\text{Fe}^{2+}/\text{գ ՉԶ}$:

Աղյուսակ 2. Կտավատի սերմերի հակաօքսիդանտային ակտիվությունը և ֆենոլների ընդհանուր պարունակությունը*

Կտավատի սերմերի փորձանմուշներ	FRAP, մմոլ $\text{Fe}^{2+}/\text{գ ՉԶ}$ (միջին $\pm$ SD)	TPC, մգ ԳԹԷ/գ ՉԶ (միջին $\pm$ SD)
Փորձանմուշ 1	1,999 $\pm$ 0,114	4,539 $\pm$ 0,036
Փորձանմուշ 2	2,157 $\pm$ 0,093	4,522 $\pm$ 0,514
Փորձանմուշ 3	2,142 $\pm$ 0,070	4,730 $\pm$ 0,172
Փորձանմուշ 4	3,101 $\pm$ 0,015	5,312 $\pm$ 0,156
Փորձանմուշ 5	3,409 $\pm$ 0,181	5,423 $\pm$ 0,305
Փորձանմուշ 6	3,673 $\pm$ 0,025	5,928 $\pm$ 0,519
Փորձանմուշ 7	2,360 $\pm$ 0,114	4,635 $\pm$ 0,145

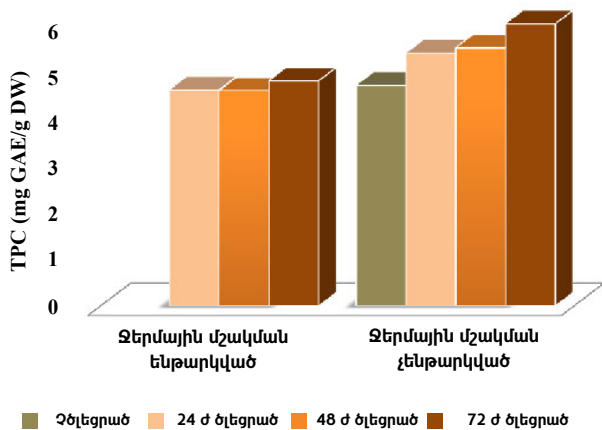
Ծանոթություն: FRAP-ն արտահայտում է փորձանմուշների հակաօքսիդանտային ակտիվությունը՝ որպես Fe^{2+} -ին էկվիվալենտ մմոլ՝ 1 գ չոր զանգվածի (ՉԶ) հաշվարկով, TPC-ն արտահայտում է փորձանմուշներում ֆենոլների ընդհանուր պարունակությունը՝ որպես գալիկաթթվին էկվիվալենտ (ԳԹԷ) մգ՝ 1 գ չոր զանգվածի (ՉԶ) հաշվարկով, SD-ն ստանդարտ շեղումն է:

*Կազմվել է հեղինակների կողմից:



Պճ. 1. Կտավատի սերմերի նմուշների հակաօքսիդանտային ակտիվությունը (մմոլ $\text{Fe}^{2+}/\text{գ ՉԶ}$) (կազմվել է հեղինակների կողմից):

Ծծլեցված, ինչպես նաև 24, 48 և 72 ժամ տևողությամբ ծլեցված, սակայն ջերմային մշակման չենթարկված նմուշների հակաօքսիդանտային ակտիվությունը համեմատաբար ավելի բարձր է՝ 2,36-3,673 մմոլ $\text{Fe}^{2+}/\text{գ ՉԶ}$ (գծ. 1):



ՊՃ. 2. Կտավատի սերմերի նմուշներում ֆենոլների ընդհանուր պարունակությունը (TPC, մգ ԳԹԵ/գ ՉՉ) (կազմվել է հեղինակների կողմից):

Նմանատիպ տարբերություն է գրանցվել նաև ֆենոլների ընդհանուր պարունակությունը որոշելիս (ՊՃ. 2): Չծեցված և տարբեր տևողությամբ ծեցված, սակայն ջերմային մշակման չենթարկված կտավատի սերմերում ֆենոլների ընդհանուր պարունակությունն ավելի բարձր է (4,635-5,928 մգ ԳԹԵ/գ ՉՉ), քան ջերմային մշակման ենթարկված նմուշներինը (4,522-4,73 մգ ԳԹԵ/գ ՉՉ):

