

Երևանի պետական համալսարանի

տեխնիկական/ուսումնական գծով պրոռեկտոր՝

Է. Վ. Ասրիյան

09 հունիսի 2023 թ.



**ԱՌԱՋԱՏԱՐ ԳԱՋԱՄԱԿԵՂՈՒԹՅՈՒՆ
ԿԱՐԾԻՔ**

Աննա Սերժիկի Խաչատրյանի «ԾԱՆԸ ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ՀԱՆԴԵՊ ԿԱՅՈՒՆ ՆՈՐ ՔԵՍՈՒԻԹՈՏՐՈՖ
ՔԱԿՏԵՐԻԱՆԵՐԻ ԱՆՋԱՏՈՒՄԸ, ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՄԸ ԵՎ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ՀԵՌԱՆԿԱՐՆԵՐԸ
ԿԵՆՍԱՏԱՐԲԱՆՈՒԾՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՆԵՐՈՒՄ» թեմայով Գ.00.07

«Միկրոբիոլոգիա. կենսատեխնոլոգիա» մասնագիտությամբ կենսաբանական գիտությունների
թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ներկայացված ատենախոսության վերաբերյալ

Ատենախոսության թեմայի արդիականությունը:

Էքստրեմոֆիլ մանրէների համալիր ուսումնասիրությունը և դրանց հիմքով նոր տեխնոլոգիաների մշակումը համարվում է արդի գիտության հեռանկարային ուղղություններից մեկը: Քեմոլիթոտրոֆ մանրէները (որոշ բակտերիաներ և արքեաներ) իրենց կենսագործունեության համար անհրաժեշտ էներգիա ստանում են վերականգնված անօրգանական նյութերի, ինչպես օրինակ ջրածին, ամոնիակի, նիտրիտների, սուլֆիդների, ծծումբի, սուլֆիդային միներալների և Fe(II)-ի իոնների օքսիդացմամբ, որով և մասնակցում են անօրգանական տարրերի կենսատերկրաշրջապտույտին: Քեմոլիթոտրոֆ մանրէները իրենց լայն տարածվածությունն են գտել սուլֆիդային հանքավայրերում, բազմամետաղական հանքապարներում, թթու դրենաժային հոսքաջրերում: Վերջիններիս մանրէային համակեցության ուսումնասիրությունը ժամանակակից մոլեկուլային կենսաբանության մեթոդների կիրառմամբ բացահայտել է մետաղների տարրալուծմանը մասնակցող ավելի քան 11 տարբեր բակտերիական խմբեր:

Սուլֆիդային հանքաքարի կենսաքայքայման և Fe(III)-ի վերականգնման գործընթացում ներգրավված առավել կարևոր բակտերիաներն են՝ *Leptospirillum*, *Acidimicrobium* և *Sulfobacillus* ցեղերին պատկանող քեմոլիթոտրոֆ մանրէները: Այսպես, քեմոլիթոտրոֆ բակտերիաների ունակությունը մասնակցելու մետաղների տարրալուծմանը կարևոր կիրառական նշանակություն ունի հանքային հումքից մետաղների մանրէաբանական կորզման համար: Վերջին ժամանակներս ցույց է տրվել, որ հանքային հումքից արժեքավոր մետաղների կորզման արդյունավետությունը

զգալիորեն կարելի է մեծացնել *Leptospirillum* և *Acidithiobacillus* ցեղին պատկանող բակտերիաների կիրառմամբ: Սա պայմանավորված է միներալի մակերեսին բակտերիաների ադհեզիայի, կենսաշերտ առաջացնելու և օքսիդացման գործընթացներում մասնակցող ֆերմենտների ակտիվությամբ, սակայն դրանց դերը մետաղների տարրալուծման գործընթացներում դեռ բավարար ուսումնասիրված չէ:

Տարբեր ծանր մետաղներ կարևոր դեր են խաղում բակտերիաների բջջի կենսաքիմիական գործընթացներում, ինչպես օրիանակ, կարող են հանդես գալ որպես կատալիզատորներ՝ խթանել ֆերմենտների ակտիվությունը, հանդես գալ որպես ֆերմենտների կայունացուցիչներ, մասնակցել օքսիդավերականգնման գործընթացներում, հանդիսանալ ակցեպտորներ շնչառական շղթայում և այլն: Այնուամենայնիվ, շատ ծանր մետաղներ բարձր խտություններում դառնում են թունավոր կենդանի օրգանիզմների, այդ թվում բակտերիաների համար:

Հայաստանը և Լեռնային Ղարաբաղը հարուստ են բազմամետաղական հանքավայրերով, և վերջին ժամանակներս ժամանակակից մոլեկուլային կենսաբանության մեթոդների կիրառմամբ, ցույց է տրվել դրանցում մանրէների բազմազանությունը: Չնայած այս առաջընթացի, Հայաստանի հանքապարներում և հանքարդյունաբերության արդյունքում ձևավորվող թափոններում քեմոլիթոտրոֆ մանրէների բազմազանությունը բավարար ուսումնասիրված չէ: Ուստի, սուլֆիդային միներալների՝ պիրիտի, խալկոպիրիտի, սֆալերիտի տարրալուծման բարձր ակտիվությամբ օժտված մանրէների հայտնաբերումը, դրանց կենսաբանական առանձնահատկությունների, մասնավորապես, մետաղների տարրալուծման գործընթացներում ներգրավվածության ուսումնասիրությունը ինչպես առանց, այնպես էլ տարբեր ծանր մետաղներ իոնների առկայությամբ հանդիսանում է երկրամանրէաբանության կարևորագույն խնդիրներից մեկը:

Աննա Խաչատրյանի ատենախոսական թեզը նվիրված է Հայաստանի և Լեռնային Ղարաբաղի մետաղական հանքավայրերի բնական բիոտոպերից և կենսատարրալուծման փորձարարական համակարգերից նոր քեմոլիթոտրոֆ բակտերիաների մեկուսացմանը, առավել հեռանկարային շտամների բնութագրմանը և նույնականացմանը, ծանր մետաղների և ապարախույսի բարձր խտությունների հանդեպ դրանց կայունության ուսումնասիրմանը, պորֆիրային հանքաքարից պղնձի կենսատարրալուծման ունակության ուսումնասիրմանը, հանքաքարի տարրալուծման ունակության ապարազիտական ուսումնասիրությանը:

Աշխատանքի գիտական նորույթը: ՀՀ և ԼՂ-ի պղնձային հանքավայրերից, ինչպես նաև կենսատարրավացման համակարգերից մեկուսացվել և նույնականացվել են թթվա- և մետաղակայուն *Acidithiobacillus ferrooxidans* ZnC (MDC7057) և *Leptospirillum ferrodiazotrophum* Ksh-L (MDC7058, ON226845) քեմոլիթոտրոֆ բակտերիաներ: Ուսումնասիրվել է *L. ferriphilum* CC (OM272948) մանրէի աճի և Fe(II) –ի օքսիդացման կինետիկական ցուցանիշները: Ցույց է տրվել *At. ferrooxidans* ZnC շտամի

կայունությունը Cu(II), Zn(II), Ni(II), Co(II) և Mo(II) իոնների նկատմամբ: Առաջին անգամ ուսումնասիրվել է մեկուսացված բակտերիաների պատիճային և կոլոիդային արտաբջջային պոլիմերային միացությունների կազմի փոփոխությունը սուբստրատից կախված: Առաջին անգամ հանքային հումքի և տարրալուծման մնացորդների ապարագիտական, խալկոպիրիտի հատիկների առաջացման, դրանց չափային բաշխման հիման վրա հետազոտվել է սուլֆիդային և օքսիդացված հանքանմուշների կենսատարրալուծման մեխանիզմը:

Ատենախոսության բովանդակությունը և ձևավորման գնահատականը: Ատենախոսությունը կազմված է հետևյալ բաժիններից՝ «Ներածություն», «Գրական ակնարկ», «Փորձարարական մաս», «Արդյունքներ և քննարկում», «Ամփոփում», «Եզրակացություններ», «Օգտագործված գրականություն», «Հապավումների ցանկ», «Հավելվածներ»: Աշխատանքը շարադրված է համակարգչային տեքստի 140 էջերում, պարունակում է 36 նկար և 16 աղյուսակ: Ատենախոսության թեմայով հրատարակված է 7 հոդված և 11 գիտաժողովի թեզիս: Գրականության ցանկը ներառում է օտարալեզու 214 անվանում:

Ներածության բաժնում հիմնավորվել է աշխատանքի արդիականությունը, գիտական նորույթը, աշխատանքի նպատակն ու խնդիրները, հետազոտման եղանակների ընտրությունը և արդյունքների կիրառական նշանակությունը: Գրականության ակնարկ բաժնում հեղինակը կատարել է ուսումնասիրվող նյութի վերաբերյալ գրականության վերլուծություն: Մանրամասն շարադրված է խնդրի արդի դրվածքը:

Նյութեր և մեթոդներ գլխում նկարագրված են օգտագործված նյութերը և մեթոդները: Մեթոդների բաժնում նկարագրված են հետազոտության օբյեկտը, կիրառված սննդամիջավայրերը, լաբորատոր իրականացված գիտափորձերը:

Ներածության բաժնում հայցորդի կողմից լիովին հիմնավորված են աշխատանքի արդիականությունը, աշխատանքի նպատակն ու խնդիրները, գիտական նորույթը, և արդյունքների գործնական նշանակությունը:

Գրական ակնարկում հեղինակի կողմից կատարված է ուսումնասիրվող նյութի վերաբերյալ տվյալների և արդյունքների բազմակողմանի վերլուծություն:

Փորձարարական մասի «Հետազոտության նյութերը և մեթոդները» գլխում նկարագրված են քենոլիթոտրոֆ բակտերիաների մեկուսացման և պահպանման համար անհրաժեշտ սննդամիջավայրերը և դրանց կազմը, մեկուսացված մանրէների նույնականացման համար կիրառված մեթոդները, ֆերմենտային ակտիվության որոշման և միներալների տարրալուծման գործընթացում մանրէների մասնակցության ուսումնասիրության մեթոդները:

Արդյունքները նկարագրված են 8 առանձին ենթագլուխներում: Ներկայացված են հեղինակի կողմից կատարված հետազոտական և փորձարարական աշխատանքի հիման վրա ստացված տվյալները և դրանց քննարկումը:

Ատենախոսի կողմից իրականացվել է լայնածավալ աշխատանք՝ օգտագործելով մոլեկուլային կենսաբանության արդի մեթոդներ և հաջորդականությունների վերլուծության համար նորագույն համակարգչային ծրագրեր: Ատենախոսը հաջողությամբ լուծել է իր առջև դրված խնդիրները: Առաջարկված գիտական դրույթները ճիշտ հիմնավորված են և մանրակրկիտ փաստարկված:

Ատենախոսության եզրակացությունները տրամաբանորեն հետևում են փորձարարական արդյունքներից և հիմնավորված են:

Ատենախոսության գիտագործնական արժեքը: Ցույց է տրվել *At. ferrooxidans* ZnC և *L. ferriphilum* CC և դրանց համակեցությունների կայունությունը և հարմարողականության հնարավորությունը ծանր մետաղների իոնների և ապարախույսի բարձր խտությունների նկատմամբ: Մետաղակայուն շտամները կարող են հիմք հանդիսանալ հանքարդյունաբերական խտանյութերից, աղքատ հանքաքարերից, ինչպես նաև երկրորդային հումքից պղնձի արդյունավետ կորզման կենսատեխնոլոգիական գործընթացների մշակման համար:

Քացահայտվել են միջավայրի գործոնների (pH, մասնիկների չափեր, ապարախույսի խտություն, սուլֆիդային և օքսիդացման հանքանմուշների հարաբերակցություն և այլն) նպաստավոր արժեքները՝ Քաջարանի պղնձամոլիբդենային հանքավայրի օքսիդացած և սուլֆիդային հանքանմուշներից պղնձի արդյունավետ կենսակորզման համար: Միարժամանակ պարզվել է, որ հանքանմուշներից պղնձի արդյունավետությունը մեծապես պայմանավորված է կենսաբանական գործոնով՝ բակտերիաների համակեցությամբ սուլֆատրատի մակերեսին բակտերիաների բջիջների ադիզվելու, կենսաշերտ առաջացնելու, մետաղների իոնների նկատմամբ կայունությամբ և հարմարողականության ունակությամբ:

Դիտողություններ: Ատենախոսությունում կան որոշ տպագրական բացթողումներ, անավարտ և կրկնվող մտքեր և որոշ նկարների բացատրության անհամապատասխանություն, մասնակի դեպքում նաև անզեղեղում ներկայացում, տվյալների վիճակակազմական վերլուծության բացակայություն: Այսպես՝ ատենախոսության «Նպատակ և խնդիրներ» բաժնում ատենախոսը առաջադրել է խնդիր ՀՀ և ԼՂ պղնձային հանքավայրերի բիոտոպերից, ինչպես նաև տարրալուծման փորձարարական համակարգերից մեկուսացնել և ըստ մորֆաֆիզիոլոգիական, կենսաքիմիական և մոլեկուլային հատկանիշների ուսումնասիրմամբ նույնականացնել երկաթ օքսիդացնող քեմոլիթոտրոֆ մանրէների նոր ակտիվ, թթվա- և մետաղակայուն շտամներ: Սակայն արդյունքներում ամփոփված է միայն վերոնշյալ մեկուսացված շտամների մորֆաֆիզիոլոգիական և բջջամոլեկուլային հատկանիշների

ուսումնասիրումը, իսկ կենսաքիմիական առանձնահատկությունների ուսումնասիրման հետ կապված տվյալները բացակայում են ինչպես մեթոդական, այնպես էլ արդյունքներ բաժիններում:

Ցանկալի կլիներ մեկուսացված շտամների համար կառուցված ֆիլոգենետիկ ծառերում օգտագործել տվյալ ցեղին պատկանող տիպային շտամների 16S rԴՆԹ-ի հաջորդականությունները: Եզրակացությունները ծավալուն են, երբեմն ընդգրկում են որոշ բացատրություններ:

Եզրակացություն: Ամփոփելով *Աննա Սերժիկի Խաչատրյանի* ատենախոսությունը՝ հարկ է նշել, որ այն լուրջ ներդրում է հանքարդյունաբերական խտանյութերից, աղքատ հանքաքարերից, ինչպես նաև երկրորդային հումքից արժեքավոր մետաղների կորզման կենսաբանական, շրջակա միջավայրի համար անվնաս մեթոդի ներդրման տեսանկյունից:

Այսպիսով, կատարված է ծավալուն փորձարարական հետազոտություն և ստացվել են կարևոր արդյունքներ: «Ծանր մետաղների հանդեպ կայուն նոր քեմոլիթոտրոֆ բակտերիաների անջատումը, ուսումնասիրումը և կիրառման հեռանկարները կենսատարրալուծման գործընթացներում» թեմայով *Աննա Սերժիկի Խաչատրյանի* թեկնածուական ատենախոսական թեզը բավարարում է ՀՀ-ում գիտական աստիճանաշնորհման կանոնակարգի 7-րդ կետով թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին, որի հիման վրա հեղինակին կարող է շնորհվել Գ.00.07 «Միկրոբիոլոգիա.կենսատեխնոլոգիա» մասնագիտությամբ գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճան:

Ատենախոսությունը քննարկվել է և կարծիքը հաստատվել ԵՊՀ Կենսաբանության ֆակուլտետի կենսաքիմիայի, մանրէաբանության և կենսատեխնոլոգիայի ամբիոնի ընդլայնված նիստում (արձանագրություն թիվ 12, 2 հունիսի 2023 թ.):

Նիստը նախագահում էր ամբիոնի վարիչ, կ.գ.դ., դոցենտ Ա. Ա. Փոլադյանը, մասնակցում էին պրոֆեսոր Կ. Ա. Թոշունյանը, կ.գ.դ., դոցենտներ Ս. Վ. Մարությանը, Հ. Հ. Փանոսյանը, կ.գ.թ., դոցենտներ Է. Խ. Բարսեղյանը, Լ. Ս. Գաբրիելյանը, Մ. Թ. Պետրոսյանը, Ա. Ա. Աղաջանյանը, Ա. Ա. Մարգարյանը, Ի. Լ. Բազուկյանը, Հ. Մ. Կարապետյանը, կ.գ.թ., ասիստենտներ Ն. Վ. Ավթանդիլյանը, Բ. Գ. Սեմերջյանը, Գ. Հ. Սեմերջյանը, Ի. Ա. Բադալյանը, ավագ լաբորանտ, գործավար Ա. Ռ. Բաբայանը, ավագ լաբորանտներ Ա. Ա. Հարությունյանը, Լ. Դ. Խաչատրյանը, «Կենսաբանության» ԳՀ ինստիտուտի ավագ գիտաշխատողներ, կ.գ.թ. Ն. Ժ. Սահակյանը, Կ. Մ. Գրիգորյանը, գիտաշխատողներ Ա. Վ. Վասիլյանը, Հ. Խ. Գևորգյանը, կրտսեր գիտաշխատողներ Հ. Հ. Պետրոսյանը, Ա. Հ. Շիրվանյանը, ասպիրանտներ և ուրիշներ:

Հարցադրումներ արեցին և ելույթ ունեցան՝ ամբիոնի վարիչ, կ.գ.դ., դոցենտ Ա. Ա. Փոլադյանը, պրոֆեսոր Կ. Ա. Թոշունյանը, կ.գ.դ., դոցենտ Ս. Վ. Մարությանը, կ.գ.թ., դոցենտներ Ի. Լ. Բազուկյանը,

Մ. Թ. Պետրոսյանը, Ա. Ա. Մարգարյանը, կ.գ.թ., ասիստենտ Ն. Ժ. Սահակյանը, ովքեր ընդգծեցին աշխատանքի նորույթը և գիտագործնական նշանակությունը ու թեկնածուական աշխատանքներին ներկայացվող պահանջներին համապատասխանությունը:

Նիստի նախագահ,

ԵՊՀ Կենսաբանության ֆակուլտետի

Կենսաքիմիայի, մանրէաբանության և կենսատեխնոլոգիայի
ամբիոնի վարիչ, կ.գ.դ., դոցենտ

Ա. Ա. Փոլադյան

Նիստի քարտուղար,

ավագ լաբորանտ, գործավար

Ա. Ռ. Բարայան

Ստորագրությունները հաստատում եմ

ԵՊՀ գիտական քարտուղար, բ.գ.թ., դոցենտ

Մ. Վ. Հովհաննիսյան

02 հունիսի 2023 թ.

