

ԿԱՐԾԻՔ

պաշտոնական ընդդիմախոսի՝ Փոլադյան Աննա Արշակի
«Խմորման վերջնափուլերի օքսիդավերականգնողական կարգավորումը և դրա կիրառման
հնարավորությունը օրգանական թափոնների մշակման գործում»

Գ.00.04 – Կենսաքիմիա մասնագիտությամբ կենսաբանական գիտությունների դոկտորի
գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության վերաբերյալ

Տարեցտարի ընդլայնվում է էներգիայի համաշխարհային սպառումը, ավելին, էլեկտրաէներգիայի մեծ պահանջարկը բավարարվում է ոչ վերականգնվող բնական ռեսուրսների ներգրավմամբ: Սա հանգեցնում է շրջակա միջավայրի տեխնոգեն աղտոտման հետևանքով առաջացած լուրջ էկոլոգիական մարտահրավերների: Հետևաբար, կարևորվում են այն գիտական հետազոտությունները, որոնք ուղղված են այլընտրանքային էներգիայի աղբյուրների որոնմանը: Էներգետիկ տեխնոլոգիաների նորարարության խոստումնալից միտում է էլեկտրական հոսանք առաջացնող կենսավառելիքային բջիջների մշակումը, որը հիմնված է կենսաքիմիական ռեակցիաների ընթացքում անջատված էներգիայի էլեկտրական հոսանքի վերափոխման վրա՝ կենսաբանական տարրերը օգտագործելով որպես ռեակցիայի կատալիզատորներ: Ավելին, վերջին տարիներին զարգացած մի շարք երկրներում ջրածնահեն տնտեսության անցման միտում է դիտվում, քանի որ մոլեկուլային ջրածինը էկոլոգիապես մաքուր, բարձր արդյունավետությամբ էներգիայի աղբյուր է դիտարկվում: Այն նաև կարող է վառելիք հանդիսանալ վերը նշված վառելիքային սարքերի աշխատանքի համար: Ներկայումս համաշխարհային հանրությունը բախվում է նաև Երկրագնդի վրա տարատեսակ թափոնների կուտակման և դրանցով աղտոտման խնդրին:

Հաշվի առնելով վերոնշյալը արդիական է Ա. Փոլադյանի դոկտորական ատենախոսությունը, որը նվիրված է մանրէային խմորման վերջնափուլերի կարգավորման պարզաբանմանը, օրգանական թափոններից կենսազանգվածի և կենսաէներգիայի ստացմանը:

Հետազոտությունն իրականացնելուն միտված էր նպատակ ուսումնասիրել մանրէներում խմորման վերջնափուլերի ռեդօքս կարգավորումը, օրգանական թափոնների

կենսաքիմիական փոխակերպումը, կենսաջրածնի և կենսազանգվածի արտադրության, ինչպես նաև Հիդ ֆերմենտների կիրառման նոր մոտեցումների մշակումը:

Նպատակին հասնելուն դրվել էին հետևյալ խնդիրները՝

1. Ուսումնասիրել *E. hirae* and *E. coli* բակտերիաներում անթթվածին պայմաններում թաղանթային ֆերմենտների թիոլային խմբերի կարգավիճակի և H⁺/K⁺-ական փոխանակության փոփոխությունները,

2. Բացահայտել միջավայրի pH-ի և տարբեր ածխածնի աղբյուրների դերը Հիդ ֆերմենտների ակտիվության կարգավորման գործում,

3. Ուսումնասիրել *E. coli* բակտերիաներում H₂-ի արտադրության և H⁺/K⁺-ական փոխանակության օքսիդավերականգնողական և խմորման վերջնայութերի միջոցով կարգավորումը,

4. Որոշել որոշ մետաղների ազդեցությունը *E. coli* բակտերիաների ածխածնի տարբեր աղբյուրների խմորման պայմաններում կենսազանգվածի և H₂ -ի արտադրության վրա,