Ըստ աղյուսակ 2-ի՝ հակաօքսիդանտային ակտիվության և ֆենոլների ընդհանուր պարունակության ամենացածր արժեքներ ստացվել են 24 ժամ տևողությամբ ծեցված և ջերմային մշակման (100 °C-ում 30-40 րոպե) ենթարկված կտավատի սերմերի (փորձանմուշ 7), իսկ ամենաբարձր արժեքներ՝ 72 ժամ տևողությամբ ծեցված և ջերմային մշակման չենթարկված սերմերի (փորձանմուշ 6) հետազոտության արդյունքում: Թեև չծեցված և ջերմային մշակման չենթարկված կտավատի սերմերի դեպքում ևս գրանցվել են հակաօքսիդանտային ակտիվության ու ֆենոլների ընդհանուր պարունակության համեմատաբար բարձր արժեքներ, այնուհանդերձ պետք է հաշվի առնել գիտական այն փաստարկը, որ հում կտավատի սերմերն ուտելի չեն, քանի որ պարունակում են նաև թունավոր բաղադրիչներ: Ուշագրավ է, որ վերջիններին քանակությունը հնարավոր է կրճատել տարբեր եղանակներով, այդ թվում՝ սերմերի ծեցման միջոցով:

Այսպիսով՝ նախնական մշակման ենթարկված կտավատի սերմերի բարձր հակաօքսիդանտային ակտիվություն և դրանցում ընդհանուր ֆենոլների բարձր պարունակություն գրանցվել են այն նմուշներում, որոնք ավելի երկար են ծեցվել (72 ժամ) և ջերմային մշակման չեն ենթարկվել: Նման ցուցանիշներ են ստացվել նաև այլ հետազոտողների կողմից իրականացված ուսումնասիրությունների արդյունքում, երբ ջերմային մշակման հետևանքով նվա-

զել է ընդհանուր ֆենոլների պարունակությունը: Բացի այդ՝ ծեցման փուլում, Նյութափոխանակության ակտիվացմամբ պայմանավորված, կտավատի սերմերում ավելացել է ֆենոլային միացությունների պարունակությունը, ինչը նպաստել է նաև հակաօքսիդանտային ակտիվության բարձրացմանը (Yadav, et al., 2020):

Եզրակացություն

Սննդամթերքում հակաօքսիդանտների, այդ թվում՝ ֆենոլային միացությունների պարունակությունը պայմանավորված է ոչ միայն տվյալ սննդամթերքի տեսակով, օգտագործված հումքով, այլև վերջինիս վերամշակման եղանակների առանձնահատկություններով:

Հայաստանում աճեցված կտավատի սերմերի հակաօքսիդանտային ակտիվությունն ու դրանցում ֆենոլների ընդհանուր պարունակությունը ծեցման տարբեր փուլերում և ջերմային մշակման պայմաններում ուսումնասիրվել են առաջին անգամ: Հետազոտության արդյունքների և գիտական տեղեկությունների համեմատությունը թույլ է տալիս եզրակացնել, որ վերամշակման տարբեր մեթոդները մեծապես ազդում են կտավատի սերմերի հակաօքսիդանտային ակտիվության և դրանցում ֆենոլների ընդհանուր պարունակության վրա: Նշված ցուցանիշների համեմատաբար բարձր արժեքներ են ստացվել 72 ժամ տևողությամբ ծեցված և ջերմային մշակման չենթարկված կտավատի սերմերը հետազոտելիս:

Հաշվի առնելով սույն հետազոտության և Հայաստանում իրականացված սննդակարգային ուսումնասիրության արդյունքները, ինչպես նաև մարդու առողջության համար կտավատի սերմերի, մասնավորապես դրանց սննդային բաղադրիչների կարևոր նշանակության վերաբերյալ գրականությունում առկա տվյալները՝ կտավատի սերմերի օգտագործումը կարելի է դիտարկել որպես ֆունկցիոնալ սննդամթերքի՝ բնական հակաօքսիդանտներով հարստացման աղբյուր:

Հետազոտության արդյունքները կարևոր գիտագործնական նշանակություն ունեն և կարող են հիմք դառնալ Հայաստանում աճեցված կտավատի սերմերի օգտագործմամբ ֆունկցիոնալ սննդամթերքի տեխնոլոգիայի մշակման ու արժեքավոր հատկությունների ուսումնասիրության համար:

Գրականություն

1. Benzie, I.F., Strain, J.J. (1999). Ferric reducing/antioxidant power assay: direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. In *Methods in enzymology*, Vol. 299, - pp. 15-27. [http://dx.doi.org/10.1016/s0076-6879\(99\)99005-5](http://dx.doi.org/10.1016/s0076-6879(99)99005-5).

