ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ
ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
ԿԵՆԴԱՆԱԲԱՆՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՀԻԴՐՈԷԿՈԼՈԳԻԱՅԻ ԳԻՏԱԿԱՆ
ԿԵՆՏՐՈՆ

Մերի Վիկտորի Արզումանյան

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՑԱՄԱՔԱՅԻՆ ՓԱՓԿԱՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ԲԱԶՄԱԶԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ԷԿՈԼՈԳԻԱՆ

Գ.00.08 – «Կենդանաբանություն, մակաբուծաբանություն, էկոլոգիա» մասնագիտությամբ կենսաբանական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

Երևան – 2023

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ЗООЛОГИИ И ГИДРОЭКОЛОГИИ

Арзуманян Мери Викторовна

РАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГИЯ НАЗЕМНЫХ МОЛЛЮСКОВ АРМЕНИИ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание научной степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.08 – «Зоология, паразитология, экология»

Ереван – 2023

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Երևանի պետական համալսարանի Կենսաբանության ֆակուլտետի գիտխորհրդում

Գիտական ղեկավար՝
կենս. գիտ. դոկտ., պրոֆեսոր Մ. Ս. Առաքելյան
Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝
կենս. գիտ. դոկտ. Ս. Խ. Պիպոյան
կենս. գիտ. թեկ. Լ. Ջ. Հարությունովա
Առաջատար կազմակերպություն՝ Շիրակի Մ. Նալբանդյանի անվան պետական համալսարան
Պաշտպանությունը կայանալու է 2023 թ. դեկտեմբերի 25-ին, ժամը 14.00-ին
ՀՀ ԲՈԿ-ի 036 Կենդանաբանության մասնագիտական խորհրդում:
Հասցե՝ ք. Երևան, 0014, Պ. Սևակի 7, E-mail: zoohec@sci.am
Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ կենդանաբանության և հիդրոէկոլոգիայի գիտական կենտրոնի գրադարանում, իսկ սեղմագրին՝ նաև www.sczhe.sci.am կայքում
Սեղմագիրն առաքված է 2023 թ. նոյեմբերի 15-ին
036 մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար, կենս. գիտ. թեկ. Մ. Յու. Քալաշյան

Тема диссертации утверждена в Ереванском годударственнном университете

Научный руководитель:
докт. биол. наук, профессор М. С. Аракелян
Официальные оппоненты:
докт. биол. наук С. Х. Пипоян
канд. биол. наук Л. Дж. Арутюнова
Ведущая организация: Ширакский государственный университет имени М. Налбандяна
Защита состоится 25 декабря 2023 г. в 14.00 часов на заседании специализированного совета 036 по зоологии ВАК РА
Адрес: г. Ереван, 0014, ул. П. Севака 7, E-mail: zoohec@sci.am
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Научного центра зоологии и гидроэкологии НАН РА, а с авторефератом - также на сайте www.sczhe.sci.am
Автореферат разослан 15 ноября 2023 г.
Ученый секретарь специализированного совета 036,
канд. биол. наук М. Ю. Калашян

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Կենդանիների բազմազանությունը և ֆաունայի կազմը ժամանակի ընթացքում անընդհատ փոփոխվում են, ինչը պայմանավորված է բնակլիմայական պայմանների փոփոխություններով և մարդածին գործոնների ազդեցությամբ: Տարբեր խմբերում պարբերաբար իրականացվում են նաև կարգաբանական վերանայումներ (Baur & Baur, 1993; Sternberg, 2000; Godfray, 2002; Neubert et al., 2019):

Հայաստանի ցամաքային փափկամարմինների տեսակային կազմի ուսումնասիրությունը մեծամասամբ իրականացվել է անատոմիական առանձնահատկությունների և խեցու ձևաբանության հիման վրա: Հայաստանում ցամաքային փափկամարմինների ներտեսակային գենետիկական բազմազանությունը քիչ է ուսումնասիրված (Walther et al., 2015; Neiber et al., 2016): Ներտեսակային բազմազանությունը ուսումնասիրելու համար անհրաժեշտ է իրականացնել ֆիլոգենետիկ վերլուծություն և գենետիկական հետազոտություններ, կիրառելով մոլեկուլային կենսաբանության ժամանակից մեթոդները: Գենետիկական մակարդակով կենսաբազմազանությունը գնահատելու համար կարևոր մեթոդ է ԴՆԹ շտրիխ կոդավորումը (Schindel & Miller, 2005): Այս ուսումնասիրությունները կարող են դուրս բերել նոր՝ կոմպլեքս-կրիպտիկ տեսակներ ու ներտեսակային գենետիկական բազմազանություն, և կարևոր են փափկամարմինների հազվադեպ հանդիպող և էնդեմիկ տեսակների պահպանման, ինչպես նաև ինվազիվ տեսակների մշտադիտարկման համար:

Փափկամարմինների տեսակային կազմը և թվաքանակը կարող են հանդիսանալ կենսացուցիչ տարբեր մարդածին և այլ գործոնների ազդեցության գնահատման համար: Ինչպես ամբողջ աշխարհում, այնպես էլ Հայաստանում, զբոսաշրջությունը գնալով ավելի ու ավելի է զարգանում (Alvarado, 2017), իսկ էկոհամակարգերի և դրանց առանձին բաղադրիչների վրա դրա ազդեցությունը արդիական և քիչ ուսումնասիրված խնդիրներից է: Բնության հատուկ պահպանվող տարածքներում (ԲՀՊՏ) մարդու անկառավարելի հոսքը կարող է հանգեցնել մի շարք բնապահպանական խնդիրների՝ այդ թվում կենսաբազմազանության կորստի (Cheia, 2013): Հայաստանում, զբոսաշրջիկների կողմից առավել հաճախ այցելվող գործող ԲՀՊՏ-ներից է «Դիլիջան» ազգային պարկը:

Հայաստանում և ողջ աշխարհում լուրջ և խիստ արդիական խնդիր է նաև միջավայրի աղտոտումը: Թունաքիմիկատները և ծանր մետաղները առանձնահատուկ տեղ են զբաղեցնում շրջակա միջավայրի տարբեր աղտոտիչների շարքում: Մարդու գործունեության, հատկապես՝ արդյունաբերության, հանքագործության և գյուղատնտեսության

պատճառով տեղի է ունենում շրջակա միջավայրի աղտոտում և տարբեր քիմիական նյութերի կուտակում միջավայրում (Kapička et al., 1999; Wang et al., 2003; Yuan et al., 2013): Ցամաքային փափկամարմինները, բնակվելով հողի տարբեր շերտերում, առավել զգայուն են հողի քիմիական կազմի փոփոխությունների, մասնավորապես ծանր մետաղներով և թունաքիմիկատներով աղտոտվածության նկատմամբ (Coughtrey & Martin, 1977; Dallinger & Wieser, 1984; Покоржевский, 1985; Berger & Dallinger, 1993; Pihan & de Vaufleury, 2000; Berger et al., 2004; Viard et al., 2004; Gimbert et al., 2008; Madejón et al., 2013; Włostowski et al., 2016; Carbone & Faggio, 2019; Salih et al., 2021):

Ելնելով վերը նշվածից՝ սահմանվել են աշխատանքի նպատակը և խնդիրները:

Աշխատանքի նպատակը և խնդիրները

Աշխատանքի նպատակն է գնահատել Հայաստանի ցամաքային փափկամարմինների արդի վիճակը՝ ուսումնասիրել բազմազանությունը և վեր հանել այն տեսակները, որոնք կարող են որոշ աբիոտիկ և մարդածին գործոնների ազդեցության կենսացուցիչ հանդիսանալ:

Նշված նպատակի իրականացման համար առաջադրվել են հետևյալ խնդիրները.

