



ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
YEREVAN STATE UNIVERSITY

СТУДЕНЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО
STUDENT SCIENTIFIC SOCIETY

ISSN 1829-4367

СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ СНО ЕГУ

COLLECTION OF SCIENTIFIC ARTICLES OF YSU SSS

1.1 (27)

Естественные и физико-математические науки

(География и геология, информатика и прикладная математика,
биология, химия, фармацевтика, физика и радиофизика)

Natural and Physical-Mathematical Sciences

(Geography and Geology, Informatics and Applied Mathematics,
Biology, Chemistry, Pharmacy, Physics and Radiophysics)

ЕРЕВАН - YEREVAN
ИЗДАТЕЛЬСТВО ЕГУ - YSU PRESS
2019

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ
ՈՒՍԱՆՈՂԱԿԱՆ ԳԻՏԱԿԱՆ
ԸՆԿԵՐՈՒԹՅՈՒՆ

ISSN 1829-4367

ԵՊՀ ՈՒԳԸ ԳԻՏԱԿԱՆ ՀՈԴՎԱԾՆԵՐԻ ԺՈՂՈՎԱԾՈՒ

1.1 (27)

Բնական և ֆիզիկամաթեմատիկական գիտություններ

(աշխարհագրություն և երկրաբանություն, ինֆորմատիկա և կիրառական
մաթեմատիկա, կենսաբանություն, քիմիա, ֆարմացիա, ֆիզիկա և ռադիոֆիզիկա)

ԵՐԵՎԱՆ
ԵՊՀ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ
2019

Հրատարակվում է ԵՊՀ գիտական խորհրդի որոշմամբ
Издаётся по решению Ученого совета ЕГУ
Published by the resolution of the Academic Council of YSU

Խմբագրական խորհուրդ՝

ա.գ.դ., պրոֆ. Թ. Վարդանյան
կ.գ.դ., պրոֆ. Լ. Նավասարդյան
ֆ.մ.գ.դ., պրոֆ. Ռ. Ալավերդյան
ֆ.բ.գ.դ., դոց. Ա. Բալաբեկյան
ֆ.մ.գ.դ., դոց. Ե. Մամասախլիսով
ֆ.մ.գ.դ., դոց. Տ. Հակոբյան
ա.գ.թ., դոց. Ս. Սուվարյան
ա.գ.թ., դոց. Գ. Ալեքսանյան
Ե.գ.թ., դոց. Մ. Գրիգորյան
կ.գ.թ., դոց. Հ. Փանոսյան
տ.գ.թ., դոց. Հ. Հարոյան
ֆ.մ.գ.թ., դոց. Ս. Մխիթարյան
ք.գ.թ., դոց. Ի. Ալեքսանյան
ք.գ.թ., դոց. Ա. Մարտիրոսյան
ֆ.մ.գ.թ., ասիստ. Ա. Մանասեյան
ֆ.մ.գ.թ., ասիստ. Ա. Վարդանյան
ֆ.մ.գ.թ. Մ. Ալեքսանյան
ֆ.մ.գ.թ. Տ. Աբրահամյան

Редакционная коллегия:

д.г.н., проф. Т. Ваданян
д.б.н., проф. Л. Навасардян
д.ф.м.н., проф. Р. Алавердян
д.ф.м.н., доц. А. Балабекян
д.ф.м.н., доц. Е. Мамасакхлисов
д.ф.м.н., доц. Т. Акобян
к.г.н., доц. С. Суварян
к.г.н., доц. Г. Алексанян
к.г.н., доц. М. Григорян
к.б.н., доц. О. Паносян
к.т.н., доц. О. Ароян
к.ф.м.н., доц. С. Мхитарян
к.х.н., доц. И. Алексанян
к.х.н., доц. А. Мартирян
к.ф.м.н., ассист. А. Манаселян
к.ф.м.н., ассист. А. Ваданян
к.ф.м.н. М. Алексанян
к.ф.м.н. Т. Абрамян

Editorial Board

DSc, Prof. T. Vardanyan
DSc, Prof. L. Navasardyan
DSc, Prof. R. Alaverdyan
DSc, Associate Prof. A. Balabekyan
DSc, Associate Prof. Y. Mamasakhlishov
DSc, Associate Prof. T. Hakobyan
PhD, Associate Prof. S. Suvaryan
PhD, Associate Prof. G. Aleksanyan
PhD, Associate Prof. M. Grigoryan
PhD, Associate Prof. H. Panosyan
PhD, Associate Prof. H. Haroyan
PhD, Associate Prof. S. Mkhitaryan
PhD, Associate Prof. I. Aleksanyan
PhD, Associate Prof. A. Martiryan
PhD, Assistant Prof. A. Manaselyan
PhD, Assistant Prof. A. Vardanyan
PhD M. Aleksanyan
PhD T. Abrahamyan

