



Գիտական համայնքի ամենամյա ամփոփիչ գիտաժողով,
5-10, հոկտեմբեր, 2025
Դիլիջան, ՀՀ

**Օրգանական թափոններից կենսազանգվածի և կենսաէներգիայի
փոխակերպման կենսաքիմիական ուղիների բնութագրումը և
օքսիդավերականգնողական կարգավորումը**

Աննա Փոլադյան

Կենսաքիմիայի, մանրէաբանության և կենսատեխնոլոգիայի ամբիոնի վարիչ, Կ.գ.դ.

21AG-1F043, առաջատար հետազոտությունների գիտական ղեկավար

Երևանի պետական համալսարան

09/10/2025

Email: apoladyan@ysu.am

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

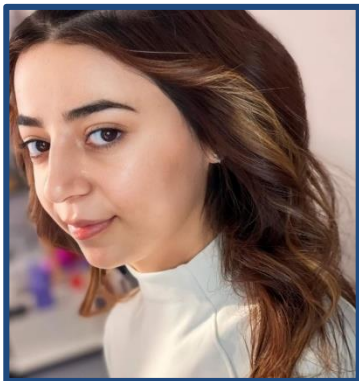
- **Ներածություն**՝ Աշխատանքի նպատակը և արդիականությունը; բջջում ընթացող հիմնական կենսաքիմիական գործընթացները; ԱԵՖազ/սինթազ և հիդրոգենազ ֆերմենտներ:
- Միջազգային խորհրդատուի հետ կատարվող աշխատանքներ
- FoF₁-ԱԵՖազի և հիդրոգենազների դերը մանրէային բջջում ընթացող տարբեր գործընթացներում
- Թափոններից՝ Կենսազանգված, Կենսաջրածին և Կենսաէթանոլ
- Նախագծին առնչվող հաշվետվություն



Գիտական խումբ



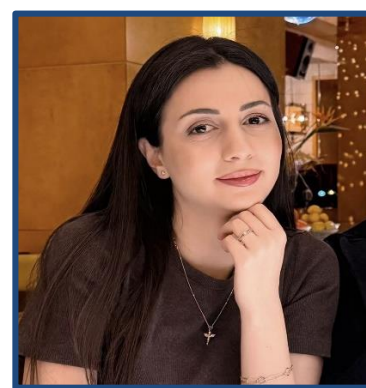
Լուսինե Բադալյան,
հայցորդ



Մերի Իսկանդարյան,
կրտսեր գիտաշխատող



Անուշ Բաբայան,
կրտսեր գիտաշխատող



Լիանա Մնացականյան,
հետազոտող



Ռիմա Ավետիսյան,
կրտսեր գիտաշխատող



Լիանա Անիկյան,
ասպիրանտ



Ռուզաննա Արշակյան,
հետազոտող



Անահիտ Վասիլյան,
կ.գ.թ., ավագ գիտաշխատող



Պրոֆ. Գարի Սուվերս,
Հալլե Վիտենբերգի Մարտին-Լյութերի
անվան համալսարան, Գերմանիա

Ջետազոտական ծրագրի հիմնական նպատակն է՝

E. coli, *R. eutropha*, *Clostridium sp.*, *Saccharomyces cerevisiae*, և այլն) մթնային խմորման կենսաքիմիական գործընթացների բնութագրումը/վերլուծությունը և դրանց օքսիդավերականգնողական կարգավորումը՝ կենսազանգվածի, կենսաէներգիայի և այլ վերջնանյութերի (H_2 , էթանոլ, բութանոլ, օրգանական թթուներ և այլն) խթանված արտադրության համար՝ օրգանական թափոնների յուրացման դեպքում:

Escherichia coli

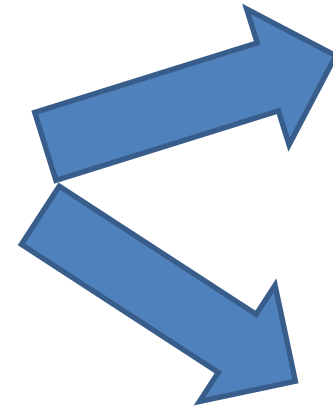
Clostridium sp.

Saccharomyces cerevisiae

Ralstonia eutropha/*Cupriavidus necator*



Կենսազանգված

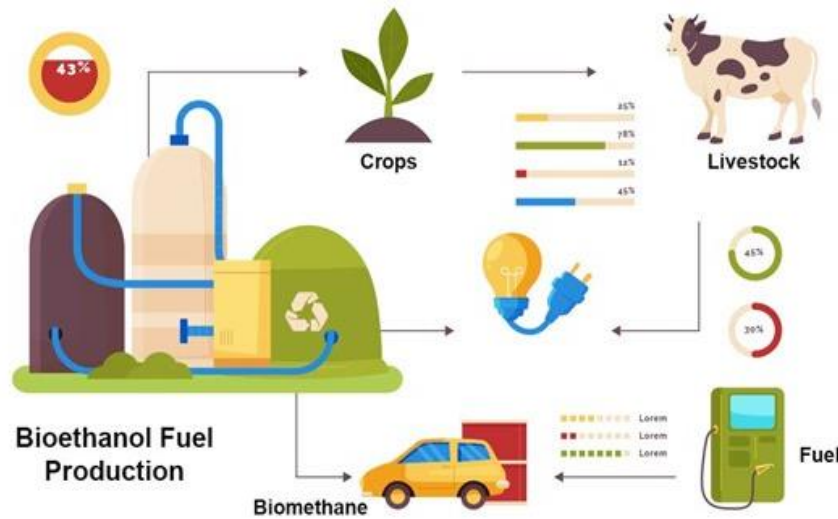


Կենսաէներգիա

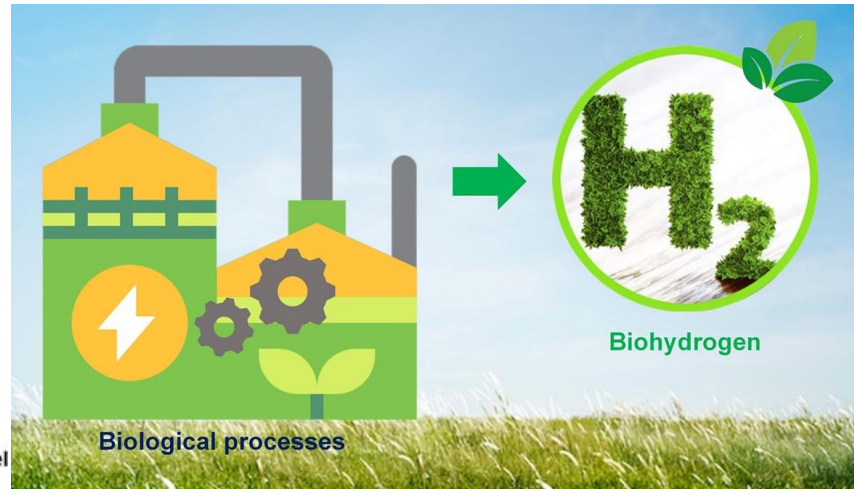
Այլ վերջնանյութեր

Կենսա-Էներգիա

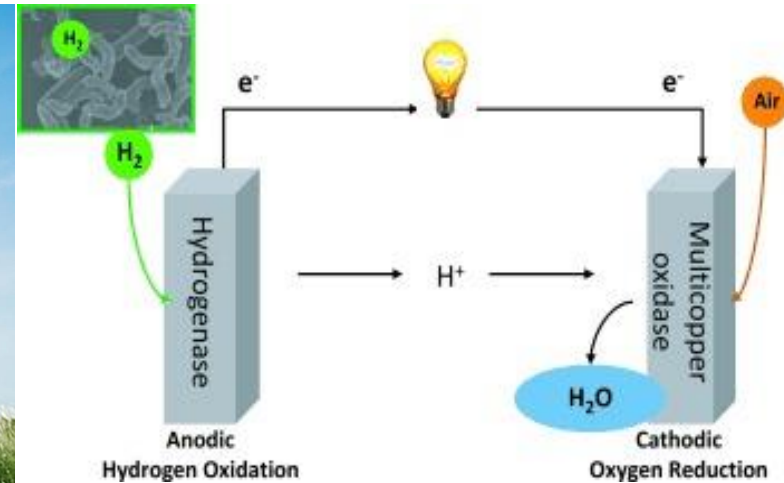
Կենսա-Էթանոլ/բուլթանոլ



Կենսա-Ջրածին



Կենսա-Էլեկտրականություն

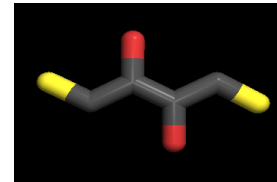


Արտաքին միջավայրի դիտարկվող պարամետրեր

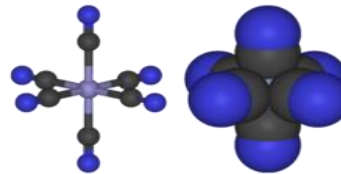
Օքսիդավերականգնողական՝ ռեդօքս պոտենցիալ (ՕՎՊ)

$$E_h = E_0 + (RT/nF) \ln([ox]/[red]) + (RT/nF) \ln[H^+]$$

Վերականգնիչ - DL-dithiothreitol (ԴԹԹ)