1. Իրականացնել Հայաստանի ցամաքային փափկամարմինների ֆաունայի արդի վիճակի գնահատում՝ տեսակային կազմի և տարածվածության վերլուծություն:
2. Ուսումնասիրել Հայաստանի որոշ ցամաքային փափկամարմինների ներտեսակային՝ գենետիկական բազմազանությունը:
3. Ուսումնասիրել ցամաքային փափկամարմինների օգտագործման հնարավորությունը որպես Հայաստանում էկոհամակարգերի վրա զբոսաշրջության ազդեցության գնահատման կենսացուցիչ:
4. Ուսումնասիրել ցամաքային փափկամարմինների օգտագործման հնարավորությունը որպես Հայաստանում էկոհամակարգերի վրա ծանր մետաղների ազդեցության գնահատման կենսացուցիչ՝ Հայաստանում լայն տարածված և հեշտ նմուշառվող *Helix lucorum* տեսակի օրինակով:
5. Ուսումնասիրել փափկամարմինների տեսակային կազմը և ԴՆԹ-ի վնասվածության աստիճանը՝ էկոհամակարգերի վրա թունաքիմիկատների ազդեցության գնահատման համար՝ Հայաստանում լայն տարածում ունեցող և հեշտ նմուշառվող *Georginapaeus hohenackeri* տեսակի օրինակով:

Աշխատանքի գիտական նորույթը

1. Վերլուծվել և ամփոփվել են Հայաստանի ցամաքային փափկամարմինների տեսակային կազմի վերաբերյալ առկա տվյալները:
2. Հայաստանի էնդեմիկ և վտանգված 5 տեսակների համար՝ *Helix buchii*, *Vertigo moulinsiana*, *V. angustior*, *Orculella ruderalis* և *O. bulgarica*, հայտնաբերվել են արեալի փոփոխման դեպքեր և տարածման նոր վայրեր:
3. Գրանցվել է Հայաստանի փափկամարմինների ֆաունայի համար նոր տեսակ՝ *Arion vulgaris*, որը աշխարհում լայն տարածված ինվազիվ տեսակ է:
4. Իրականացվել է Հայաստանի ցամաքային փափկամարմինների լայն տարածված տեսակների գենետիկական համեմատությունը տարածաշրջանի այլ տեսակների հետ՝ ֆիլոգենետիկ կապը պարզաբանելու համար: Նախնական ֆիլոգենետիկ վերլուծությունը թույլ է տվել հաստատել *Helix lucorum* և *Xeropicta derbentina* փափկամարմինների ներտեսակային գենետիկական բազմազանություն:
5. Գենբանկը համալրվել է *Georginapaeus hohenackeri* (L.Pfeiffer, 1848) տեսակի ԴՆԹ շտրիխ կոդավորման տվյալներով:
6. Զբոսաշրջության ազդեցության գնահատումը «Դիլիջան» ազգային պարկում ցույց է տվել դրա բացասական ազդեցությունը փափկամարմինների առանձնյակների քանակի, տեսակային կազմի և Շենոնի բազմազանության ինդեքսի վրա:
7. Ցույց է տրվել, որ Հայաստանում լայն տարածում ունեցող և հեշտ նմուշառվող *Helix lucorum* տեսակի խեցու չափերը և գունավորումը կախված չեն ծովի մակարդակից բնակության վայրի բարձրությունից, խոնավությունից և ջերմաստիճանից: Միաժամանակ այդ տեսակի խեցու չափերը փոփոխվում են Cr, Cu, Mo ծանր մետաղների առկայությունից. (Cr-ի բարձր կոնցենտրացիաների դեպքում խեցու չափերը փոքրանում են, իսկ Cu-ի և Mo-ի բարձր կոնցենտրացիաները պայմանավորում են խեցու չափերի մեծացում):
8. Գեղարքունիքի մարզի Լիճք գյուղի տարածքում թունաքիմիկատներով մշակված փորձարական վայրերում գրանցվել է ցամաքային փափկամարմինների տեսակային կազմի նվազում և *Georginapaeus hohenackeri* տեսակի առանձնյակների ԴՆԹ-ի վնասվածության բարձր աստիճան:

9. Ցույց է տրվել ցամաքային փափկամարմինների որպես կենսացուցիչ օգտագործման հնարավորությունը.
   - ԲՀՊՏ-ում զբոսաշրջության ազդեցությունը գնահատելու համար որպես կենսացուցիչ կարող են կիրառվել փափկամարմինների առանձնյակների քանակը, տեսակային կազմը և բազմազանությունը:
   - *H. lucorum* տեսակի խեցու չափերի փոփոխությունը կարող է կենսացուցիչ հանդիսանալ ծանր մետաղների ազդեցության գնահատման համար:
   - *G. hohenackeri* տեսակը իր տարածման վայրերում կարող է օգտագործվել որպես թունաքիմիկատների ազդեցության գնահատման կենսացուցիչ:

Աշխատանքի տեսական և գործնական նշանակությունը

Աշխատանքի արդյունքներն ունեն տեսական և կիրառական մեծ նշանակություն: Հետազոտության ընթացքում ստացված տվյալները կհամալրեն Հայաստանում ցամաքային փափկամարմինների բազմազանության վերաբերյալ առկա տեղեկությունը, կնպաստեն հետագա ուսումնասիրություններին և էկոլոգիական մի շարք խնդիրների լուծմանը: Դրանք կարող են ներառվել համապատասխան ուղղվածությամբ բուհական ծրագրերում և դասընթացներում:

Փափկամարմինների կիրառմամբ շրջակա միջավայրի վիճակի գնահատման համար ստացված տվյալները և մշակած մեթոդները կարող են օգտագործվել բնապահպանական տարբեր կառույցների կողմից՝ բնօգտագործման և բնապահպանական միջոցառումների մշակման ու մշտադիտարկման իրականացման համար:

Աշխատանքի փորձահավաստիությունը

Աշխատանքի հիմնական արդյունքները և դրույթները ներկայացվել են. «Molluscan 20th Forum»-ում (Լոնդոն, 30 նոյեմբեր, 2018), «Կովկասի կենսաբազմազանության պահպանում» միջազգային գիտաժողովում (Վրաստան, 2-4 օգոստոս, 2018), «Կենսաբազմազանության և վայրի բնության պահպանման էկոլոգիական հիմնախնդիրները» երիտասարդ գիտնականների 2-րդ միջազգային գիտաժողովում (Հայաստան, Ծաղկաձոր, 5-7 հոկտեմբեր, 2018), «Կենդանի համակարգերի կառուցվածքային և ֆունկցիոնալ հոմեոստազի էկոլոգիական և էվոլյուցիոն մեխանիզմները» XIV միջազգային գիտագործնական էկոլոգիական գիտաժողովում (Ռուսաստան, Բելգորոդ, 4-8 հոկտեմբեր, 2016):

Հրատարակված գիտական աշխատանքները

Աշխատանքի արդյունքները ամփոփված են 4 հրապարակումներում:

Ատենախոսության կառուցվածքը և ծավալը

Աշխատանքը շարադրված է 126 էջի վրա, պարունակում է 23 աղյուսակ, 31 նկար: Ատենախոսությունը բաղկացած է հետևյալ գլուխներից՝ «Ներածություն», «Գրական ակնարկ», «Նյութը և ուսումնասիրության մեթոդները», «Արդյունքներ և քննարկում», «Եզրակացություններ» և «Գրականության ցանկ»: Գրականության ցանկը ներառում է հայերենով 1, ռուսերենով 40 և անգլերենով 162 անվանումներ:

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՆԿԱՐԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

ԳԼՈՒԽ 1. ԳՐԱԿԱՆ ԱԿՆԱՐԿ

Ատենախոսության այս գլխում ամփոփվում են Հայաստանի ցամաքային փափկամարմինների բազմազանության և տարածվածության, ֆիլոգենետիկ ուսումնասիրությունների վերաբերյալ առկա տվյալները: Ներկայացված են նաև փափկամարմինների վրա զբոսաշրջության, ծանր մետաղների և թունաքիմիկատների ազդեցության, ինչպես նաև ցամաքային փափկամարմինների որպես կենսացուցիչ հանդես գալուն նվիրված գրական տվյալները:

ԳԼՈՒԽ 2. ՆՅՈՒԹԸ ԵՎ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ

Հայաստանի ցամաքային փափկամարմինների բազմազանության ուսումասիրության համար բացի գրական տվյալների վերլուծությունից և համեմատությունից, 2016-2023 թթ. ընթացքում իրականացվել է նաև դաշտային նմուշառումներ Հայաստանի 75 տարբեր տեղանքներից: Ընդհանուր առմամբ նմուշառվել է ցամաքային փափկամարմինների 4541 առանձնյակ: Փափկամարմինների նմուշառման համար կիրառվել են ստանդարտ մեթոդներ (Sivasankaran et al., 2016): Մեծ չափի տեսակների հավաքը իրականացվել է ձեռքով, բուսականության վրա բնակվող տեսակներինը՝ հատուկ հնձող ցանցի միջոցով: Հողի վերին շերտերում ապրող ցամաքային փափկամարմինների հավաքի համար կիրառվել են տարբեր տրամաչափի անցքեր ունեցող մաղեր (Daniel et al., 2007): Նմուշառված առանձնյակները տեղակայվել են 0.5-60 մլ ծավալով փորձանոթների մեջ: Կենդանի նմուշները ֆիքսվել են 96%-անոց էթանոլի մեջ, իսկ դատարկ խեցիները հավաքվել են դատարկ փորձանոթների մեջ:

Պահպանվող տարածքներից նմուշառված տեսակների որոշումը իրականացվել է տեղում, և կենդանի առանձնյակները բաց են թողնվել հետ՝ բնություն: Տեսակների որոշումը իրականացվել է մի շարք աղբյուրների հիման վրա (Лихарев и Раммельмейер, 1952; Лихарев, 1962; Акрамовский, 1976; Шилейко, 1978; 1984): Տեսակների որոշման աշխատանքների մի մասը կատարվել է Ռուսաստանի Բելգորոդի պետական համալսարանում կ.գ.դ., պրոֆեսոր Է. Ա. Սնեգինի և Հայաստանի ԳԱԱ կենդանաբանության և հիդրոէկոլոգիայի գիտական կենտրոնի կ.գ.թ., Լ. Ջ. Հարությունովայի օգնությամբ:

Հայաստանի ցամաքային փափկամարմինների մոլեկուլային ֆիլոգենետիկ բազմազանությունը որոշելու համար ընտրվել են հետևյալ տեսակները՝ *Helix lucorum, Fruticocampylaea narzanensis, Xeropicta derbentina, Merdigera obscura, Georginapaeus hohenackeri, Chondrula tridens*: Տեսակների ընտրությունը պայմանավորված էր նրանց լայն տարածվածությամբ, մարմնի համեմատաբար խոշոր չափերով: Յուրաքանչյուր տեսակի առանձնյակների հյուսվածքի կտորից BIOFACT կիթերի միջոցով անջատվել է ԴՆԹ, այնուհետև իրականացվել է ՊՇՌ և վերջնարդյունքներով իրականացվել է երկկողմանի շտրիխ կոդավորում: Ստացված արդյունքների հիման վրա իրականացվել է ֆիլոգենետիկ ծառերի պատրաստում: Էվոլյուցիոն պատմությունը կառուցվել է Neighbor-Joining (Saitou & Nei, 1987) և առավելագույն նմանության (Maximum likelihood) մեթոդների միջոցով, ցուցադրելով օպտիմալ ծառը: Կրկնվող ծառերի տոկոսը, որոնցում կապակցված տաքսոնները հավաքվել են միասին bootstrap թեստում (1000 կրկնօրինակ), ցույց է տրված ճյուղերի կողքին (Felsenstein, 1985): Ծառը գծված է մասշտաբով, ճյուղերի երկարությամբ (ճյուղերից վեր) նույն միավորներով, ինչ ֆիլոգենետիկ ծառը կառուցելու համար օգտագործվող էվոլյուցիոն հեռավորությունները: Էվոլյուցիոն հեռավորությունները հաշվարկվել են Պուասոնի ուղղման մեթոդով (Zuckerkandl & Pauling, 1965) և գտնվում են մեկ տեղամասում ամինաթթուների փոխարինումների քանակի միավորներով: Այս վերլուծությունը ներառում էր 19 ամինաթթուների հաջորդականություն: Բոլոր դիրքերը, որոնք պարունակում են բացեր և բացակայող տվյալներ, վերացվել են (ամբողջական ջնջման տարբերակ): Վերջնական տվյալների բազայում նվազագույն հաջորդականության երկարությունը եղել է 459, իսկ առավելագույնը՝ 674: Էվոլյուցիոն վերլուծությունները անցկացվել են MEGA 11 ծրագրի միջոցով (Tamura, 2021): Ֆիլոգենետիկ ծառեր կառուցելու համար համեմատական տվյալների հաջորդականությունները վերցվել են Գենբանկից (NCBI, 2016) և Բոլդ (Buchner & Leese, 2020) համակարգից:

Զբոսաշրջության ազդեցության գնահատման համար ուսումնասիրության տարածք է հանդիսացել «Դիլիջան» ազգային պարկը: Ընտրվել են նմուշառման 30 կետեր, որոնք տեղակայված են եղել կարևոր և մարդկանց կողմից առավել շատ այցելվող 5 վայրերում (Ջուխտակ վանք, Աղավնավանք, Հաղարծին վանքեր և Պարզ ու Գոշ լճեր): Հավաքի համար ընտրվել է երեք փորձարարական և երեք ստուգիչ կետ: Հավաքի տարածքի մակերեսը յուրաքանչյուր կետի համար կազմել է 5x5 մ^2: Հավաքը իրականացվել է 2019 թ.-ին 2 սեզոնների ընթացքում, գարնանը՝ ապրիլ-մայիս և աշնանը՝ սեպտեմբեր-հոկտեմբեր ամիսներին: Այս սեզոնները կարևոր են մարդկանց ազդեցության գնահատման համար. գարունը ծառայել է որպես ստուգիչ սեզոն, քանի որ ձմռանը մարդկանց հոսքը քիչ է, իսկ կենդանիները ձմեռման մեջ են, իսկ ամռանը և աշնանը մարդկանց հոսքը շատ է և հնարավոր է գնահատել նրանց ազդեցությունը տեսակների վրա:

Ծանր մետաղների ազդեցությունը փափկամարմինների խեցիների չափերի և գունավորման վրա գնահատելու համար իրականացվել է *Helix lucorum* տեսակի հավաք 2019 թ.-ի ընթացքում Հայաստանի կենտրոնական և հարավային 5 պոպուլյացիաներից՝ «Շիկահող» պետական արգելոցից, Քաջարան քաղաքի շրջակայքից (Սյունիքի մարզ), Հորս գյուղի շրջակայքից (Վայոց Ձորի մարզ), Երևան քաղաքից, Արցախի Զուար գյուղից (2019 թ.-ի դրությամբ): Շիկահողի պոպուլյացիան ընտրվել է որպես ստուգիչ, քանի որ տեղակայված է պահպանվող տարածքում և նմուշառված հողում ծանր մետաղների պարունակությունը, համեմատած մյուս պոպուլյացիաներին, ցածր էր: Շիկահող, Զուար, Հորս, Երևան և Քաջարան տեղամասերի հողի նմուշներում 6 մետաղների՝ Cr, Co, Cu, Mo, Cd և Pb պարունակության քիմիական անալիզն իրականացվել է Շրջակա միջավայրի մոնիտորինգի և տեղեկատվության կենտրոնում (ՀՀ բնապահպանության նախարարություն)՝ ինդուկտիվ զուգակցված պլազմա-զանգվածային սպեկտրոմետրիայի միջոցով. ELAN 9000 ICP-MS (Perkin Elmer, ԱՄՆ) ստանդարտ մեթոդներով (USEPA, 1992): Ծանր մետաղների ազդեցությունը փափկամարմինների խեցու գունավորման վրա գնահատելու համար գրանցվել են 5 պոպուլյացիաներից նմուշառված առանձնյակների խեցու գունավորման տվյալները: *H. lucorum* տեսակի խեցու համար գրանցվել է 2 հիմնական գունավորում՝ սպիտակ և շագանակագույն:

Թունաքիմիկատների ազդեցությունը Հայաստանի ցամաքային փափկամարմինների բազմազանության և ԴՆԹ վնասվածության աստիճանի վրա գնահատելու համար իրականացվել է նմուշառում Գեղարքունիքի մարզի Լիճք գյուղի թունաքիմիկատով մշակված և

չմշակված տարածքներից: Հողի նմուշառումը իրականացվել է 5x5 մ^2 տարածքի վրա ինչպես փորձարարական, այնպես էլ ստուգիչ կետերում: Նմուշառումը կրկնվել է գարուն և աշուն սեզոններին: Թունաքիմիկատների պարունակությունը հողում որոշվել է X-ray fluorescence մեթոդի միջոցով (Krug & Oliver, 2014) «Հիդրոօդերևութաբանության և մոնիթորինգի կենտրոն» ՊՈԱԿ-ում: ԴՆԹ-ի վնասվածության աստիճանը որոշելու համար կիրառվել է ԴՆԹ կոմետ մեթոդը Լիճք պոպուլյացիայի *G. hohenackeri* տեսակի հեպատոպանկրեասի բջիջներում: Կոմետ մեթոդը իրականացվել է ըստ Սինգի (Singh et al., 1988), մի փոքր ձևափոխումներով հեպատոցիտների համար (Dailianis et al., 2005):

ԳԼՈՒԽ 3. ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐ և ՔՆՆԱՐԿՈՒՄ

3.1. Հայաստանի ցամաքային փափկամարմինների տեսակային կազմը

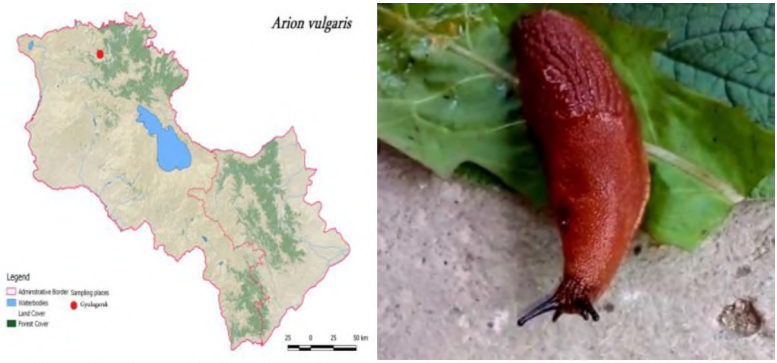
Հայաստանի ցամաքային փափկամարմինների բազմազանությունը ուսումնասիրվել է մի շարք գիտնականների՝ Ն.Ն. Ակրամովսկու (Акрамовский, 1976), Ֆ. Վոլտերի (Walther et al., 2014) ու Մ. Մագոմեդովայի կողմից (Магомедова, 2015): Վերնշված երեք հեղինակներից Ֆ. Վոլտերը և Մ. Մագամեդովան նշել են Հայաստանի տեսակների բազմազանությունը Կովկասի ցամաքային փափկամարմինների կենսաբազմազանության կոնտեքստում, մինչդեռ Ն.Ն. Ակրամովսկին երկար տարիներ հետազոտել է Հայաստանի փափկամարմինների ֆաունան, ուստի մենք մեր նմուշառման արդյունքները համեմատել ենք Ն.Ն. Ակրամովսկու Հայաստանի ցամաքային փափկամարմինների ցուցակի հետ՝ արդյունքները ներկայացված են ատենախոսության աղյուսակ 9-ում:

2014 թ.-ին Ֆ. Վոլտերի և Բ. Հաուսդորֆի կողմից Հայաստանի համար նկարագրվել է նոր՝ *Pupilla kyrostriata* տեսակը (Walther & Hausdorf, 2014): 2017 թ.-ին Հայաստանի հարավից նկարագրվել է նոր՝ *Harmozica zangezurica* (Gural-Sverlova et al., 2017) տեսակը, 2020 թ.-ին՝ նոր *Armenica narineae* (Gevorgyan & Egorov, 2020) էնդեմիկ տեսակը: Տեսակների այս շարքին պետք է ավելացնենք նաև մեր կողմից Հայաստանի համար գրանցված *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855 տեսակը:

2016-2023 թթ. ընթացքում մեր կողմից նմուշառված ցամաքային փափկամարմինների 61 տեսակներից, որից մեկը Հայաստանի համար նոր տեսակ է, 13-ը Հայաստանի և Կովկասի էնդեմիկ տեսակներ են՝ *Armenica unicristata, Scrobifera taurica, Quadriplicata quadriplicata, Elia somchetica, Geminula isseliana, Levantina escheriana, Fruticocampylaea narzanensis,*

Hesseola pratensis, Orculella ruderalis, Pupilla bipapulata, P. kyrostriata, Gibbulinopsis interrupta, Oxychilus emmae: 61 գրանցված տեսակներից 3-ը՝ *Vertigo angustior–ը, Orculella ruderalis–ն* և *O. bulgarica–ն*, վտանգված տեսակներ են և գրանցված են Հայաստանի Կարմիր գրքում որպես «Կրիտիկական վիճակում գտնվող» (ՀՀ Կարմիր գիրք, Կենդանիներ, 2010), իսկ *V. moulinsiana–ն* գրանցված է Բնության պահպանության միջազգային կարմիր ցուցակում որպես «Խոցելի» (Killeen et al., 2012): Մեր կողմից գրանցված մյուս տեսակներից որոշները ունեն լայն տարածվածություն Հայաստանում, օրինակ՝ *Helix lucorum, Vallonia costata, Pupilla inops, Sphyradium doliolum, Georginapaeus hohenackeri, Xeropicta derbentina, Lauria cylindracea* և այլն: Հանդիպում են նաև տեսակներ, որոնց արեալը սահմանափակ է՝ *Helix buchi, Helix albescens, Levantina djulfensis, Caspiophaedusa perlucens, Ljudmilena sieversi, Bollingeria pupoides:*

Հայաստանի համար առաջին անգամ Լոռու մարզի Գյուլագարակ գյուղից գրանցվել է ***Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855** իսպանական կողինջը (նկար 1), որը ինվազիվ տեսակ է: Տեսակի որոշումը հաստատվել է նաև ԴՆԹ շտրիխ կոդավորման միջոցով (COI):



Նկար 1. *Arion vulgaris տեսակի տարածման կետը և առանձնյակը բնության մեջ:*

A. vulgaris–ի առանձնյակներին բնորոշ է վառ կարմիր կամ գազարագույն գունավորում: Շոշափուկներն ունեն արտահայտված սև գունավորում: Ոտիկը ծայրի հատվածում լայնացած է, ներքևից ունի բնորոշ դեղնավուն գունավորում (նկար 1):

Ցամաքային փափկամարմինների վտանգված 5 տեսակների համար՝ *Vertigo moulinsiana, V. angustior, Orculella ruderalis O. bulgarica* և *Helix buchii* մեր կողմից հայտնաբերվել են տարածման նոր վայրեր:

Vertigo moulinsiana Dupuy 1849 տեսակը գրանցված է Բնության պահպանության միջազգային միության (IUCN) Կարմիր ցուցակում որպես «Խոցելի» (Killeen et al., 2012): Հայաստանում տեսակը նախկինում գրանցվել է հյուսիսային և հարավային շրջաններից: Տեսակի տարածվածությունն ու կարգավիճակը հասկանալու համար 2018-2022 թթ. Հայաստանի տարբեր շրջաններում իրականացվել են դաշտային աշխատանքներ և նմուշառումներ: Սևանա լճի մերձակայքում նշվել է տեսակի համար նոր տարածման վայր (40.1817, 45.6166) (Arzumanyan et al., 2022):

Vertigo angustior, Orculella ruderalis և O. bulgarica տեսակները ներառված են Հայաստանի Կարմիր գրքում որպես «Կրիտիկական վիճակում գտնվող» CR B1a + CR B2a տեսակներ (ՀՀ Կարմիր գիրք, Կենդանիներ, 2010):

V. angustior (Jeffreys, 1830) տեսակը Հայաստանում նախկինում նմուշառվել է Ստեփանավան քաղաքի մոտակայքում (Акрамовский, 1976), սակայն մեր կողմից տեսակը չի հայտնաբերվել այդ տարածքում մի քանի տարի կրկնվող դաշտային աշխատանքների ընթացքում: Տեսակը գտնվել է Տավուշի մարզի Աղավնավանք գյուղի հարակից տարածքներից միայն մեկ անգամ 2017 թվականին, դրանից հետո տեսակը չի հանդիպել:

Orculella ruderalis տեսակը նախկինում նկարագրված է եղել Վայոց ձորի Գնիշիկ գյուղի շրջակայքից (Акрамовский, 1976): Տեսակը նկարագրվել է առաջին անգամ Ն.Ն. Ակրամովսկու կողմից Հայաստանից, սակայն հետագայում գրանցվել է նաև Ադրբեջանի տարածքից (Walter et al., 2014):

Մեր կողից տեսակը նմուշառվել է Տավուշի մարզի Աղավնավանք գյուղի շրջակայքից և Սյունիքի մարզի Գեղանուշ գյուղի շրջակայքից:

Orculella bulgarica տեսակը ըստ գրական տվյալների գերադասում է ալպիական և սուբալպիական մարգագետիններ: Մեր կողմից կենդանու դատարկ խեցի է գտնվել Սյունիքի մարզի վերանտառային գոտիներից, սակայն տեսակի նախընտրելի բիոտոպի մասին հստակ տվյալներ կարելի է տալ միայն կենդանի առանձնյակների նմուշառման դեպքում:

Helix buchii տեսակը *Helix* ցեղի առավել հազվադեպ հանդիպող տեսակ է: Այն գրանցվել է Գանձաքար գյուղի շրջակայքից (Акрамовский, 1976), իսկ հետագայում Տավուշի մարզի այլ հատվածներից՝ Հաղարծին, Դիտավան, Լուսահովիտ (Оганесян и др., 2023): Մեր կողմից տեսակը գտնվել է Իջևանի շրջանի Հովք գյուղից, որը տարածման նոր վայր է տեսակի համար: Տեսակը ներառված չէ ՀՀ Կարմիր գրքում, ինչպես նաև IUCN-ի ցուցակում:

3.2. Հայաստանի որոշ ցամաքային փափկամարմինների ֆիլոգենետիկ բազմազանությունը

Հայաստանի ցամաքային փափկամարմինների բազմազանության գնահատման համար, բացի ձևաբանական մեթոդներից իրականացվել են նաև գենետիկական հետազոտություններ: Մեր կողմից նմուշառված որոշ ցամաքային փափկամարմիններից ներտեսակային գենետիկական բազմազանությունը ուսումասիրելու համար իրականացվել է տեսակների ԴՆԹ շտրիխ կոդավորում և կառուցվել են ֆիլոգենետիկ ծառեր՝ ներտեսակային կապերը ուսումնասիրելու համար: Ուսումնասիրությունները իրականացվել են հետևյալ տեսակների համար՝ *Merdigera obscura, Georginapaeus hohenackeri, Chondrula tridens, Fruticocampylaea narzanensis, Helix lucorum, Xeropicta derbentina*: Այս տեսակները Հայաստանում լայն տարածում ունեցող և հեշտ նմուշառվող տեսակներ են:

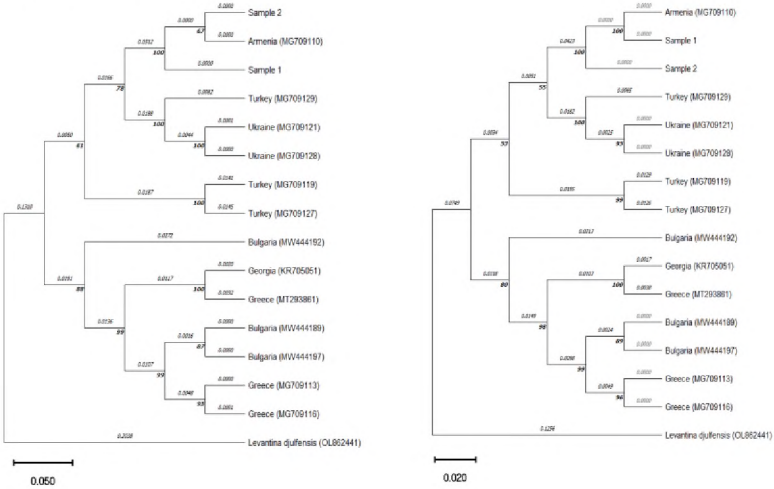
Ֆիլոգենետիկ ծառերը կառուցելիս հաշվի են առնվել առանձնյակների ԴՆԹ հաջորդականությունների նվազագույն երկարությունը՝ 459, և առավելագույնը՝ 674: 459-ից կարճ հաջորդականությունները վերլուծության մեջ չեն ներառվել: Գենբանկից և Բոլդ համակարգից ընտրվել են այն տվյալները, որոնք ունեն 70-99% համընկնում մեր նմուշների հետ, դրանից քիչ նմանություն ունեցող նմուշները չեն դիտարկվել համեմատության համար: Հաշվի է առնվել նաև տվյալների հանրամատչելիությունը:

G. hohenackeri տեսակների համար առաջին անգամ է իրականացվել շտրիխ կոդավորում և տվյալների գրանցում գենբանկում:

H. lucorum տեսակի ֆիլոգենետիկ ծառը ներկայացված է նկար 2-ում: Ֆիլոգենետիկ ծառերի կառուցման համար ընդհանուր առմամբ օգտագործվել է 15 առանձնյակների տվյալներ՝ 3 առանձնյակ Հայաստանից, 3՝ Թուրքիայից, 2՝ Ուկրաինայից, 3՝ Բուլղարիայից, 3՝ Հունաստանից և մեկ առանձնյակ՝ Վրաստանից: Հայաստանի 3 առանձնյակներից երկուսինը՝ Sample 1 և Sample 2, մեր տվյալներն են՝

նմուշառված Հայաստանի հարավային շրջանից՝ Վահանավանքի տարածքից: Նկար 2-ի ծառերի կառուցման bootstrap կոնսենսուսը ամփոփվել է 1000 կրկնություններից հետո, որպես «outgroup» ծառի կառուցման համար կիրառվել է *Levantina djulfensis* տեսակը: Առանձնյակների գենբանկի նույնականացման համարները նշված են ծառերի վրա (նկար 2):

Նկար 2-ի երկու ծառերից երևում է, որ *H. lucorum* տեսակի Հայաստանի նմուշներն տարբերվում են այլ երկրներից և նույնիսկ Վրաստանից նմուշառված առանձնյակներից: Սա կարող է վկայել *H. lucorum*-ի ներտեսակային գենետիկական բազմազանության մասին, իսկ տեսակը կարող է հանդիսանալ հավանական կոմպլեքս-կրիպտիկ տեսակ և տարբերվել մոլեկուլային մակարդակով այլ վայրերում հանդիպող առանձնյակներից:



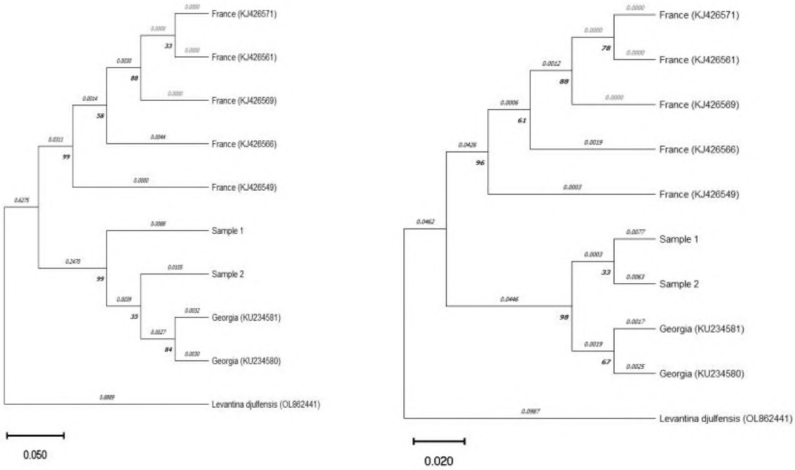
ա) բ)

Նկար 2. *H. lucorum տեսակի ֆիլոգետենիկ ծառը COI գենի հիման վրա. ա) ծառը պատրաստված է առավելագույն նմանության (Maximum likelihood) մեթոդով, բ) ծառը պատրաստված է հարևան միացումների (Neighbor-Joining) մեթոդով:*

H. lucorum-ի համեմատությունը այլ երկրների առանձնյակների գենետիկական տվյալների հետ թույլ է տալիս եզրակացնել, որ Հայաստանի և Կովկասի *Helix* ցեղի տեսակային կազմը կարող է ավելի

մեծ լինել: Սակայն այս տվյալները հետագա հետազոտության կարիք ունեն, որպեսզի հնարավոր լինի հաստատել, որ Հայաստանում հանդիպող *H. lucorum*-ը գենետիկորեն տարբերվում է մյուսներից:

Xeropicta derbentina տեսակի ֆիլոգենետիկ ծառը ներկայացված է նկար 3-ում: Ծառերի կառուցման համար կիրառվել է *X. derbentina*-ի երկու առանձնյակ Հայաստանից, երկու՝ Վրաստանից, և 5՝ Ֆրանսիայից: Ընդհանուր ծառի կառուցման համար կիրառվել է *X. derbentina–ի* ինը առանձնյակների ԴՆԹ նուկլեոտիդային հաջորդականություններ: Երկու մեթոդներով՝ Maximum likelihood և Neighbor-Joining, կառուցված ծառերը *X. derbentina* տեսակի դեպքում ցույց են տվել նմանություն Հայաստանի և Վրաստանի առանձնյակների միջև: Bootstrap կոնսենսուսը ծառը ամփոփվել է 1000 կրկնություններից հետո: Sample 1 և Sample 2 հանդիսացել են մեր տվյալները Մասիս և Բարաբաթում վայրերից, որպես “outgroup” ծառի կառուցման համար կիրառվել է *Levantina djulfensis* տեսակը: Առանձնյակների գենբանկի նույնականացման համարները նշված են ծառերի վրա (նկար 3):



ա) բ)

Նկար 3. *Xeropicta derbentina տեսակի ֆիլոգենետենիկ ծառը COI գենի հիման վրա. ա) ծառը պատրաստված է առավելագույն նամանության (Maximum likelihood) մեթոդով, բ) ծառը պատրաստված է հարևան միացումների (Neighbor-Joining) մեթոդով:*

Ֆիլոգենետիկ ծառից երևում է, որ Հայաստանում և Վրաստանում հանդիպող առանձնյակները մոլեկուլային մակարդակով տարբերվում են Եվրոպայում հանդիպող առանձնյակներից: Վրաստանի և Հայաստանի առանձնյակների միջև հեռավորությունը կազմում է 0.0195, իսկ Հայաստանի և Ֆրանսիայի առանձնյակների միջև՝ 0.0231: Հայաստանի և Վրաստանի առանձնյակների միջև տոկոսային նմանությունը կազմել է 99%:

Ch. tridens տեսակի գենետիկական հետազոտություններ շատ քիչ են իրականացվել, ներկայումս գենբանկում ընդամենը 3 միտոքոնդրիալ ԴՆԹ-ի տվյալ է առկա, իսկ Բոլդում՝ միայն 4 տվյալ Եվրոպայից, որոնցից միայն մեկն է հանրամատչելի:

Իրականացված համեմատությունը այդ մեկ առանձնյակի տվյալների հետ ցույց տվեց մոտ 85%-ով համընկնում: Համընկման նման տոկոսի չափը կարող է վկայել, որ Հայաստանում հանդիպող *Ch. tridens* տեսակը տարբերվում է Եվրոպայում հանդիպող տեսակից:

F. narzanensis տեսակի համար առկա է 8 տվյալ Վրաստանից և Ռուսաստանից, որոնց հետ համընկնում եղավ մոտ 90%-ով: Սա վկայում է, որ տեսակը գենետիկորեն կարող է նման լինել Կովկասում հանդիպող այլ առանձնյակներին, սակայն ավելի ճշգրիտ եզրահանգումների համար անհրաժեշտ է ընդլայնել հետազոտությունները և օգտագործել ԴՆԹ նոր տվյալներ՝ ոչ միայն Հայաստանից, այլև այլ երկրներից:

M. obscura տեսակի համար նույնպես շատ քիչ տվյալներ կան Եվրոպայից, որոնց հետ տեսակը համընկնում չի տվել (<75%), ինչը կարող է պայմանավորված լինել մեր մոտ այլ տեսակի առկայությամբ, սակայն տվյալների համալրման դեպքում հնարավոր կլինի դա հաստատել:

Այսպիսով, Հայաստանի ցամաքային փափկամարմինների նախնական ներտեսակային ֆիլոգենետիկ վերլուծությունը ցույց տվեց, որ Հայաստանում հանդիպող տեսակները գենետիկորեն տարբերվում են այլ պոպուլյացիաների առանձնյակներից և հնարավոր է, որ Հայաստանում ցամաքային փափկամարմինների տեսակների բազմազանությունը մոլեկուլային գենետիկայի տեսանկյունից ավելի հարուստ է:

3.3. Զբոսաշրջության ազդեցության գնահատումը ցամաքային փափկամարմինների առանձնյակների քանակի և բազմազանության վրա

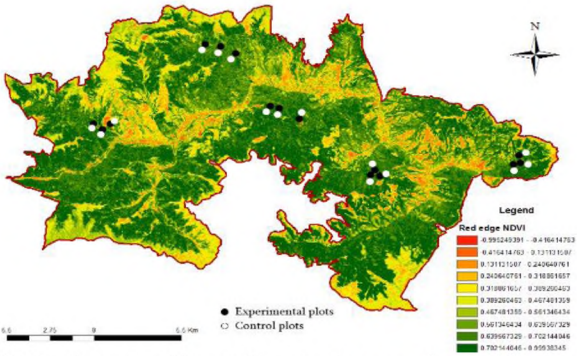
Փափկամարմինների տեսակային կազմը և առանձնյակների քանակը կարող են հանդիսանալ կենսացուցիչ Հայաստանում էկոհամակարգերի ուսումնասիրության համար և թույլ կտան վեր հանել էկոհամակարգերի

վրա մարդու ազդեցությունը: Փափկամարմինների տեսակային կազմը, առանձնյակների քանակը, ինչպես նաև Շենոնի բազմազանության ինդեքսը մեր կողմից կիրառվել է Հայաստանում զբոսաշրջության ազդեցության գնահատման համար «Դիլիջան» ազգային պարկում (Arzumanyan & Arakelyan, 2018 (a&b); Arzumanyan et al., 2022):

2019 թթ. ընթացքում իրականացված դաշտային հետազոտության ընթացքում նմուշառվել է ցամաքային փափկամարմինների 2680 առանձնյակ՝ ներկայացված 31 տեսակով և 16 ընտանիքներով:

Ուսումնասիրված տարածքներում մարդկանց թվաքանակի հաշվարկը իրականացվել է ապրիլից-մայիս և սեպտեմբերից-հոկտեմբեր ամիսների ընթացքում մարդկանց և մեքենաների ուղղակի հաշվարկի և հարցազրույցների միջոցով՝ աշխատանքային և հանգստյան օրերին:

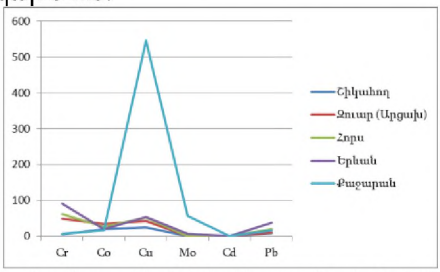
Հավաքի կետերի ընտրությունը իրականացվել է տեղանքի կենսաաշխարհագրական յուրահատկությունների հիման վրա (նկար 4): Հավաքագրված տվյալների վերլուծության համար կիրառված բազմուղի (կամ բազմակի) փոփոխականների վերլուծությունը (Multi-way ANOVA) ցույց տվեց, որ զբոսաշրջությունը ունի հավաստի բացասական ազդեցություն ցամաքային փափկամարմինների առանձնյակների քանակի, տեսակային կազմի և Շենոնի բազմազանության ինդեքսի վրա ($p<0.05$): Ստուգիչ տեղանքները միջինում ունեն 1.5-ով ավելի բարձր ցամաքային փափկամարմինների բազմազանություն, քան փորձարարական տեղանքները:



Նկար 4. *«Դիլիջան» ազգային պարկի քարտեզը ըստ Sentinel 2 արբանյակային նկարի:*

3.4. Ցամաքային փափկամարմինների չափերի և գունավորման փոփոխությունը որպես էկոհամակարգերի վրա ծանր մետաղների ազդեցության գնահատման կենսացուցիչ

Էկոհամակարգերի վրա ծանր մետաղների ազդեցության գնահատման համար որպես կենսացուցիչ հայտնի են փափկամարմինների տարբեր տեսակներ: Հայաստանի համար մենք օգտագործել ենք *Helix lucorum* տեսակը, որն ունի լայն տարածում, խեցու բնորոշ մեծ չափեր, հեշտ է որոշվում և նմուշառվում: Հետևաբար, մենք ուսումնասիրել ենք *H. lucorum* խեցու չափերի և գունավորման փոփոխությունները՝ որպես էկոհամակարգերի վրա ծանր մետաղների ազդեցության գնահատման կենսացուցիչներ: Ծանր մետաղների ազդեցությունը *H. lucorum* տեսակի խեցու չափերի վրա որոշելու համար փափկամարմիններ են նմուշառվել 5 պոպուլյացիաներից՝ Հորս (N=69), Քաջարան (N=40), Շիկահող (N=34), Երևան (N=26) և Արցախ (N=44): Շիկահողի պոպուլյացիան կիրառվել է որպես ստուգիչ հողում քիչ քանակով մետաղներ պարունակելու պատճառով, իսկ մնացած պոպուլյացիաները որպես փորձարարական: Ծանր մետաղների կոնցենտրացիաները նմուշառված վայրերից ներկայացված են նկար 5-ում:



Նկար 5. *Ծանր մետաղների կոնցենտրացիայի փոփոխությունը 5 տեղամասերում:*

Կորելացիոն անալիզը ցույց տվեց, որ տեղանքի բարձրությունը ծովի մակարդակից (y=34166 R - 320.2Ln(x), r=-0.87, p>0.05), օդի խոնավությունը (y=350.34 R - 2.949Ln(x), r=-0.3, p>0.05) և օդի ջերմաստիճանը (y= 10.260 R + .03683 Ln(x) r=0.02, p>0.05) չունեն հավաստի ազդեցություն պոպուլյացիաների առանձնյակների չափերի վրա:

Երևանում դիտվում է ամենամեծ Cr-ի կոնցենտրացիան (90.41 մգ/կգ) և ամենափոքր խեցու չափերը: Ըստ աղյուսակ 1-ի Cr-ի առկայությունը հողում հավաստի ազդեցություն ունի խեցու երկարության (r=-0.84), խեցու

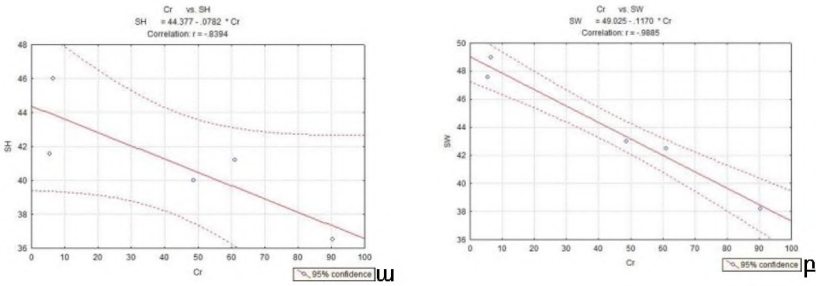
լայնության (r=-0.99), խեցու մուտքի երկարության (r=-0.98) և մուտքի լայնության (r=-0.94) փոքրացման վրա: Աղյուսակ 1-ում ներկայացված են խեցու չափերի և ծանր մետաղների կորելացիաները:

Աղյուսակ 1.