5. Ուսումնասիրել Հիդ-երի գործունեությունը սահմանափակ էներգիայի պայմաններում,

6. Բացահայտել *E. coli*-ի և *R. eutropha* բակտերիաների օրգանական թափոնների կենսաքիմիական փոխակերպման նպաստավոր պայմանները,

7. Մշակել Հիդ-երի որպես կենսաքիմիական կատալիզատորներ կիրառման նոր ուղիներ:

Մեծ հաշվով, աշխատանքում, մի կողմից, ցույց է տրվում մանրէներում խմորման վերջնափուլերի ռեդօքս կարգավորման կենսաքիմիակն և կենսաֆիզիկական առանձնահատկությունները, ինչը աշխատանքի հիմնարար բաղադրիչն է, մյուս կողմից, քայլեր են արված ցույց տալու, թե օրգանական թափոններից ինչպես կարելի է ստանալ կենսազանգված և կենսաէներգիա, ինչն աշխատանքի կիրառական կոմն է:

Ա. Փոլադյանը ներկայացրել է ծավալուն աշխատանք, որում, կենտրոնանալով *Escherichia coli*, *Ralstonia eutropha*, *Enterococcus hirae* մոդելային համակարգերի վրա, խմորման վերահսկման գործոնների պարզաբանման համար կիրառել է ինտեգրված գենային, ֆիզիոլոգիական և կենսաքիմիական մոտեցումներ: Մոտեցումների այս

ինտեգրումը ապահովել է ստացված արդյունքների հավաստիությունը և հանգեցրել է մի քանի հետաքրքիր հիմնարար դիտարկումների. օրինակ, ցույց է տրվել, որ F₀F₁-ԱԵՖազը էական դեր ունի խմորման վերջանափուլերի արտադրանքի ձևավորման մեջ, ավելին, և՛ կալիումի իոնները, և՛ օքսիդավերականգնողական պոտենցիալը (ՕՎՊ) նույնպես կարող են ազդել խմորման գործընթացների վրա:

Ցույց է տրվել մանրէներում կենսաէներգետիկական կարևոր նշանակությամբ պրոտոն-կալիումական պոմպի (պրոտոնային ԱԵՖազ և կալիումի տեղափոխիչ) աշխատանքում երկթիոլ-երկսուլֆիդային խմբերի էական դերը այդ տեղափոխիչ համակարգերի փոխազդեցության և էներգիայի փոխանցման մեջ: Բացահայտվել է նշված պոմպի աշխատանքի մեխանիզմը, որը կարող է թիրախ հանդիսանալ մի շարք ախտածին մանրէների աճի սահմանափակման, սակայն մինևույն ժամանակ, կենսատեխնոլոգիական նշանակությամբ մանրէներում հանդիսանալ որպես կենսագործընթացների կառավարման և ցանկալի արտադրանքի խթանման միջոց:

Ստացված արդյունքները ցույց են տվել ՕՎՊ-ի ցածր արժեքների դերը պրոտոնաֆորի բացասական ազդեցության կոմպլեքսացման և հետևաբար, *E. hirae* մանրէներում պրոտոնաշարժ ուժին փոխարինման և աճման անհրաժեշտ գործընթացների համար: Բացահայտվել է ածխածնի տարբեր աղբյուրների յուրացման ընթացքում ՕՎՊ-ի վերականգնողական գործընթացների հանգուցային դերը խմորման, H₂-ի արտադրության և Հիդրոգենազ (Հիդ) ֆերմենտների ակտիվության կարգավորման մեջ:

Հեղինակը իրականացրել է լիզնոցեյուլոզային թղթի և գարեջրի արտադրության թափոնների նախամշակում և մանրէային կենսազանգվածի, ջրածնի և Հիդ ֆերմենտների ստացում: Առաջին անգամ որոշվել են կենսատեխնոլոգիական արժեքավոր օբյեկտի՝ *R. eutropha*-ի մի շարք կենսաէներգիկական պարամետրերը, ՕՎՊ-ի կինետիկան և Հիդ ակտիվությունը միջավայրի տարբեր պայմաններում: *E. coli* և *R. eutropha*-ի բակտերիաների աճ և H₂-օքսիդացնող Հիդ ֆերմենտների ակտիվություն է դրսևորվել գարեջրի ածիկի հիդրոլիզատի յուրացման պայմաններում, որը խթանվել է ՕՎՊ-ի բացասական արժեքների դեպքում: Ավելին, բակտերիաների ամբողջական բջիջները և Հիդ-ները հաջողությամբ փորձարկվել են որպես անողային կատալիզատորներ:

Աշխատանքը կազմված է ըստ ՀՀ ԲՈԿ-ի դոկտորական ատենախոսություններին ներկայացվող համընդհանուր ընդունված պահանջների. այն ներառում է 3 հիմնական գլուխներ (Գրական ակնարկ, Հետազոտությունների մեթոդներ և նյութեր, Արդյունքներ և քննարկում) ինչպես նաև ներածություն, եզրակացություններ և օգտագործված գրականության ցանկ, որոնք շարադրված են 247 էջերում: Աշխատությունը ունի կուռ շարադրանք, որում լուսաբանվել են թեմայի հիմնադրույթները: Հեղինակի կողմից ստացված տվյալները «Արդյունքներ և քննարկում» բաժնում ներառված են 63 բազմաբաղադրիչ նկարներում և 13 աղյուսակներում: Գրականության ցանկը կազմել է 246 անուն, որի գերակշռող մասը օտարալեզու հեղինակների աշխատանքներն են: «Գրական ակնարկ» բաժնում վերլուծված է թեմային առընչվող ժամանակակից գրականությունը, որը պարունակում է թեմայի նպատակներին և խնդիրներին համապատասխան դրույթներ: Նկարագրված են *E. coli* բակտերիաներում ածխածնի տարբեր աղբյուրների յուրացման մեխանիզմները: Ներկայացված է նաև գրական տվյալներ ջրածնի արտադրության մեջ ներգրավված մրջնաթթու ջրածին լիազ համալիրի, Հիդ ֆերմենտների, F₀F₁-ԱԵՖազի, մանրէային H⁻/K⁻ փոխանակության վերաբերյալ: Հեղինակը անդրադարձել է նաև *Ralstonia eutropha* մանրէի նյութափոխանակության, լիզոնցելյուլոզային կենսազանգվածի առանձնահատկություններին, և կենսաէլեկտրաքիմիական սարքերում Հիդ-ները որպես կենսակատալիզատորներ օգտագործման հնարավորություններին: «Հետազոտությունների մեթոդներ և նյութեր» բաժնում նկարագրված են հեղինակի օգտագործված մանրէաբանական և կենսաքիմիական ժամանակակից մեթոդները:

Արդյունքներ և քննարկում բաժնում հեղինակը ներկայացրել է ծավալուն և հիմնարար հետազոտությունների արդյունքները և դրանց քննարկումը, ինչպես նաև վերջնական եզրակացությունները: Հեղինակի առաջադրված հետազոտության նպատակը և խնդիրները համահունչ են ստացված արդյունքների հետ և արտացոլված են պաշտպանության ներկայացված դրույթներում ու եզրակացություններում:

Կիրառական տեսանկյունից այս աշխատանքը իր մեծ ներդրումն ունի կենսաջրածնի արտադրության, վառելիքային սարքերի օպտիմալացման և կենսակատալիզատորների կիրառման, ինչպես նաև օրգանական թափոնների մշակման և օգտակար արտադրանքի ստացման ոլորտներում: Փորձերը արհեստավարժորեն նախագծված, կատարված և

վերլուծված են, իսկ ստացված արդյունքները հավաստի պարզաբանում են դրված խնդիրները:

Այսպիսով, հրապարակային պաշտպանության ներկայացած Ա. Փոլադյանի ատենախոսությունը իր հիմնախնդիրներով, գիտական արդյունքներով և եզրահանգումներով գիտահետազոտական արժեքավոր աշխատություն է, որն անցել է գիտական քննություն: Ատենախոսությունը հեղինակի երկար տարիների աշխատանքի և լաբորատոր փորձերի արգասիքն են. այն կենսաջրածնի և կենսաէներգիայի ոլորտներում նորույթ է, որը կառուցված է գրականության և փորձագիտական ամուր հենքի վրա: Հարկ է նշել, որ ստացված աշխատանքների գերկշռող մասը տպագրված է միջազգային գրախոսվող, բարձր ազդեցության գործակցով հեղինակավոր ամսագրերում, ինչը հաստատում է տվյալ աշխատանքի արդիականությունը, արժեքը և ստացված արդյունքների հավաստիությունը:

Այնուամենայնիվ, կան որոշ դիտողություններ/դիտարկումներ: Ներբջջային էներգետիկ նյութափոխանակությունն ուսումնասիրելիս, հետաքրքիր և թիրախային էր լինելու պարզել, թե առաջադրված մոդելային պայմաններում, բացի F₀F₁-ԱԵՖազից, ինչպես են իրենց դրսևորում, այլ պատասխանատու ֆերմենտները, օրինակ՝ NAD-կախյալ իզոցիտրատ դեհիդրոգենազը, սուկցինատ դեհիդրոգենազը, ալֆա-կետոգլյուտարատ դեհիդրոգենազը: Մյուս կողմից, քանի որ ԱԵՖ-ի սինթեզը խիստ իոն-կախյալ գործընթաց է, դրական էր լինելու չափել հիմնական իոնների ներբջջային կոնցենտրացիան: ԱԵՖ-ի սինթեզը ուղեկցվում է մեծ թվով ազատ ռադիկալների գոյացմամբ և մարմամբ, այստեղ ևս, խորհուրդ կտայի հեղինակին հետագա աշխատանքներում ուսումնասիրել, թե ինչպես է ազդում ազատ ռադիկալային օքսիդացման գործընթացը (եթե նույնիսկ չհաջողի «բռնել» ռադիկալին, ապա կարելի է չափել ռադիկալային «գրոհի» որոշ արգասիքներ) H₂-ի արտադրության վրա:

Վերոնշյալ նկատառումները բնավ չեն ազդում Ա. Փոլադյանի ներկայացված «Խմորման վերջնափուլերի օքսիդավերականգնողական կարգավորումը և դրա կիրառման հնարավորությունը օրգանական թափոնների մշակման գործում» թեմայով ատենախոսության որակի վրա: Ա. Փոլադյանը ներկայացրել է բարձրորակ ուսումնասիրություն, որն ունի հիմնարար և գիտակիրառական մեծ նշանակություն, բավարարում է դոկտորական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին:

Ելնելով վերոնշյալից՝ միջնորդում եմ ՀՀ ԲՈԿ-ի Կենսաաֆիզիկայի 051 մասնագիտական խորհրդի առջև Ա. Փոլադյանին շնորհել Գ.00.04 «Կենսաաֆիզիկա» մասնագիտությամբ Կենսաբանական գիտությունների դոկտորի գիտական աստիճան, ինչին նա արժանի է անվեհապահորեն:

ԵՊԲՀ գիտության գծով պրոռեկտոր,

Կենսաաֆիզիկայի ամբիոնի պրոֆեսոր,

Կ.գ.դ., պրոֆեսոր



Կոնստանտին Ենկոյան

Մասնագետի (Կոնստանտին Բորիսի Ենկոյանի) ստորագրության իսկությունը

հաստատում եմ.

բ.գ.դ., պրոֆեսոր Տաթևիկ Ավագյան

(կազմակերպության գիտ. քարտուղար)



02.07.2021