2. Contini, M., Baccelloni, S., Frangipane, M.T., Merendino, N., Massantini, R. (2012). Increasing espresso coffee brew antioxidant capacity using phenolic extract recovered from hazelnut skin waste. *Journal of Functional Foods*, 4(1), - pp. 137-146. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2011.09.005>.
3. Costantini, L., Lukšič, L., Molinari, R., Kreft, I., Bonafaccia, G., Manzi, L., Merendino, N. (2014). Development of gluten-free bread using tartary buckwheat and chia flour rich in flavonoids and omega-3 fatty acids as ingredients. *Food Chemistry*, 165, - pp. 232-240. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.095>.
4. Fan, Y., Jiang, X., Xiao, Y., Li, H., Chen, J., Bai, W. (2023). Natural antioxidants mitigate heavy metal-induced reproductive toxicity: prospective mechanisms and biomarkers. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, - pp. 1-13. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2023.2240399>.
5. Flieger, J., Flieger, W., Baj, J., Maciejewski, R. (2021). Antioxidants: Classification, natural sources, activity/capacity measurements, and usefulness for the synthesis of nanoparticles. *Materials*, 14(15), - 4135 p. <http://dx.doi.org/10.3390/ma14154135>.
6. Goñi, I., Hernández-Galiot, A. (2019). Intake of nutrient and non-nutrient dietary antioxidants. contribution of macromolecular antioxidant polyphenols in an elderly Mediterranean population. *Nutrients*, 11(9), - 2165 p. <http://dx.doi.org/10.3390/nu11092165>.
7. Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S., Sihag, M. (2014). Flax and flaxseed oil: an ancient medicine and modern functional food. *Journal of Food Science and Technology*, 51, - pp. 1633-1653. <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-013-1247-9>.
8. Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., Chandra, N. (2010). Free radicals, antioxidants, and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy reviews*, 4(8), - 118 p. <http://dx.doi.org/10.4103/0973-7847.70902>.
9. Lourenço, S.C., Moldão-Martins, M., Alves, V.D. (2019). Antioxidants of natural plant origins: From sources to food industry applications. *Molecules*, 24(22), - 4132 p. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules24224132>.
10. Mittal, P., Dhankhar, S., Chauhan, S., Garg, N., Bhattacharya, T., Ali, M., Mujwar, S. (2023). A review on natural antioxidants for their role in the treatment of Parkinson's disease. *Pharmaceuticals*, 16(7), - 908 p. <http://dx.doi.org/10.3390/ph16070908>.
11. Mrduljaš, N., Krešić, G., Bilušić, T. (2017). Polyphenols: Food sources and health benefits. *Functional food-improve health through adequate food*, - pp. 23-41. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.68862>.
12. Pandey, K.B., Rizvi, S.I. (2009). Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2, - pp. 270-278. <http://dx.doi.org/10.4161/oxim.2.5.9498>.
13. Pipoyan, D., Beglaryan, M., Costantini, L., Molinari, R., Merendino, N. (2018). Risk assessment of population exposure to toxic trace elements via consumption of vegetables and fruits grown in some mining areas of Armenia. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 24 (2), - pp. 317-330. <http://dx.doi.org/10.1080/10807039.2017.1381019>.
14. Pipoyan, D., Beglaryan, M., Davtyan, L., Stepanyan, S., Mantovani, A. (2023a). Risk assessment of dietary exposure to trace elements that are reproductive toxicants: Lead, molybdenum, and nickel. The case study of Armenia. *Reproductive Toxicology*, 118, - 108382 p. <http://dx.doi.org/10.1016/j.reprotox.2023.108382>.
15. Pipoyan, D., Hovhannisyan A., Beglaryan, M., Stepanyan, S., Mantovani, A. (2020). Risk assessment of dietary exposure to potentially toxic trace elements in emerging countries: A pilot study on intake via flour-based products in Yerevan, Armenia. *Food and Chemical Toxicology*, 146, - 111768 p. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2021.112525>.
16. Pipoyan, D., Stepanyan, S., Beglaryan, M., Mantovani, A. (2023b). Risk Characterization of the Armenian Population to Nickel: Application of Deterministic and Probabilistic Approaches to a Total Diet Study in Yerevan City. *Biological Trace Element Research*, 201(6), - pp. 2721-2732. <http://dx.doi.org/10.1007/s12011-022-03371-8>.
17. Stepanyan, S., Pipoyan, D., Beglaryan, M., Merendino, N. (2022). Assessing Dietary Intakes from Household Budget Survey in Armenia, 2008–2019. *Foods*, 11(18), - 2847 p. <http://dx.doi.org/10.3390/foods11182847>.
18. Tufail, T., Riaz, M., Arshad, M.U., Gilani, S. A., Ain, H.B.U., Khursheed, T., Saqib, A. (2020). Functional and nutraceutical scenario of flaxseed and sesame. *International Journal of Biological Sciences*, 17(3), - pp. 173-190.
19. Yadav, M., Khatak, A., Singhania, N., Bishnoi, S. (2020). Comparative analysis of various processing on total phenolic content and antioxidant activity of flaxseed. *International Journal of Chemical Studies*, 8(4), - pp. 3738-3744. <http://dx.doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i4au.10228>.
20. Zehiroglu, C., Ozturk Sarikaya, S.B. (2019). The importance of antioxidants and place in today's scientific and technological studies. *Journal of Food Science and Technology*, 56, - pp. 4757-4774. <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-019-03952-x>.
21. <http://agroecoarm.com/wpcontent/uploads/2016/07/%D4%BF%D5%8F%D4%B1%D5%8E%D4%B1%D5%8F-Flax-Linseed.pdf>. ՊԷՐ, IPGRI, UNEP, Կոալիտ (Գեղարքունիքի մարզ), 2017 (դիտվել է՝ 13.12.2023 թ.):