Ծանր մետաղների և տարբեր պոպուլյացիաների առանձնյակների չափերի միջև Պիրսոնի կորելացիոն գործակիցը

Ծանր մետաղներ	SH-խեցու երկարություն	SW-Խեցու լայնությունը	AH-խեցու մուտքի երկարություն	AW-խեցու մուտքի լայնություն
Cr	**-0.84**	**-0.99**	**-0.98**	**-0.94**
Co	-0.3	-0.32	-0.29	-0.3
Cu	**0.79**	0.6	0.6	0.59
Mo	**0.75**	0.58	0.58	0.56
Cd	-0.59	**-0.78**	**-0.77**	-0.65
Pb	-0.57	-0.73	-0.74	-0.71

Աղտոտվածության ազդեցությունը գնահատելու համար մենք օգտագործել ենք Քաջարան և Շիկահող պոպուլյացիաները՝ Քաջարանը որպես փորձարարական, քանի որ այնտեղ տեղակայված է պղնձամոլիբդեմային հանքավայրը, իսկ Շիկահողը որպես ստուգիչ, քանի որ այն պահպանվող տարածք է:



Նկար 6. *Ծանր մետաղների և խեցու չափերի կորելացիաները. ա) Cr-ի կորելացիան խեցու երկարության հետ, բ) Cr-ի կորելացիան խեցու լայնության հետ:*

Շիկահողի և Քաջարանի տարածքում Cr-ի առկայությունը հողերում մոտավոր նույնն է, սակայն խեցու չափերը տարբերվում են: Հողում ծանր մետաղների պարունակության անալիզը ցույց տվեց, որ Cu-ի քանակը Շիկահողում եղել է 24 մգ/կգ-ում, Քաջարանում՝ 525 մգ/կգ, իսկ Mo-ի քանակը Շիկահողի հողերում եղել է 0.6 մգ/կգ-ում, իսկ Քաջարանի հողերում՝ 57 մգ/կգ: Կորելացիոն անալիզը ցույց է տվել, որ Cu-ը (r=0.79, p<0.01) և Mo-ը (r=0.75, p<0.01) ազդում են խեցու երկարության վրա:

Այսպիսով աղտոտված և ստուգիչ տարածքների համեմատությունը ծանր մետաղների տարբեր կոնցենտրացիաների դեպքում ցույց տվեց, որ *H. lucorum*-ի խեցու երկարությունը կարող է օգտագործվել որպես կենսացուցիչ հիմնականում Cr, Cu, Mo, մետաղների ազդեցությունը գնահատելու համար, որտեղ խեցու փոքր չափերը պայմանավորված են Cr-ի բարձր կոնցենտրացիայով, իսկ Cu-ի և Mo-ի բարձր կոնցենտրացիաները պայմանավորում են խեցու մեծ չափերը: Քաջարանի պոպուլյացիայում հանդիպող *H. lucorum* տեսակի առանձնյակները չափերով ավելի մեծ են Շիկահողի պոպուլյացիայի առանձնյակներից:

Գրանցվել է նմուշառված *H. lucorum* տեսակի խեցու երկու հիմնական գունավորում՝ սպիտակ և շագանակագույն, սակայն գունավորման վրա ծանր մետաղների ազդեցությունը մեր կողմից չի հաստատվել:

3.5. Թունաքիմիկատների ազդեցության գնահատումը ցամաքային փափկամարմինների տեսակային կազմի և ԴՆԹ-ի վնասվածության աստիճանի վրա

Լիճք գյուղի ստուգիչ և փորձարարական կետերից նմուշառված փափկամարմինների տեսակների քանակը ինն էր: Տեսակների կազմի և առանձնյակների քանակի վրա տարբեր գործոնների ազդեցության հավաստիությունը ստուգվել է Multi-way ANOVA մեթոդի միջոցով, որը ցույց է տվել, որ բարձրությունը ծովի մակարդակից ու ծանր մետաղները (աղյուսակը ներկայացված է ատենախոսության մեջ) չունեն հավաստի ազդեցություն ($p>0.05$): Ուսումնասիրված գործոններից հողի և օդի ջերմաստիճանը, ինչպես նաև օդի խոնավությունը ուսումնասիրվող տարածքներում քիչ են տատանվել (ջերմաստիճանի դեպքում 1-2°C, խոնավության դեպքում՝ 3-5%), և այս գործոնները նույնպես հավաստի ազդեցություն չեն ունեցել տեսակային կազմի և առանձնյակների քանակի վրա ($p>0.05$):

Փորձարարական և ստուգիչ կետերում նմուշառված տեսակների առանձնյակների քանակը տարբերվում է: Աշնանը իրականացված հավաքում 4 տեսակ փափկամարմին՝ *Truncatellina costulata, Lauria cylindracea, Orcula doliolum, Pupilla inops,* չեն գրանցվել մեր կողմից: *G. hohenackeri* և *X. derbentina* տեսակները զգայունություն են ցուցաբերում առանձնյակների թվաքանակի նվազմամբ՝ աղտոտված վայրերում:

Օրգանիզմների վրա թունաքիմիկատների ազդեցությունը մոլեկուլային մակարդակով գնահատելու համար որոշվել է Լիճքի ստուգիչ և թունաքիմիկատներով մշակված տարածքներից նմուշառված *G. hohenackeri* ԴՆԹ-ի վնասվածության աստիճանը կոմետ մեթոդով:

Աղյուսակ 2.

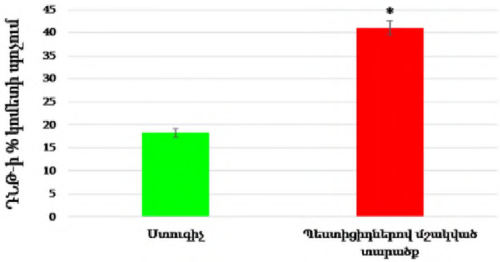
Լիճքի ստուգիչ և թունաքիմիկատներով մշակված տարածքներից նմուշառված *Georginapaeus hohenackeri* տեսակի ԴՆԹ-ի վնասվածության աստիճանի համեմատությունը

Նմուշառման վայր	Բջիջների քանակ	ԴՆԹ-ի % կոմետի պոչում	
		Միջին ± SE	Մեդիանա
Լիճք – ստուգիչ	750	18.24 ± 0.98	16.41
Լիճք – թունաքիմիկատ	750	41.02 ± 1.55	41.71*

**p < 0.05 - հավաստի տարբերություն ստուգիչի հետ համեմատած:*

Լիճքի ստուգիչ և թունաքիմիկատներով մշակված տարածքներից նմուշառված *G. hohenackeri* տեսակի հեպատոպանկրեասի բջիջներում ԴՆԹ-ի վնասվածության մակարդակը կազմում է համապատասխանաբար 18.24 ± 0.98 % և 41.02 ± 1.55 % ԴՆԹ % կոմետի պոչում (աղյուսակ 2 և նկար 7):

Լիճքի թունաքիմիկատներով մշակված տարածքից նմուշառված առանձնյակների հեպատոպանկրեասի բջիջներում ԴՆԹ-ի վնասվածության մակարդակը հավաստի գերազանցում է Լիճքի ստուգիչ կետում ապրող փափկամարմինների նույն ցուցանիշը:



***Նկար** 7. ԴՆԹ-ի վնասվածության մակարդակը Լիճքի ստուգիչ և թունաքիմիկատներով մշակված տարածքներից նմուշառված Georginapaeus hohenackeri հեպատոպանկրեասի բջիջներում:*

Մեր տվյալները հաստատում են թունաքիմիկատների բացասական ազդեցությունը ցամաքային փափկամարմինների տեսակային կազմի և ԴՆԹ-ի վնասվածության աստիճանի վրա: Փորձարարական տեղամասերում թունաքիմիկատների կիրառումից հետո մեր կողմից գրանցվել է առանձնյակների թվաքակի նվազում:

ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Հայաստանի էնդեմիկ և վտանգված 5 տեսակների համար՝ *Helix buchii, Vertigo moulinsiana, V. angustior, Orculella ruderalis* և *O. bulgarica*, հայտնաբերվել են արեալի փոփոխման դեպքեր և տարածման նոր վայրեր:
2. Հայտնաբերվել է Հայաստանի փափկամարմինների ֆաունայի համար մեկ նոր տեսակ՝ *Arion vulgaris*, որը աշխարհում լայն տարածված ինվազիվ տեսակ է:
3. Նախնական ֆիլոգենետիկ վերլուծության արդյունքում բացահայտվել է *Helix lucorum* և *Xeropicta derbentina* տեսակների ներտեսակային գենետիկական բազմազանությունը:
4. Գենբանկը համալրվել է *Georginapaeus hohenackeri* (L.Pfeiffer, 1848) տեսակի ԴՆԹ շտրիխ կոդավորման տվյալներով:
5. Զբոսաշրջության ազդեցության գնահատումը «Դիլիջան» ազգային պարկում ցույց է տվել դրա բացասական ազդեցությունը փափկամարմինների առանձնյակների քանակի, տեսակային կազմի և Շենոնի բազմազանության ինդեքսի վրա: Փափկամարմինների նշված ցուցանիշները կարող են կենսացուցիչ հանդիսանալ ԲՀՊՏ-ում զբոսաշրջության ազդեցությունը գնահատելու համար:
6. Ցույց է տրվել, որ Հայաստանում լայն տարածում ունեցող *Helix lucorum* տեսակի խեցու չափերը փոփոխվում են Cr, Cu, Mo ծանր մետաղների առկայությունից. Cr-ի բարձր կոնցենտրացիաների դեպքում խեցու չափերը փոքրանում են, իսկ Cu-ի և Mo-ի բարձր կոնցենտրացիաները պայմանավորում են խեցու չափերի մեծացում: *H. lucorum* տեսակի խեցու չափերի փոփոխությունը կարող է հանդիսանալ ծանր մետաղների ազդեցության գնահատման կենսացուցիչ:
7. Հաստատվել է, որ միջավայրում թունաքիմիկատների առկայության պայմաններում ցամաքային փափկամարմինների տեսակային կազմը նվազում է, *Georginapaeus hohenackeri* տեսակի ԴՆԹ վնասվածության աստիճանը բարձրանում է: *Georginapaeus hohenackeri* տեսակը իր տարածման վայրերում կարող է օգտագործվել որպես թունաքիմիկատների ազդեցության գնահատման կենսացուցիչ:

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ԹԵՄԱՅՈՎ ՀՐԱՏԱՐԱԿՎԱԾ ԳԻՏԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ՑԱՆԿ

1. Arzumanyan M.V. New record of Desmoulin's whorl snail *Vertigo moulinsiana* DUPUY, 1849 (Gastrapoda, Vertiginidae) from Central Armenia // Biolog. Journal of Armenia, 2022, 4 (74), p. 75-78 (DOI:10.54503/0366-5119-2022.74.4-75).