Օքսիդիչ - $K_3[Fe(CN)_6]$

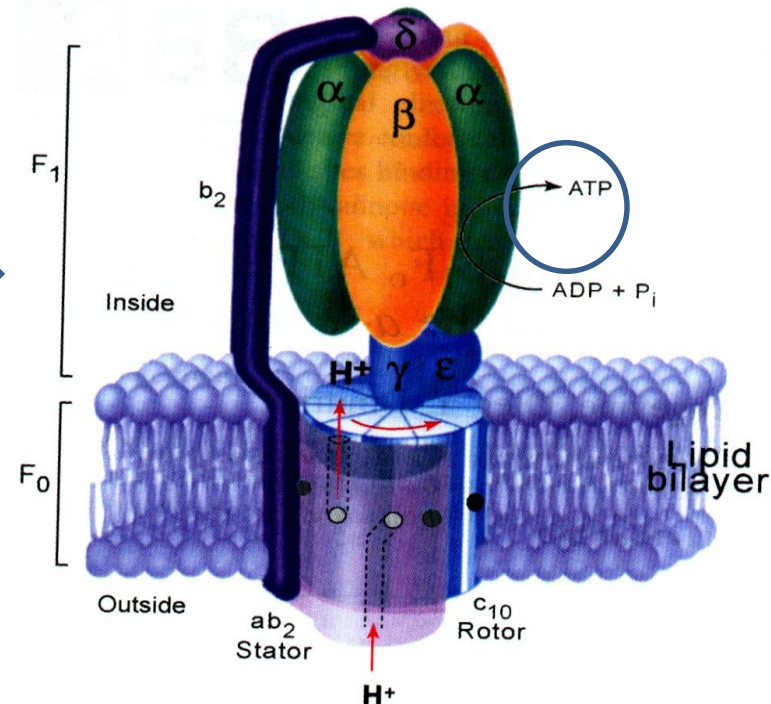
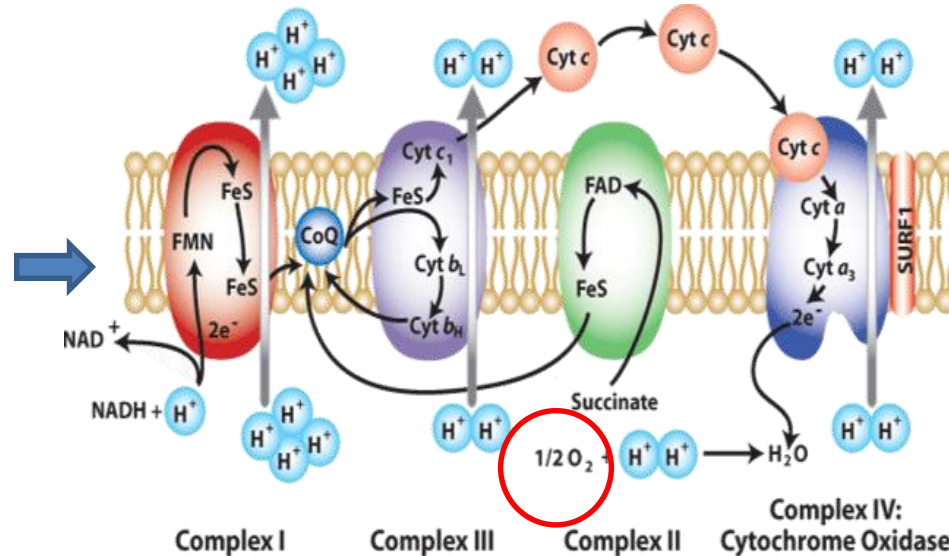
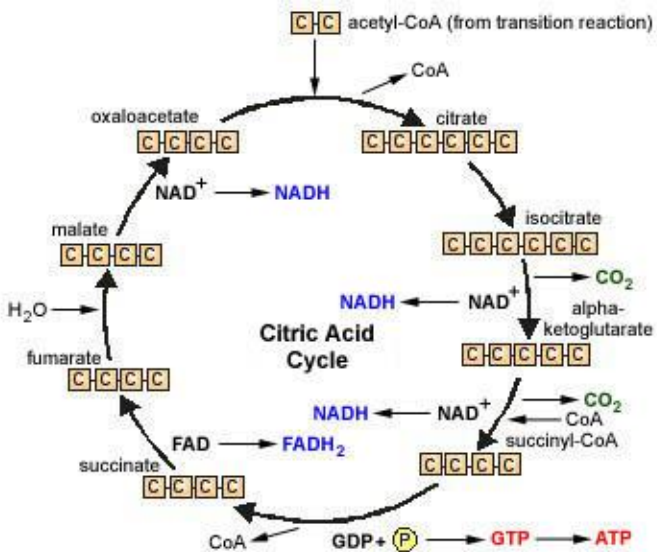


- Օսմոսային սթրես
- Ածխածնի խառը աղբյուրներ



Արտաքին միջավայրի դիտարկվող պարամետրեր

- **Թթվածնի (Էլեկտրոնի արտաքին աղբյուրի) բացակայությունն կամ առկայությունն (Խմորում կամ Շնչառություն)**



Խմորում

Գլյուկոզ/արտ

Գլիցերոլ/արտ

ԱԵՖ

ԱԿՖ

Գ6Ֆ

ԱԵՖ

ԱԿՖ

Ֆ1,6Ֆ

Գլիցերոլ/ներս

ՆԱԴ⁺

ՆԱԴH

ԱԿՖ

GlpF

ԵՀԱ

ԵՀԱՖ

ԳԱՖ

gCoA

ՔՖ

ԱԿՖ

ԱԵՖ

ԱԿՖ

ԱԵՖ

ԱԿՖ

ԱԵՖ

ԱԿՖ

Կենսա-Ջրածին

Կենսա-Էթանոլ

Օրգանական թթուներ

Մրջնաթթու

Կաթնաթթու

Էթանոլ

Քացախաթթու

CO₂

2H

H₂

NADH

ՆԱԴ⁺

NADH

ՆԱԴ⁺

ԱԳԱԼԴ

ԱԿՖ

ԱԵՖ

ԱԿՖ

ԱԵՖ

ԱԿՖ

ԱԵՖ

ԱԿՖ

Սաթաթթու

ՖԵՊ

Գ2Ֆ

Գ3Ֆ

ՖԳՖ

ԱԵՖ

ԱԿՖ

ԱԵՖ

ԱԿՖ

ԱԵՖ

ԱԿՖ

ԱԵՖ

ԱԿՖ

ԱԵՖ

ԱԿՖ

ԱԵՖ

ԱԿՖ

ԱԵՖ

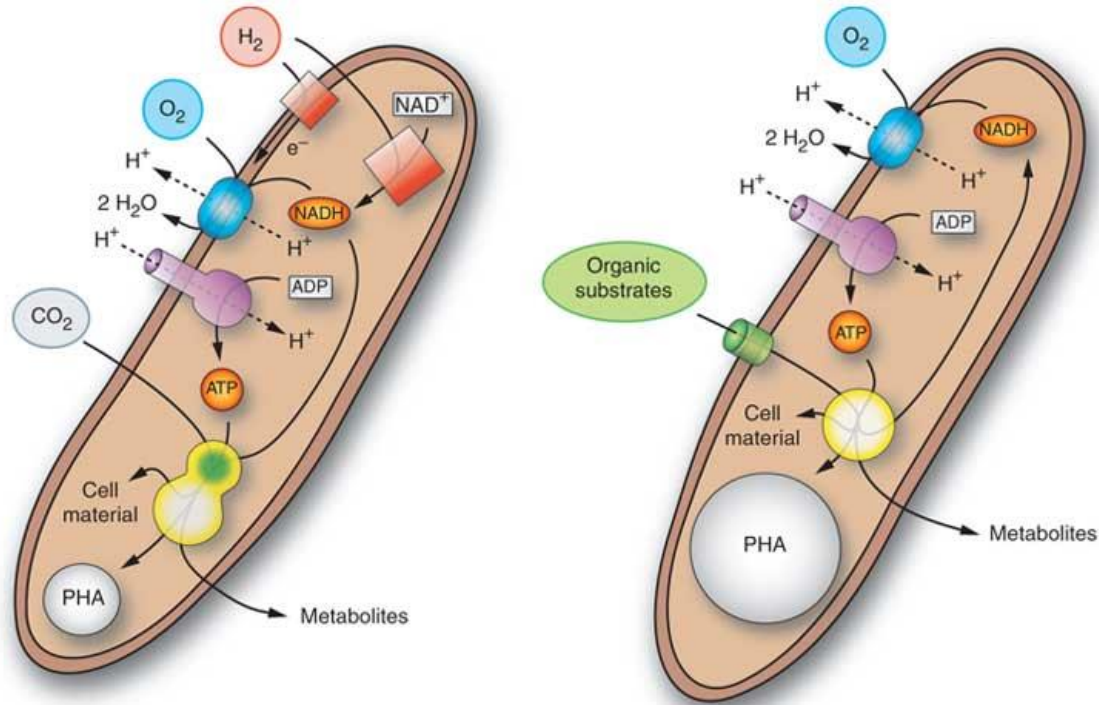
Ածխածնի տարբեր աղբյուրների յուրացումը աղիքային
ցուպիկում Էմբդեն-Մեյերհոֆ-Պառնասի ուղիով
(Cintolesi et al., 2012; Trchounian et al., 2017;
Թռչունյան, 2019):