Влияние термической обработки на антиоксидантную активность выращенных в Армении семян льна и на общее содержание в них фенолов**Д.А. Пипоян, Л.А. Сиреян, М.Р. Бегларян***Центр эколого-ноосферных исследований НАН РА***Н. Мерендино***Университет Туша, Италия***Ключевые слова:** антиоксиданты, семена льна, термическая обработка, фенолы, функциональные продукты

Аннотация. Впервые были исследованы антиоксидантная активность пророщенных семян культивируемого в Армении льна и общее содержание в них фенолов при термической обработке. Исследованиями установлено, что антиоксидантная активность и общее содержание фенолов у семян льна с разными сроками прорастания изменяются в зависимости от термической обработки. Сравнительно высокие значения этих показателей получены у семян, проросших в течение 72 часов и не подвергавшихся термической обработке.

Effect of Heat Treatment on Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of Flaxseeds Grown in Armenia**D.A. Pipoyan, L.A. Sireyan, M.R. Beglaryan***Center for Ecological-Noosphere Studies, NAS RA***N. Merendino***University of Tuscia, Italy***Keywords:** antioxidants, flaxseed, functional food, heat treatment, phenols

Abstract. The research aimed to investigate the effect of processing on the antioxidant activity and phenolic content of Armenian flaxseeds. This is crucial for understanding their potential health benefits. For laboratory investigations, six flaxseed samples were germinated with different durations (24 h, 48 h, and 72 h) and three of these samples were also heat treated (100 °C with a duration of 30-40 min). As part of the experiment, ungerminated samples and unheated samples were also tested to compare outcomes. All samples of flaxseeds were analyzed for antioxidant activity using the FRAP (Ferric-Reduced Antioxidant Power) method. The total phenolic content (TPC) was determined using the “Folin Ciocalteu” reagent, with gallic acid as a standard. The obtained results highlight the significant role of processing techniques in determining flaxseed antioxidative activity. Specifically, longer germination periods, notably 72 hours without heat treatment, exhibited antioxidant activity and phenolic content. This contrasted with decreased levels in heat-treated samples. By incorporating flaxseeds, particularly those germinated for extended durations and without heat treatment, into diets, individuals may enhance antioxidant intake. These findings support the development of innovative functional food products aimed at mitigating chronic diseases. Overall, the study contributes valuable insights into the nutritional significance of flaxseeds and emphasizes their potential as functional food components. This fosters advancements in health-promoting dietary practices and product development.

Հաիերի հայտարարագիր

Չեղիկակները հայտարարում են, որ այս հոդվածի հետազոտության, հեղինակության և/կամ հրապարակման հետ կապված շահերի բախում առկա չէ:

Ընդունվել է՝ 08.01.2024 թ.
Գրախոսվել է՝ 22.02.2024 թ.