2. Arzumanyan M., Ghrmajyan A., Muradyan V., Tammaru T., Arakelyan M. Molluscs as bioindicators of tourism pressure on ecosystems of Dilijan National Park, Armenia // Journal of Ecotourism, published online, 2022, p.1-12, P-ISSN 14724049 (DOI: 10.1080/14724049.2022.2100894).

3. Sargsyan A., Hovhannisyan G., Simonyan A., Arakelyan M., Arzumanyan M., Aroutiounian R. Application of land snail *Helix lucorum* for evaluation of genotoxicity of soil pollution // Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, 2022, Volume 878, (503500, ISSN 1383-5718, https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2022.503500).

4. Арзуманян М. В., Снегин Э. А., Аракелян М. С. Изменчивость морфометрических признаков раковин наземного моллюска *Napaeopsis hohenackeri* (PFEIFFER, 1848) // XIV международная научно-практическая экологическая конференция (Белгород, Россия, 2-4 октября), 2016, ст. 24-25.

АРЗУМАНЯН МЕРИ ВИКТОРОВНА

Разнообразие и экология наземных моллюсков Армении

РЕЗЮМЕ

Наземные моллюски являются одной из самых разнообразных групп животных Армении. Изучение видового состава наземных моллюсков Армении в основном проводилось на основании анатомических особенностей и морфологии раковин. Внутривидовое генетическое разнообразие мало изучено.

Загрязнение окружающей среды является серьезной и весьма актуальной проблемой во всем мире и, в частности, в Армении. Особое место среди различных загрязнителей окружающей среды занимают пестициды и тяжелые металлы. Наземные моллюски, обитающие в разных слоях почвы, чувствительны к изменениям химического состава почвы, в частности к тяжелым металлам и пестицидам, и могут быть использованы в биоиндикации среды.

В связи с вышеизложенным были определены цель и задачи работы - анализ и оценка современного состояния фауны наземных моллюсков Армении, изучение разнообразия и выявления видов-индикаторов воздействия некоторых абиотических и антропогенных факторов.

В ходе исследований проанализированы и обобщены имеющиеся данные о видовом составе наземных моллюсков Армении. Для 5 эндемичных и находящихся под угрозой исчезновения видов Армении (*Helix buchii, Vertigo moulinsiana, V. angustior*, *Orculella ruderalis* и *O. bulgarica*) выявлены случаи изменения ареала и новые места обитания. В фауне моллюсков Армении зарегистрирован новый вид – *Arion vulgaris*, который является широко распространенным инвазивным видом.

Для выяснения филогенетического родства проведено штрих-кодирование ДНК и генетическое сравнение широко распространенных видов наземных моллюсков Армении с другими видами региона. Предварительный филогенетический анализ позволил установить внутривидовое генетическое разнообразие моллюсков *Helix lucorum* и *Xeropicta derbentina.* Банк генов пополнен данными штрих-кода ДНК *Georginapaeus hohenackeri* (L.Pfeiffer, 1848).

Для оценки воздействия туризма проводились исследования в различных пунктах Дилижанского национального парка, где экспериментальные участки располагались в лесной зоне вблизи с

известными туристическими объектами. Результаты исследования показали, что туризм отрицательно влияет на численность особей, видовой состав и индекс разнообразия Шеннона. Эти показатели могут использоваться в качестве биоиндикаторов для оценки воздействия туризма в ООПТ.

Для оценки влияния тяжелых металлов на экосистемы в качестве индикаторов был использован широко распространённый крупный вид *Helix lucorum*. Изучение морфометрической изменчивости моллюсков, собранных в разных регионах Армении, показало, что высота местообитания, влажность и температура воздуха не оказывают существенного влияния ни на размер, ни на окраску раковины моллюсков. Однако была выявлена корреляция этих параметров с содержанием тяжелых металлов в почве: при высоких концентрациях Cr размер раковины уменьшается, а высокое содержание Cu и Mo вызывают увеличение ее размеров. Изменение размеров раковины *H. lucorum* может служить биомаркером для оценки воздействия тяжелых металлов.

В районах, где вид *H. lucorum* отсутствует, в качестве индикаторного вида можно использовать другой, широко распространенный в Армении вид – *G. hohenackeri*. Этот вид показал высокую чувствительность к пестицидам. В частности, в селе Личк на обрабатываемых пестицидами пахотных землях выявлено значительное снижение видового состава и количества особей, а также увеличение степени повреждения ДНК моллюсков по сравнению с контрольными площадками, расположенными в нетронутой степи. Вид *G. hohenackeri* в местах распространения может использоваться в качестве биоиндикатора для оценки воздействия пестицидов.

Полученные в ходе исследования данные дополнят существующие сведения о разнообразии наземных моллюсков Армении, будут способствовать дальнейшим исследованиям видового и генетического разнообразия, решению ряда экологических проблем.

Полученные данные и разработанные методы оценки состояния окружающей среды с помощью моллюсков как биомаркеров могут быть использованы различными заинтересованными организациями для разработки природоохранных мероприятий, мониторинга и грамотного природопользования.

MERI ARZUMANYAN

DIVERSITY AND ECOLOGY OF TERRESTRIAL MOLLUSKS OF ARMENIA

ABSTRACT

This study presents taxonomic and faunistic research on terrestrial mollusks conducted across Armenia over the past decade. Terrestrial molluscs represent a diverse group of animals in Armenia, estimated around 118 species. This research is of practical significance since it allows the evaluation of the influence of diverse anthropogenic and environmental factors on ecosystems using species abundance and richness. In particular, the impact of various pollutants, notably heavy metals, and pesticides, on biodiversity remains an urgent and understudied issue in Armenia.

The aim of this work is to evaluate the morphological and phylogenetic diversity of terrestrial mollusks in Armenia and to explore the feasibility of the usage mollusks as bioindicators.

Our field research has revealed previously unknown locations of endemic and endangered species of Armenia: *Helix buchii, Vertigo moulinsiana, V. angustior, Orculella ruderalis* and *O. bulgarica*. We note that the species *V. moulinsiana, V. angustior, O. ruderalis* and *O. bulgarica* were found in other regions than those reported in literature. In 2022, in the vicinity of the city of Stepanavan, for the first time in Armenia, we recorded the Spanish slug *Arion vulgaris*, which is considered a dangerous invasive species. Therefore, the spread of this species in Armenia must be under control.

A preliminary phylogenetic study of some terrestrial mollusks of Armenia revealed the presence of intraspecific genetic diversity in two species: *Helix lucorum* and *Xeropicta derbentina*. The Genbank has been replenished with DNA barcoding data from *Georginapaeus hohenackeri*.

To assess the impact of tourism, our research has been carried out in various settlements of the Dilijan National Park, where the experimental sites are located in a forest zone close to famous tourist sites. The results of the study have shown that tourism has a negative impact on the species abundance, richness and the Shannon diversity index. These parameters can be used as indicators to assess the impact of tourism on natural protected areas of Armenia.

To assess the impact of heavy metals on ecosystems, a widespread and easily recognizable large species, *H. lucorum*, has been used as indicators. A

study of the morphometric variability of mollusc specimens collected in different regions of Armenia has shown that the altitude, air humidity and temperature do not have a significant effect on either the shell size or the shell colors of the molluscs. However, correlations between these parameters have been identified in molluscs collection sites contaminated with heavy metals. Thus, the parameters of the *H. lucorum* shell can be used as a bioindicator to assess contamination with heavy metals such as Cr, Cu, and Mo. Our studies have shown that a high concentration of Cr reliably leads to a decrease in the size of mollusk shells, and high concentrations of Cu and Mo, on the contrary, lead to an increase in the size of shells. It should be noted that the results of the study has not revealed the influence of various factors on the shell colors of mollusks and, therefore, the shell colors of mollusks cannot be used as a biomarker for this type of research.

In areas, where the species *H. lucorum* is absent, another common species, *G. hohenackeri*, can be used as an indicator species. This species has shown high sensitivity to pesticides. In particular, on arable lands treated with pesticides, a significant decrease in the density of individuals and an increase in the degree of DNA damage of mollusks has been revealed compared to control sites located in the untouched steppe.

The data obtained and the developed methods for assessing the state of the environment using mollusks as biomarkers can be used by various environmental organizations for the development of environmental measures, monitoring and competent use of natural resources.