ԵՐԵՎԱՆԻ
ՊԵՏԱԿԱՆ
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

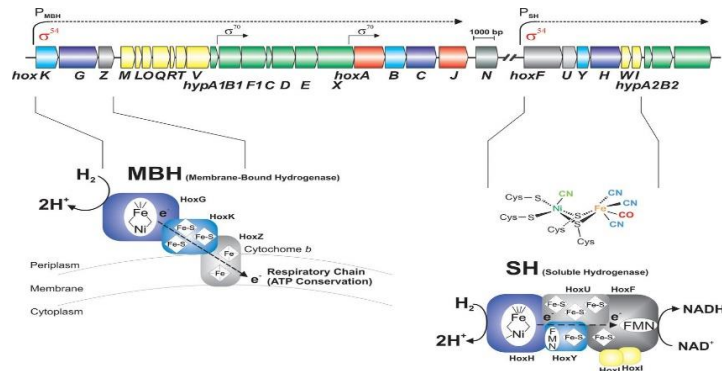
Escherichia coli Cupriavidus necator H16

Կենսա-Էլեկտրականություն



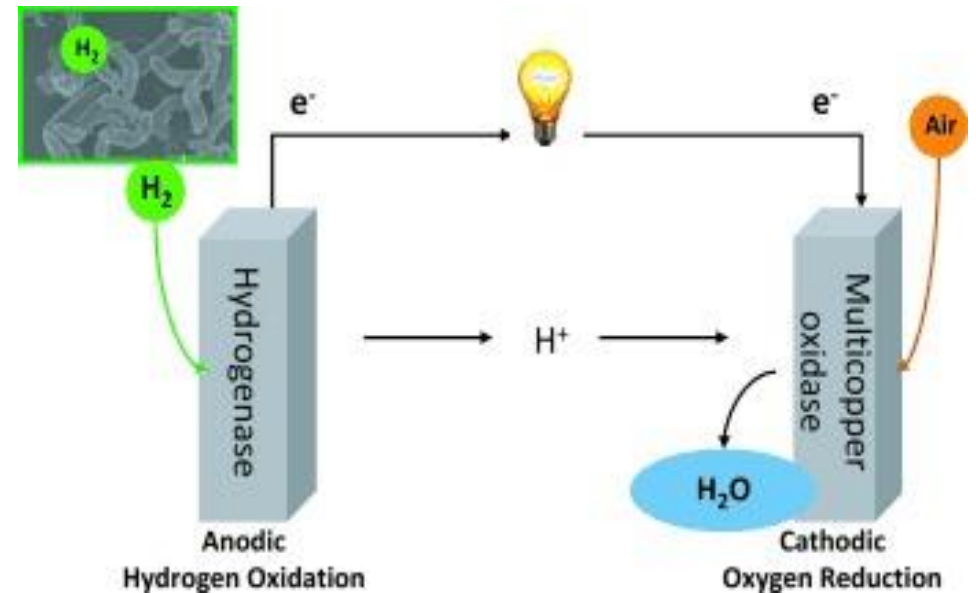
Lithoautotrophic metabolism

Heterotrophic metabolism



Enzymes or microbes to replace Pt

Հիդրոգենազներ



➤ Միջազգային խորհրդատուի հետ կատարվող աշխատանքներ

Միջազգային խորհրդատուի հետ կատարվող աշխատանքներ

Applied Microbiology and Biotechnology (2025) 109:146
<https://doi.org/10.1007/s00253-025-13535-w>

BIOENERGY AND BIOFUELS



Redox regulation of hydrogen production in *Escherichia coli* during growth on by-products of the wine industry

Lusine Baghdasaryan^{1,2} · Karen Trchounian^{1,2} · Gary Sawers³ · Anna Poladyan^{1,2} 

Received: 13 October 2024 / Revised: 5 May 2025 / Accepted: 31 May 2025
© The Author(s) 2025



Open access



ԵՐԵՎԱՆԻ
ՊԵՏԱԿԱՆ
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ





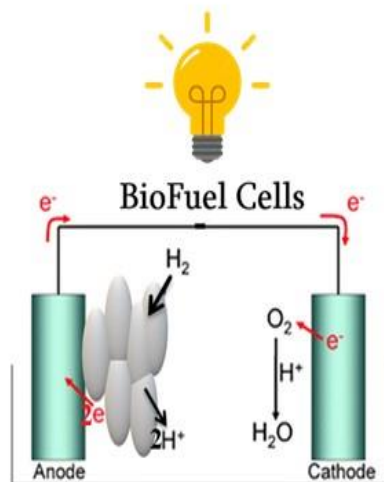
**Treatment of Wine
grape waste**

H_2SO_4 , 121°C, 45min

pH adjustment

K_2HPO_4 / KOH
Filtration, dilutions

***E. coli* growth**



**Enhanced
 H_2 production**

Redox regulation

Positive ORP

Negative ORP



ԵՐԵՎԱՆԻ
ՊԵՏԱԿԱՆ
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

Միջազգային խորհրդատուի հետ կատարվող աշխատանքներ



Biophysical
Reports

ARTICLE

Escherichia coli FocA/B-dependent H^+ and K^+ fluxes: Influence of exogenous versus endogenous formate

L. Grigoryan,^{1,2,3} A. Babayan,^{1,2,3} A. Vassilian,^{2,4,*} A. Poladyan,^{1,2,*} G. Sawers,⁵ and K. Trchounian^{1,2,3,*}

¹Department of Biochemistry, Microbiology and Biotechnology, Faculty of Biology, Yerevan State University, Yerevan, Armenia; ²Research Institute of Biology, Yerevan State University, Yerevan, Armenia; ³Microbial Biotechnologies and Biofuel Innovation Center, Yerevan State University, Yerevan, Armenia; ⁴Department of Ecology and Nature Protection, Faculty of Biology, Yerevan State University, Yerevan, Armenia; and ⁵Institute of Microbiology, Martin-Luther University of Halle-Wittenberg, Halle (Saale), Germany

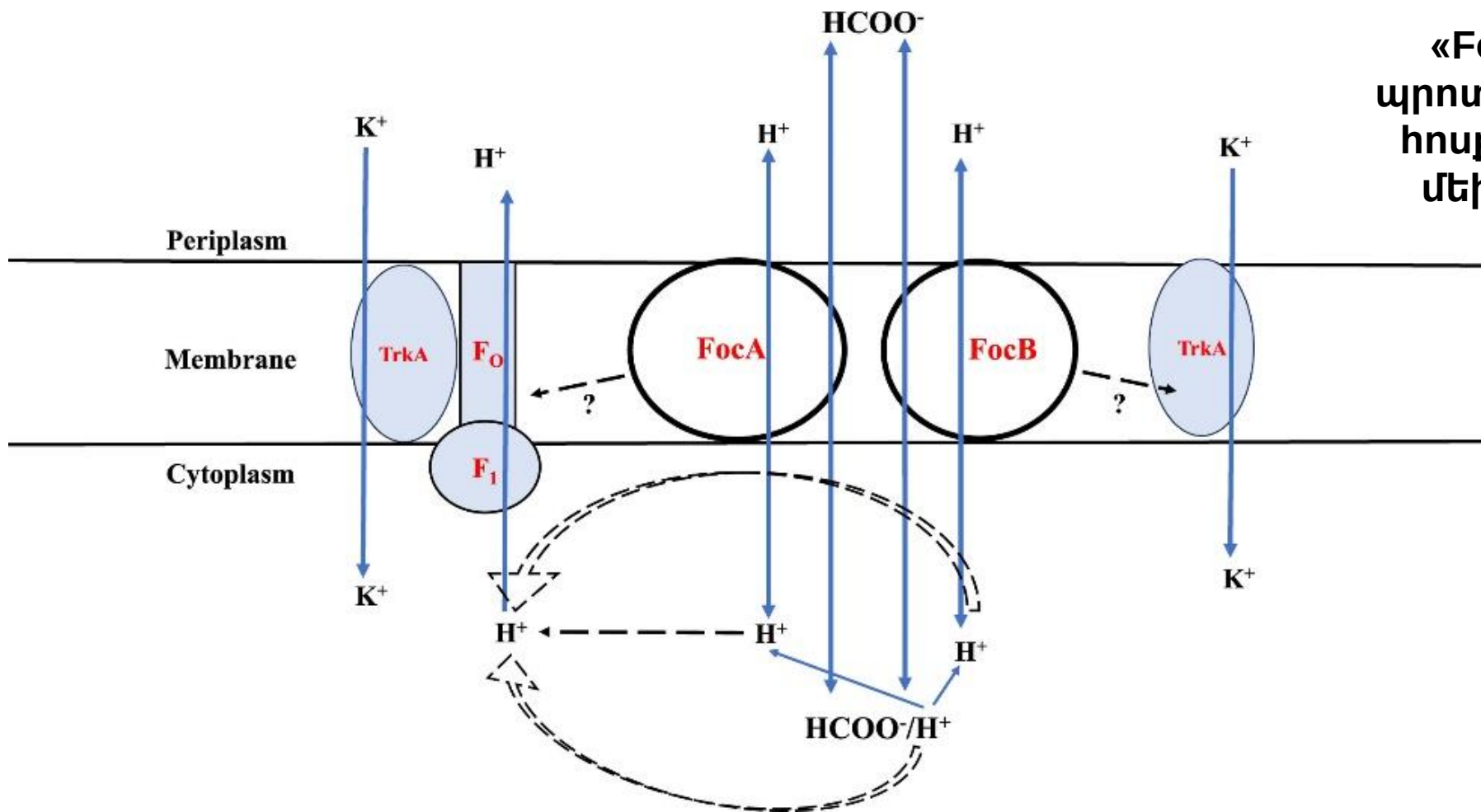
ABSTRACT *Escherichia coli* translocates formate/formic acid bidirectionally across the cytoplasmic membrane by the

Open access



ԵՐԵՎԱՆԻ
ՊԵՏԱԿԱՆ
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ





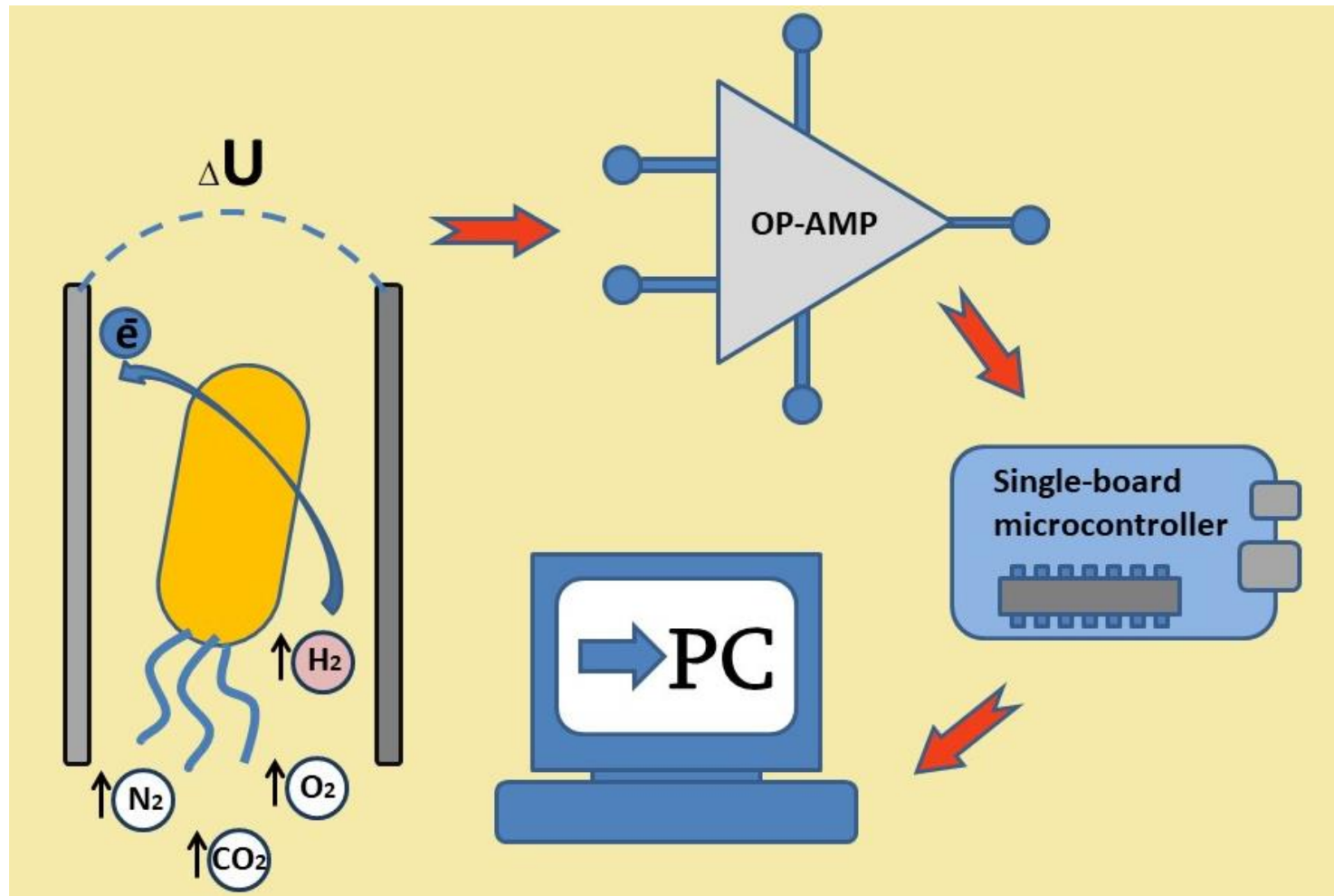
«FocA- և FocB- կախյալ
պրոտոնային և կալիումային
հոսքերի աշխատանքային
մեխանիզմի սխեմատիկ
ներկայացում»

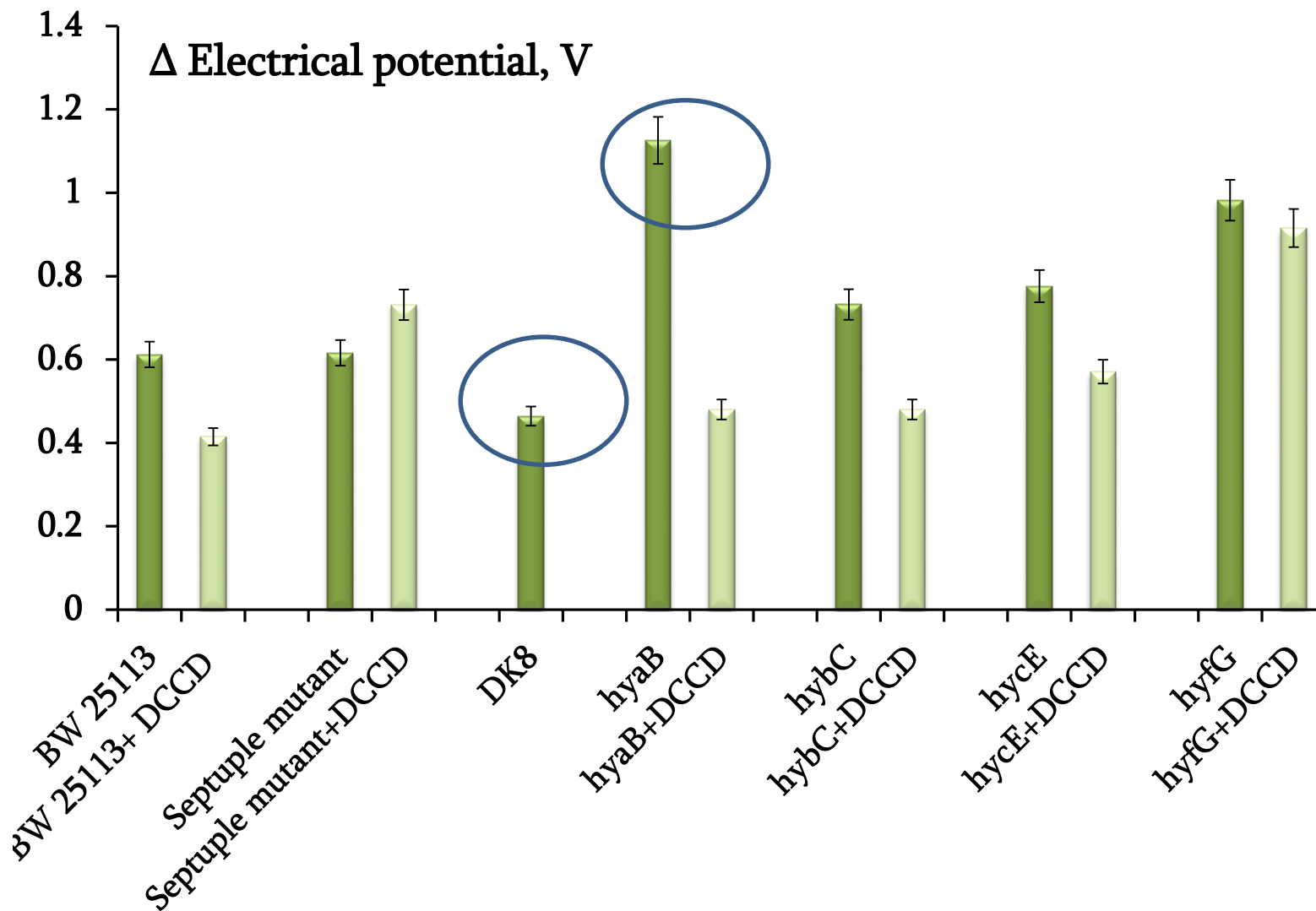
Կետագծով սլաքները ներկայացնում են F₁O₁-ԱԵՖազի միջոցով պրոտոնների արտահոսքի հնարավոր կոմպենսատոր դերը pH-ը հավասարակշռելու համար: Բացառությամբ արտաքինից մատակարարված մրջնաթթվի, ենթադրվում է, որ FocB-ն ազդում է TrkA-ից կախյալ կալիումի տրանսպորտի կամ այլ նմանատիպ համակարգերի վրա, մինչդեռ մրջնաթթվի առկայության դեպքում նույն ազդեցությունն ունենում է FocA-ն TrkA-ի վրա: Արտաքինից մատակարարված մրջնաթթուն ազդում է F₁O₁-ԱԵՖազի ակտիվության վրա՝ ուժեղացնելով նրա ներդրումը պրոտոնային կամ կալիումային հոսքերի հավասարակշռման մեջ: Հարցական նշանները ցույց են տալիս հնարավոր ֆիզիկական փոխազդեցությունները: Հստակության համար FHL-1 համալիրը, որը մրջնաթթուն փոխակերպում է H₂-ի և CO₂-ի, չի ցուցադրված:

- F_0F_1 -ԱԵՖազի և հիդրոգենազների դերը մանրէային բջջում ընթացող տարբեր գործընթացներում



F_0F_1 -ԱԵՖ ազի և հիդրոգենազ ֆերմենտների դերը կենսաէլեկտրաքիմիական
համակարգում էլեկտրաէներգիայի արտադրության գործընթացում

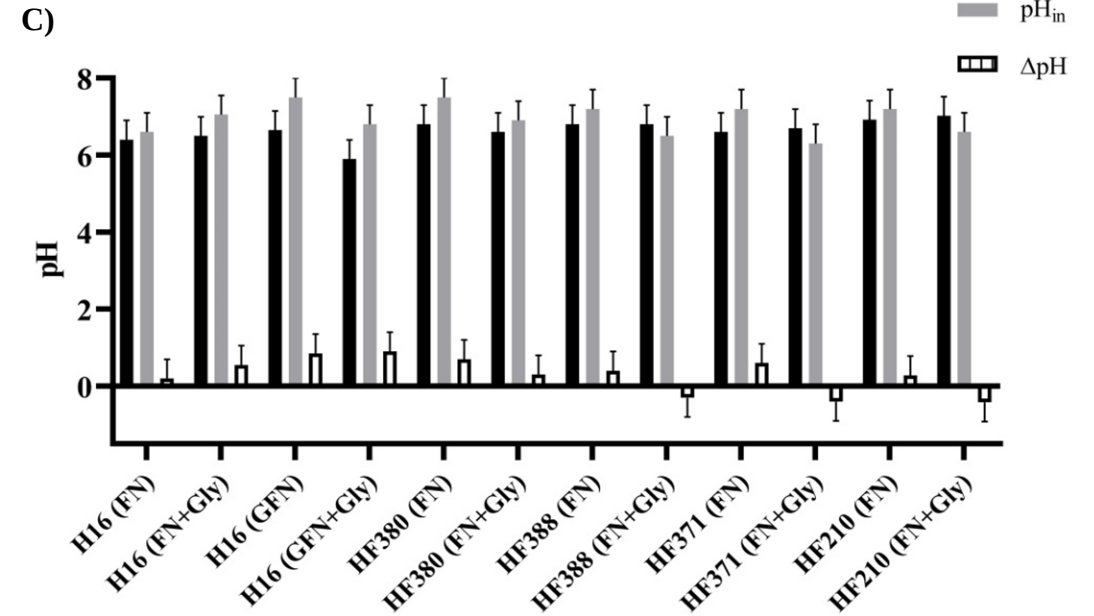
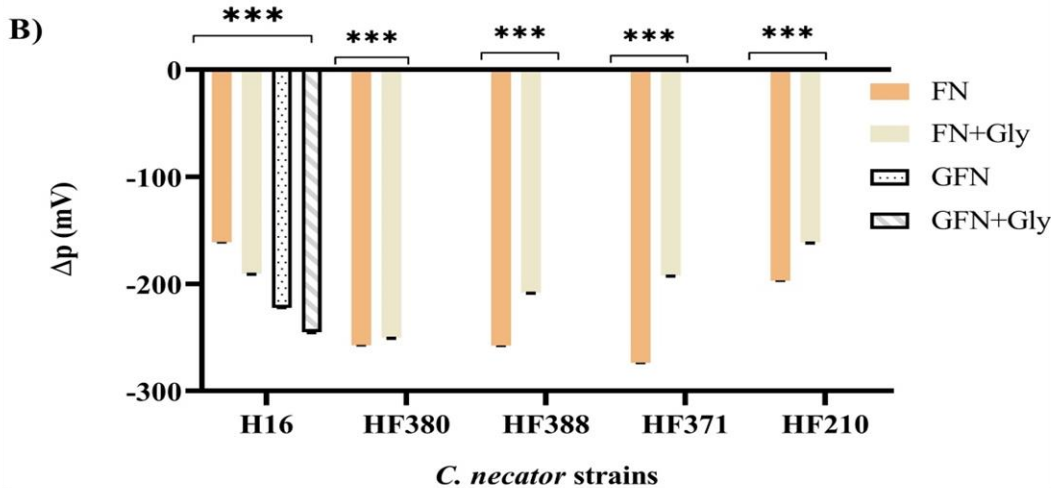
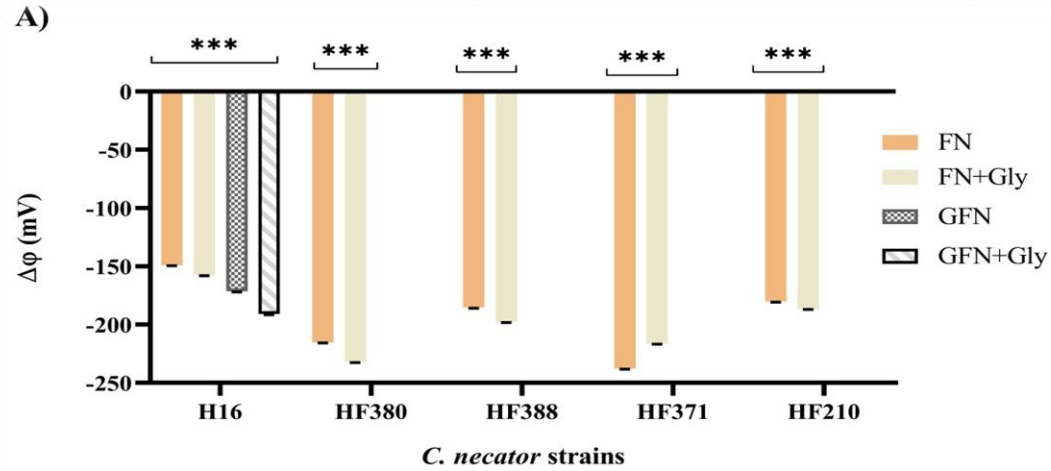




E. coli BW25113 վարի տիպի
և (WT), յոթգենային,
ԱԵՖազի և
հիդրոգենազների
բացակայությամբ
մուտանտների
էլեկտրաբիմիական
ակտիվությունները pH 7.5-
ում, գյուկոզի խմորման
պայմաններում աճեցված
բջջերում:

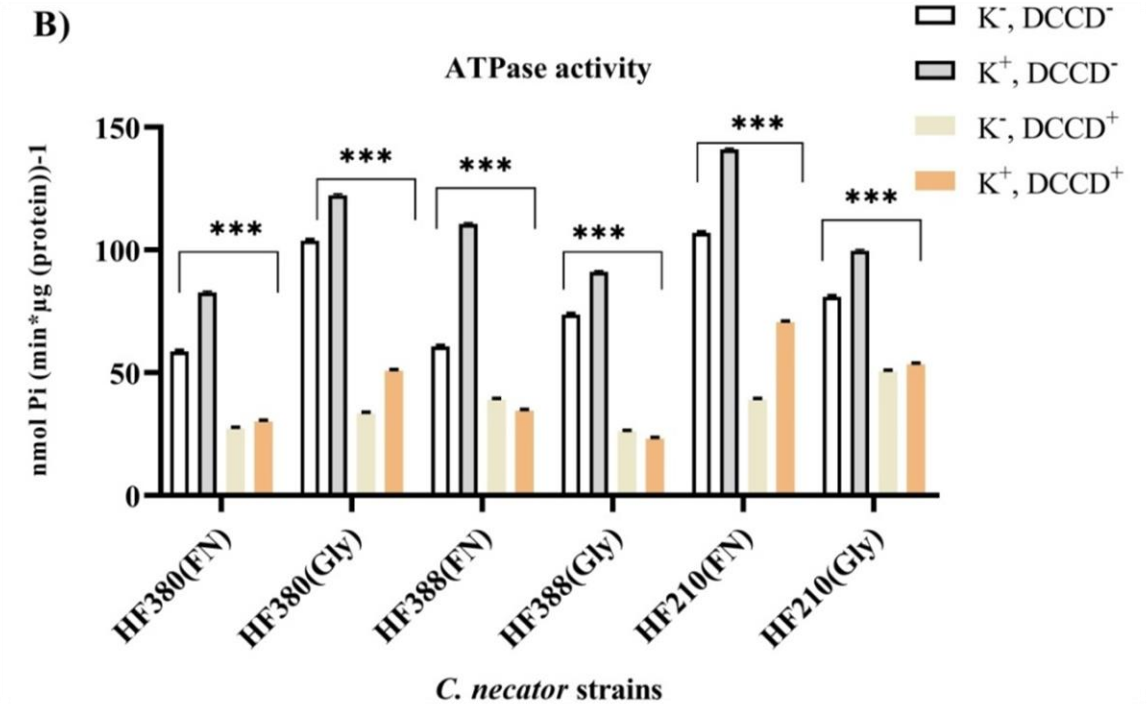
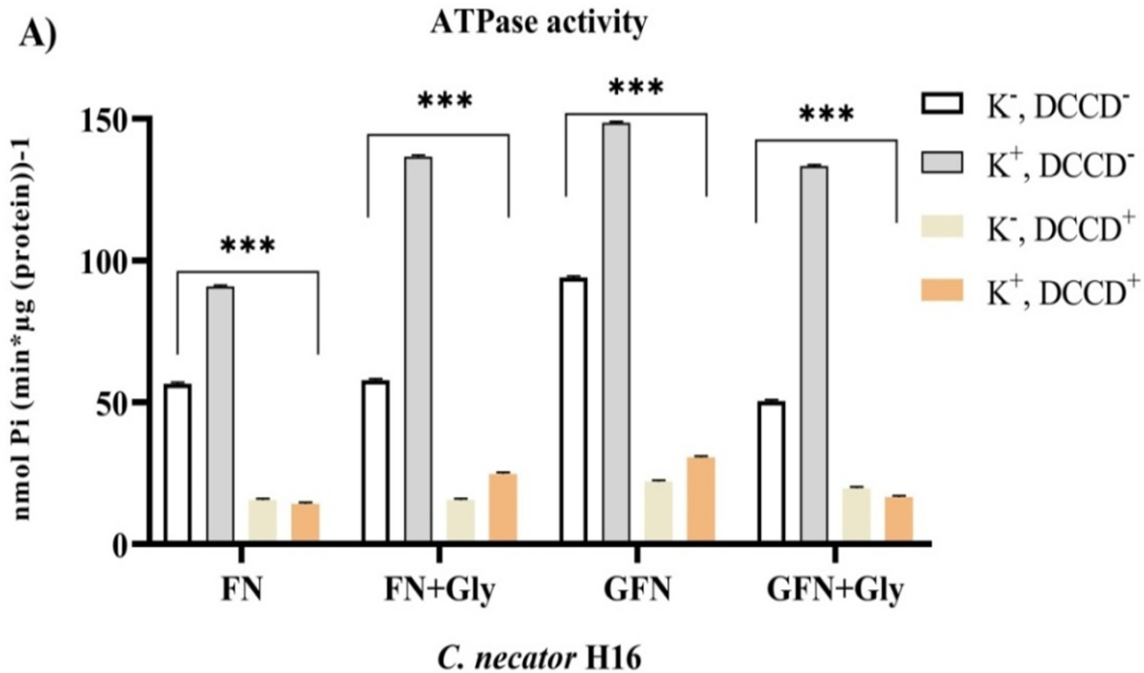
Ամենաբարձր հոսանքի առաջացումը դիտվել է *hyaB* և *hyfG*
մուտանտների մոտ՝ համապատասխանաբար 1.26 Վ և 1 Վ
արժեքներով:

Պրոտոնաշարժ ուժի ազդեցությունը *Cupriavidus necator* H16-ի էներգիայի սյուրթափոխանակության և հիդրոգենազային ակտիվության վրա



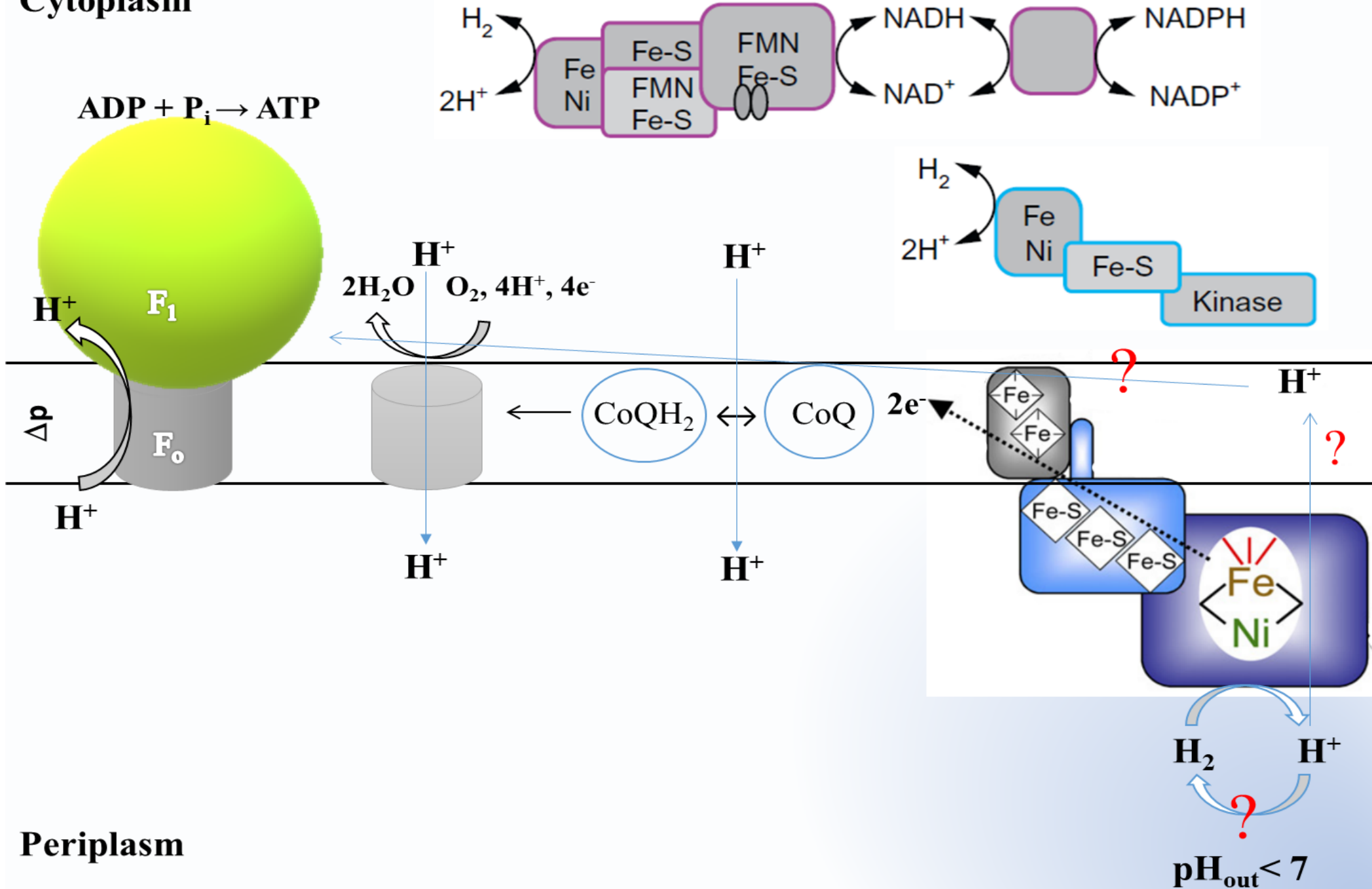
(A) թաղանթային պոտենցիալի ($\Delta\phi$) և (B) պրոտոնային շարժիչ ուժի (Δp) և ΔpH - ներքին (pH_{in}) և արտաքին (pH_{out}) pH-ի տարբերությունը՝ կախված աճեցման միջավայրի կազմից և վայրի տիպի (H16) և մուտանտ (HF388, HF380, HF371, HF210) շտամներից:

C. necator շտամների ԱԵՖազային ակտիվությունը տարբեր հետերոտրոֆ պայմաններում



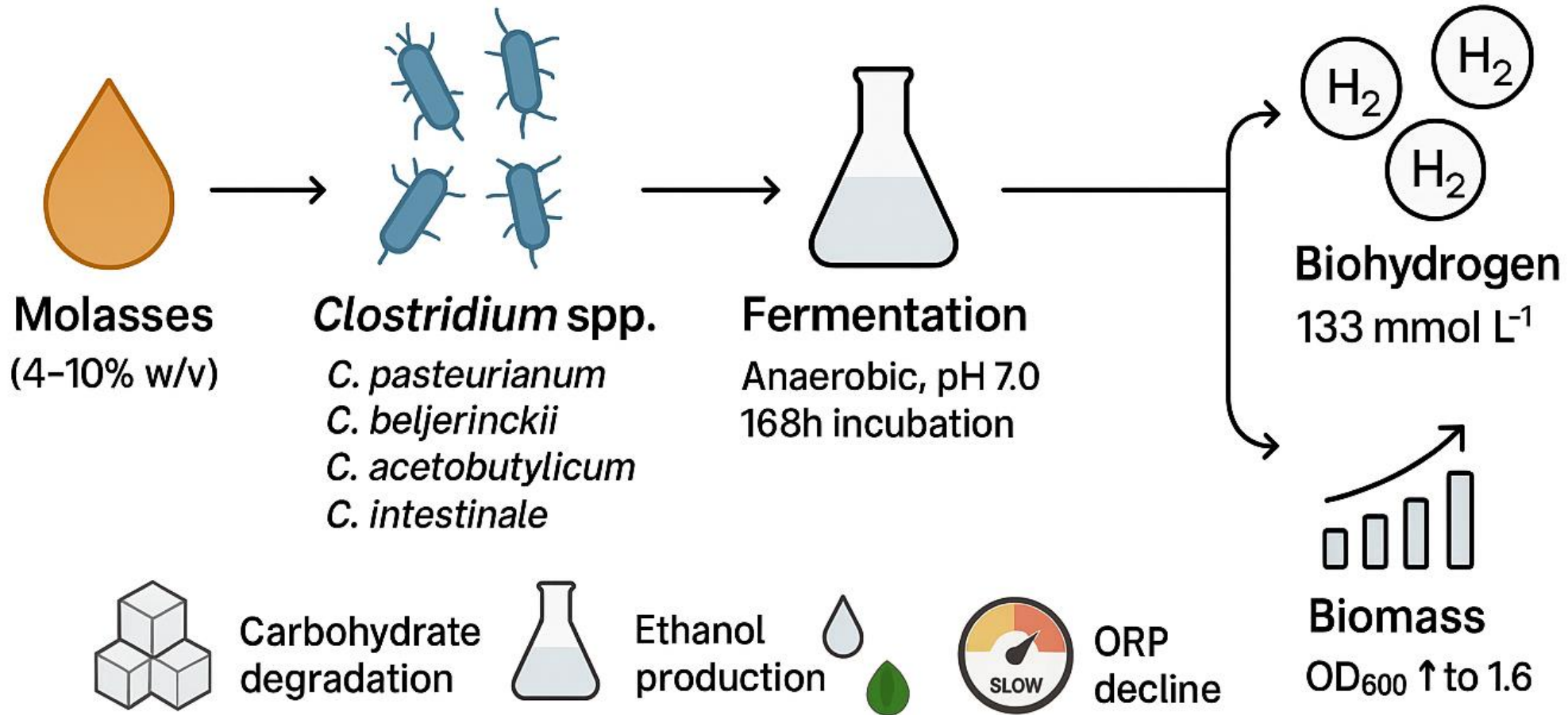
C. necator շտամների (H16, HF388, HF380, HF371, HF210) ընդհանուր և F_0F_1 -ԱԵՖազի ակտիվությունը տարբեր պայմաններում: FN և Gly միջավայրերում բջիջները մշակվել են 24 ժամ 30°C ջերմաստիճանում՝ աերոբ պայմաններում, իսկ GFN և GFN+Gly միջավայրերում՝ 168 ժամ 30°C ջերմաստիճանում՝ միկրոաերոբ պայմաններում: DCCD և K^+ իոնների առկայությունը կամ բացակայությունը նշվում է $\pm$ ($n=5$, $p<0.0001$)-ով:

Cytoplasm



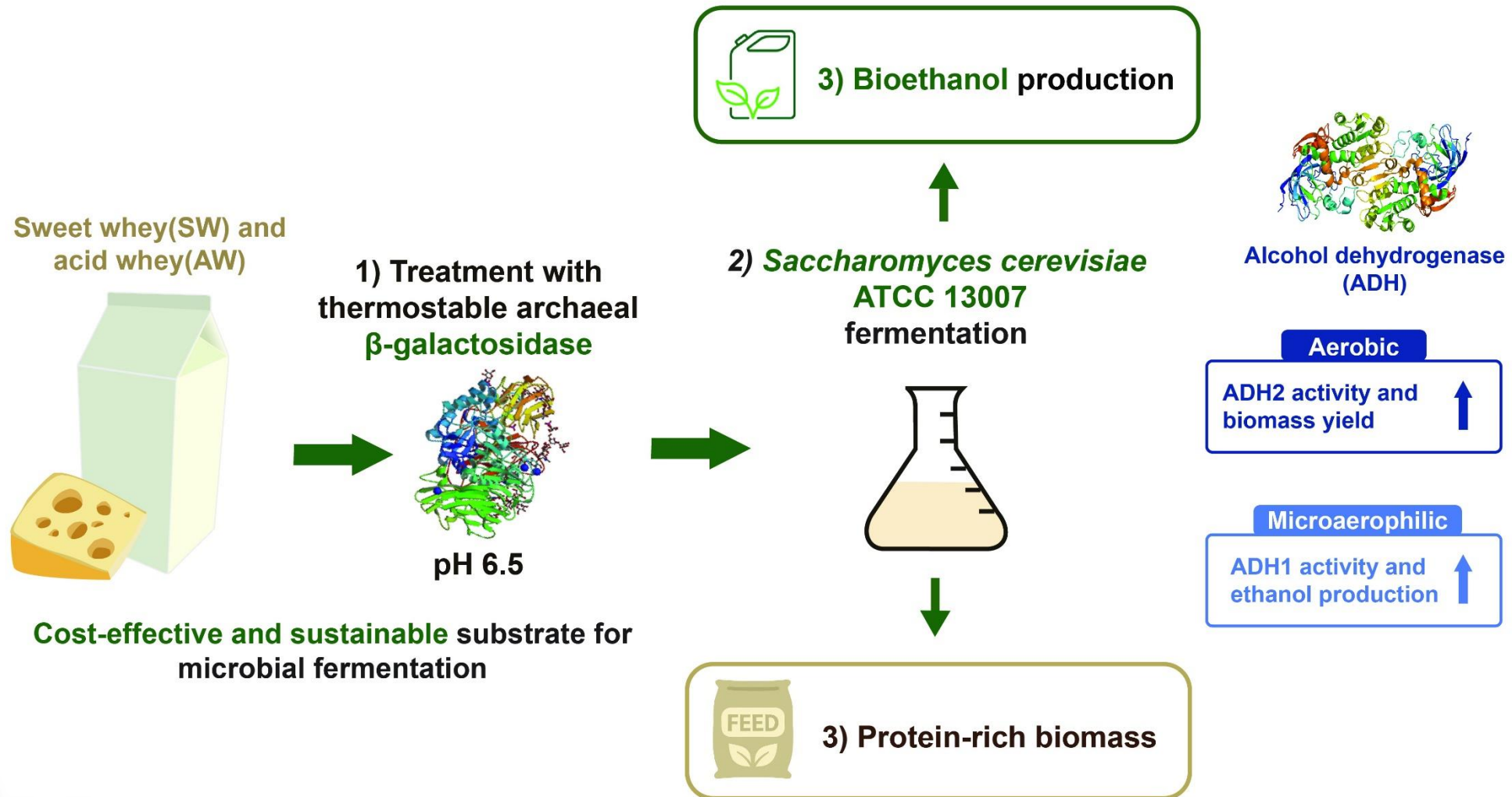
Periplasm

➤ Թափոններից՝ Կենսազանգված, Կենսաջրածին և Կենսաէթանոլ



 **Molasses valorization** → **Renewable energy + Microbial biomass** → **Circular bioeconomy**

Optimized Biomass and Bioethanol Production from Dairy Waste by *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 13007 under Aerobic and Microaerophilic Conditions



- Ամենաբարձր $OD_{600}(2.2)$ և տեսակարար աճի արագություն ($0.4 \pm 0.01 \text{ Ժ}^{-1}$) դիտվել են 2 անգամ նոսրացված կաթնաշոռի թափոնում աերոբ պայմաններում, որը 30-50%-ով ավելի բարձր էր միկրոաերոֆիլ պայմանների համեմատ:
- Սպիտակուլցի քանակը 2 անգամ աճել է 2 շիճուկներում էլ աերոբ աճի ընթացքում:
- Աերոբ պայմաններում սպիտակուլցի առավելագույն քանակը ($\sim 52\%$ ընդհանուր օրգանական ածխածնի) դիտվել է 120-րդ ժամին:
- Էթանոլի առավելագույն արտադրությունը ($97.8 \pm 2.0 \text{ մՄ}$) տեղի է ունեցել 24 ժամվա ընթացքում միկրոաերոֆիլ պայմաններում:
- Աերոբ պայմանները հանգեցրել են ալկոհոլ դեհիդրոգենազային ակտիվության 10 անգամ աճի՝ համեմատած միկրոաերոֆիլ պայմանների հետ:



➤ Նախագծին առնչվող հաշվետվություն

ERC-2025-ADG

Խմբի ղեկավարը դիմել է դրամաշնորհի՝ 2 500 000 եվրո ֆինանսավորման համար:

Title: Transforming Organic Waste into Bioenergy through Redox-Driven Microbial Pathway

Proposal acronym: BioReWa

Proposal ID: 101267747 (internal reference number: SEP-211198453)



Գործուղումներ`

Խմբի անդամները մասնակցել են «Ամերիկյան մանրէաբանական ընկերության» (ASM), 19-23, հունիս, 2025, Լոս Անջելես, ԱՄՆ, «Եվրոպական մանրէաբանական ընկերության» FEMS MICRO, 14-17, հուլիս, 2025, Միլան, Իտալիա, և «Կենսաբանական գիտություններ և բնապահպանական լուծումներ` հանուն կայուն զարգացման նպատակների» 24-26, սպտեմբեր, 2025, Երևան, ՀՀ, գիտաժողովներին: Հանդես են եկել պաստառային և բանավոր զեկույցներով:



Գործընկերոջ այց՝

Գիտական խորհրդատու Գարի Սովերսը սույն թվականի սեպտեմբերի 21–ից 27-ը այցելել է ԵՊՀ:



21AG-1F043 այլ ծախսեր, 2024-25 թթ.

- **840,000 ՀՀ դրամ** ծախսվել է սարքերի ձեռքբերման համար (կշեռք, ջրածնի գեներատոր և այլն):
- **889,000 ՀՀ դրամ**՝ նյութերի ձեռքբերման համար (պետպոն, կալիումի դիհիդրոֆոսֆատ, կալիումի հիդրոֆոսֆատ, եռլորթացախաթթու, ամոնիումի հիդրօքսիդ, ԴՆԹազ և այլն):
- **447,000 ՀՀ դրամ**՝ լաբորատոր պարագաների ձեռքբերման համար (պիպետների ծայրակալներ, փորձանոթներ, ապակե կյուվետներ, մագնիսների հավաքածուներ և այլն):
- **329,000 ՀՀ դրամ** ծախսվել է խմբի երեք անդամների «Ամերիկյան մանրէաբանական ընկերության» (ASM) 2025 թ. հունիսի 19–23-ը Լոս Անջելեսում (ԱՄՆ) կայացած կոնֆերանսի գրանցման վճարի համար:
- **295,000 ՀՀ դրամ**՝ խմբի երկու անդամների «Եվրոպական մանրէաբանական ընկերության» FEMS MICRO 2025 թ. հուլիսի 14–17-ը Միլանում (Իտալիա) կայացած կոնֆերանսին մասնակցության վճարի համար:
- **332,000 ՀՀ դրամ** ծախսվել է գիտական խորհրդատուի ավիատոմսի և գիշերակացի ծախսերի համար:



2024-2025 Հաշվետու ժամանակահատվածում տպագրված հոդվածներ

Հաշվետու ժամանակահատվածում գիտական խորհրդատու Գարի Սոլերսի (Gary Sawers) հետ համատեղ տպագրվել է երկու միջազգային գրախոսվող հոդված:

1. Lilit Grigoryan, Babayan Anush, Vassilian Aanait, Poladyan Anna, Gary Sawers and Karen Trchounian. *Escherichia coli* FocA/B-dependent H⁺ and K⁺ fluxes: Influence of exogenous versus endogenous formate. Biophysical Reports 5, 100225, September 10, 2025. [https://www.cell.com/biophysreports/fulltext/S2667-0747\(25\)00030-8](https://www.cell.com/biophysreports/fulltext/S2667-0747(25)00030-8) (Q1)
2. [Lusine Baghdasaryan](#), [Karen Trchounian](#), [Gary Sawers](#), [Anna Poladyan](#), Redox regulation of hydrogen production in *Escherichia coli* during growth on by-products of the wine industry. Appl Microbiol Biotechnol, 2025, Jun 14; 109(1):146. doi: 10.1007/s00253-025-13535-w. (Q1)
3. Meri Iskandaryan, Lusine Baghdasaryan, Ela Minasyan, Karen Trchounian, Garabed Antranikian, Anna Poladyan. A novel, cost-effective approach for the production of hydrogenase enzymes and molecular hydrogen from recycled whey-based by-products. [International Journal of Hydrogen Energy](#), 2025, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.10.256>. (Q1)



Թեզիսներ

1. Poladyan Anna, Iskandaryan Meri. Glycine-Induced Hydrogenase Activation in *Cupriavidus necator* H16 under Microaerobic Conditions, ASM Los Angeles, June 19-23, 2025.
2. Avetisyan Rima, Trchounian Karen, Poladyan Anna. Utilization of Spent Coffee Grounds for Growth and Hydrogen Production by *Clostridium* Species: Sustainable Bioenergy Approach. ASM Los Angeles, June 19-23, 2025.
3. Iskandaryan Meri, Mnatsakanian Liana, Poladyan Anna. The Impact of Hydrogenases in Cell Bioenergetic parameters of *Cupriavidus necator* under Different Heterotrophic Growth Conditions, ASM Los Angeles, June 19-23, 2025.
4. Baghdasaryan Lusine, Karapetyan Ofelya, Asatryan Tatev, Poladyan Anna. Enhanced Hydrogenase Activity in *Cupriavidus necator* H16 Through the Utilization of Recycled Whey as a Substrate, FEMS congress, Italy, Milan, July 14-17, 2025.
5. Karapetyan Ofelya, Poladyan Anna. Enhanced Hydrogenase Activity in *Cupriavidus necator* H16 Cultivated on a Mixture of Whey and Glycerol under Microaerophilic Conditions, FEMS congress, Italy, Milan, July 14-17, 2025.

1. Anikyan Liana, Trchounian Karen, Poladyan Anna. Biomass and bioethanol production from dairy waste by *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 13007, FEMS congress, Italy, Milan, July 14-17, 2025.
2. Avetisyan Rima, Trchounian Karen, Poladyan Anna. Fermentation of Molasses by *Clostridium* spp. for Biohydrogen and Biomass Production: A Step Toward Renewable Energy and Circular Bioeconomy. "Biological Sciences and Environmental Solutions for the Achievement of Sustainable Development Goals (SDGs)", Yerevan, Armenia, 24-26 September. DOI: 10.46991/JISEES.2025.SI1.124
3. Baghdasaryan Lusine, Poladyan Anna. The Role of Hydrogenases and FoF₁-ATPase in Electricity Generation in an H₂-Based Bioelectrochemical System. "Biological Sciences and Environmental Solutions for the Achievement of Sustainable Development Goals (SDGs)", Yerevan, Armenia, 24-26 September. DOI: 10.46991/JISEES.2025.SI1.128
4. Arshakyan Ruzanna, Iskandaryan Meri, Poladyan Anna. The impact of proton motive force on energy metabolism and Hydrogenase activity of *Cupriavidus necator* H16. "Biological Sciences and Environmental Solutions for the Achievement of Sustainable Development Goals (SDGs)", Yerevan, Armenia, 24-26 September. DOI: 10.46991/JISEES.2025.SI1.189
5. Karapetyan Ofelya, Poladyan Anna. Redox Regulation of Hydrogenase Activity and Polyhydroxyalkanoate Production in *Cupriavidus necator* H16 Cultivated on Dairy Industry Sidestreams. "Biological Sciences and Environmental Solutions for the Achievement of Sustainable Development Goals (SDGs)", Yerevan, Armenia, 24-26 September. DOI:10.46991/JISEES.2025.SI1.127





**AMERICAN
SOCIETY FOR
MICROBIOLOGY**



**Exploring the word of microbes
17-19, September, 2025, YSU**













ՀՀ ԿԳՄՄՆ

Գիտության կոմիտե



Ճնորհակալություն ուշադրության համար