Հրատարակիչ՝ ԵՊՀ հրատարակչություն
Հասցե՝ ՀՀ, ք. Երևան, Ալ. Մանուկյան 1, (+374 10) 55 55 70, publishing@ysu.am

Հրատարակության նախապատրաստող ստորաբաժանում՝ ԵՊՀ ՈՒԳԸ
Հասցե՝ ՀՀ, ք. Երևան, Ալ. Մանուկյան 1, (+374 60) 71 01 94,
Էլ. փոստ՝ sss@ysu.am
ԵՊՀ ՈՒԳԸ հրատարակումների կայք՝ www.ssspub.y-su.am.

**ՄԹՆԱՅԻՆ ԵՎ ԼՈՒՍԱՅԻՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ՀԱՄԱԿՑՄԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ
ԿԱՆԱՋ ՄԻԿՐՈՋՐԻՄՈՒՄ *Parachlorella kessleri*-Ի H₂-Ի ԵԼՔԻ ՎՐԱ**

Կանաչ միկրոջրիմուռները կենսատեխնոլոգիայի հեռանկարային օբյեկտներից են: Դրանք բնութագրվում են նյութափոխանակության բարձր ճկունությամբ և ունակ են սթրեսային որոշակի պայմաններում բջջում հակաօքսիդանտային ակտիվությամբ օժտված տարբեր միացություններ կուտակել՝ կարոտինոիդներ, տոկոֆերոլներ, վիտամիններ և այլն [1]: Կանաչ միկրոջրիմուռները որպես հումք կիրառվում են տնտեսության տարբեր բնագավառներում՝ սննդաարդյունաբերությունում, դեղագործության ու գյուղատնտեսության մեջ, ինչպես նաև՝ կոսմետոլոգիայում:

Որոշ կանաչ միկրոջրիմուռներ ֆոտոսինթեզի ընթացքում ունակ են նաև կենսաջրածին (H₂) արտադրել՝ օգտագործելով լույսը որպես էներգիայի աղբյուր [2, 1, 3]: H₂O-ի ֆոտոճեղքման ժամանակ առաջացած էլեկտրոններն, անցնելով ֆոտոսինթեզային էլեկտրոն փոխադրող շղթա, կարող են կապվել H₂-ի արտադրության համար պատասխանատու ֆերմենտի՝ հիդրոգենազի հետ, ինչի հետևանքով առաջանում է H₂ [2]:

Ներկայումս միկրոջրիմուռներում H₂-ի արտադրությունը մեծ հետաքրքրություն է ներկայացնում մի շարք առավելությունների շնորհիվ, օրինակ՝ բնական ծագման, արևի էներգիայի ու սուբստրատի՝ ջրի, վերականգնվելու ունակությունների, ինչպես նաև ոչ թունավոր ելանյութի՝ O₂-ի առկայության շնորհիվ [2, 1]: H₂-ի էներգետիկայի կարևոր ասպեկտներից է H₂ արտադրող օրգանիզմների և H₂-ի բարձր ելքն ապահովող պայմանների ընտրությունը: Այդ առումով Հայաստանում մեկուսացված կանաչ միկրոջրիմուռ *Parachlorella kessleri*-ի կիրառումը կարևոր է՝ որպես նոր մոտեցում H₂-ի տեխնոլոգիայի զարգացման համար:

Լույսը ֆոտոտրոֆների աճը կարգավորող և H₂-ի արտադրությունը ապահովող կարևոր գործոններից է: Լույսի բավարար ինտենսիվությունը ֆոտոսինթեզի ընթացքում էլեկտրոնների տեղափոխման ժամանակ ապահովում է վերականգնված համարժեքներ և ԱԵՖ՝ նպաստելով H₂-ի արտադրությանը [4, 5]:

Սակայն մթնային և լուսային պայմանների համակցման դերը կանաչ ջրիմուռներում H₂-ի արտադրության գործընթացում դեռևս ուսումնասիրված չէ: Տվյալ փուլերի համակցումը կարող է ձևափոխել ֆոտոտրոֆների նյութափոխանակությունը և ազդել H₂-ի ելքի վրա:

Սույն աշխատանքում հետազոտվել է կանաչ միկրոջրիմուռ *P. kessleri*-ում H₂-ի արտադրությունը մթնային և լուսային փուլերի համակցման պայմաններում:

Հետազոտման օբյեկտը և մեթոդները: Որպես հետազոտման օբյեկտ ծառայել է կանաչ միկրոջրիմուռ *P. kessleri* RA-002: Այն աճեցվել է Տամիայի հեղուկ սննդամիջավայրում աերոբ պայմաններում՝ 100 պ/ր արագությամբ թափահարմամբ, 25 °C ջերմաստիճանի, pH 7.5 և 2000 լյուքս լուսավորության ներքո:

H₂-ի արտադրության ուսումնասիրման համար ջրիմուռը աճման ստացիոնար փուլում ցենտրիֆուգվել է 2000 պ/ր արագությամբ, տեղափոխվել Տրիսացետատ բուֆերային (TAP) միջավայր (անաերոբ պայմաններ, pH 7.5): Որպես ածխածնի աղբյուրներ օգտագործվել են ացետատը, ֆրուկտոզը և գլյուկոզը՝ 1 գ/լ կոնցենտրացիայով:

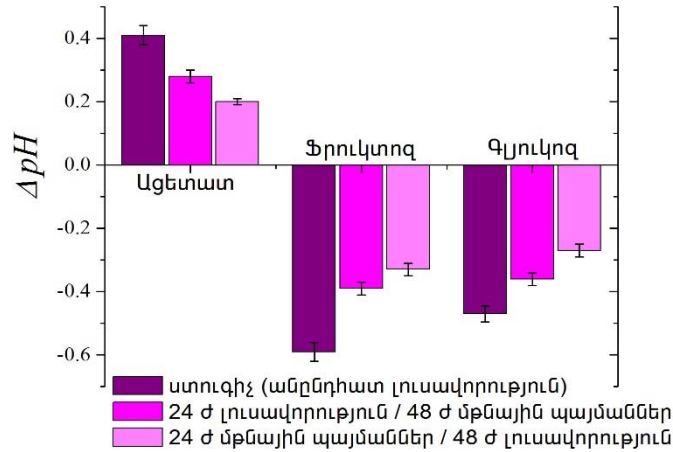
P. kessleri-ի աճին հետևել ենք 680 նմ (ՕԽ₆₈₀) երկարության լույսի ալիքի տակ կախույթի օպտիկական խտության չափման միջոցով Spectro SP-2000 (Hinotek, China) սպեկտրոֆոտոմետրի օգնությամբ [7]:

Միջավայրի pH-ը որոշվել է pH-մետրի (pH 302, Hanna Instruments, Պորտուգալիա) օգնությամբ և կարգավորվել 0.1 Մ NaOH-ով: Աճման միջավայրի pH-ը պահպանվել է 7.5-ի սահմանում [6]: Միջավայրի ՕՎՊ-ն որոշվել է են ՅՊՅ-01 տեսակի պլատինե ապակյա էլեկտրոդի (Գոմելի չափիչ սարքերի գործարան, Բելառուս) միջոցով [6]: Պլատինե էլեկտրոդի գրանցած ՕՎՊ-ի անկման կայունացումից հետո որոշվել է H₂-ի ելքը (հաշվարկվել է ըստ ՕՎՊ-ի մեծության, և արտահայտվել է մմոլ/լ) [6, 7]:

Հետազոտությունների արդյունքները. *P. kessleri*-ի միջավայրի pH-ի և ՕՎՊ-ի փոփոխությունները մթնային և լուսային փուլերի համակցման պայմաններում:

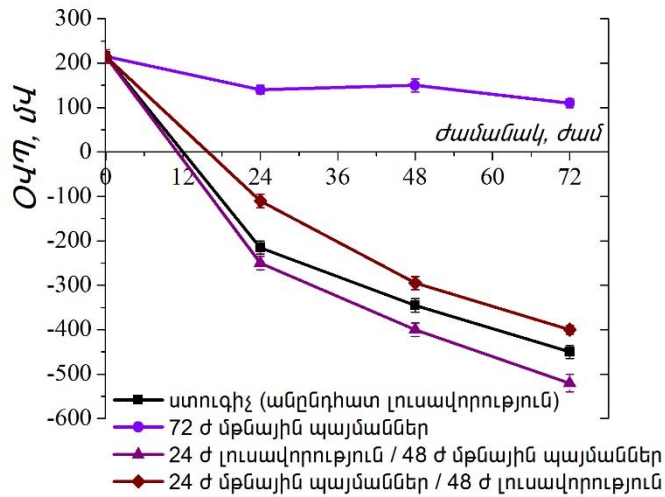
Տվյալ աշխատանքում հետազոտվել է կանաչ միկրոջրիմուռ *P. kessleri*-ում միջավայրի pH-ի և ՕՎՊ-ի փոփոխությունները մթնային և լուսային փուլերի համակցման պայմաններում: Այդ նպատակով կիրառվել են համակցման չորս պայմաններ՝ 1-ին կուլտուրան լուսավորվել է աճման ամբողջ ընթացքում, 2-րդը գտնվել է մթնային պայմաններում, 3-րդ կուլտուրան լուսավորվել է 24 ժ ընթացքում, ապա տեղափոխվել մթության մեջ, իսկ 4-րդ կուլտուրան լուսավորվել է 24 ժ մթնային փուլից հետո:

pH-ը և ՕՎՊ-ն մանրէների աճման միջավայրի կարևոր չափանիշներից են. Դրանք կարող են ազդել ինչպես H₂ արտադրող ֆերմենտների ակտիվության վրա, այնպես էլ՝ H₂-ի նյութափոխանակային ուղիների [4, 5]: Ացետատի առկայությամբ *P. kessleri*-ի միջավայրի pH-ն անաերոբ պայմաններում աճման ընթացքում (մինչև 72 ժ) աճում է 7.5-ից մինչև 8.0 (Նկար 1): Սակայն ածխածնի մյուս երկու աղբյուրների առկայությամբ դիտվում է pH-ի նվազում մինչև 7.0, որը կարող է պայմանավորված լինել նյութափոխանակության տարբեր արգասիքների առաջացմամբ (Նկար 1): Հատկանշական է, որ մթնային ու լուսային փուլերի համակցման դեպքում pH-ի աճն ավելի փոքր է, իսկ մթության պայմաններում pH-ի արժեքը գրեթե չի փոխվում:



Նկար 1. Մթնային և լուսային փուլերի համակցման ազդեցությունը ածխածնի տարբեր աղբյուրների առկայությամբ աճեցված *P. kessleri*-ի միջավայրի pH-ի փոփոխության վրա (Δ pH-ը որոշվել է ըստ սկզբնական և 72 ժ ընթացքում աճեցված կուլտուրայի pH-ի տարբերության):

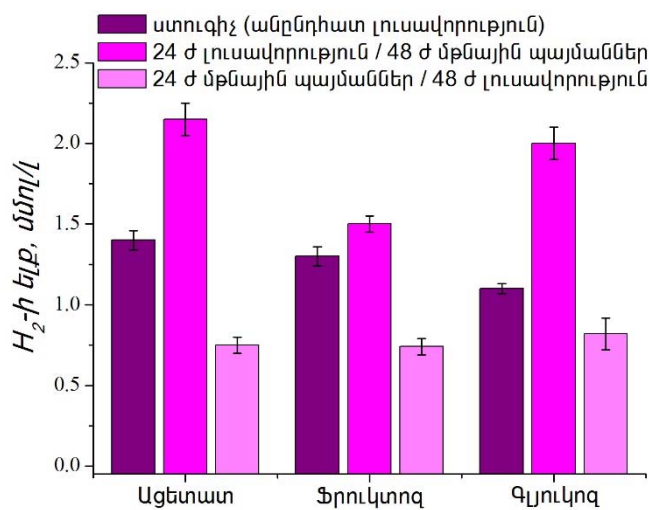
Ածխածնի օրգանական տարբեր աղբյուրները և մթնային ու լուսային փուլերի համակցումը տարբեր կերպ են ազդում *P. kessleri*-ի միջավայրի ՕՎՊ-ի վրա (Նկար 2): Գլյուկոզի առկայությամբ 72 ժամ անընդհատ լուսավորության պայմաններում աճեցված *P. kessleri*-ի ՕՎՊ-ն աստիճանաբար նվազել է մինչև -450 ± 15 մՎ (Նկար 2): ՕՎՊ-ի նման անկումը վկայում է վերականգնողական գործընթացների խթանման մասին (բնութագրում են ջրիմուռների նյութափոխանակությունը անաէրոբ պայմաններում և H_2 -ի արտադրությունը): 72 ժամ մթնային պայմաններում գտնվող *P. kessleri*-ի միջավայրի ՕՎՊ գրեթե չի փոխվել, այն նվազել է մինչև 110 ± 10 մՎ (Նկար 2): Լուսավորության 24 ժամից հետո մթնային մեջ տեղափոխված միկրոօրգանիզմների ՕՎՊ-ի նվազել մինչև -520 ± 20 մՎ (Նկար 2): ՕՎՊ-ի այսպիսի փոփոխությունը կապված է թթվածնի արտադրության նվազման և ջրածնի արտադրության խթանման հետ: Սակայն, երբ 24 ժամ մթնային մեջ պահվելուց հետո *P. kessleri*-ն տեղափոխվել է լույսի ներքո, ՕՎՊ-ի արժեքը կազմել է -400 ± 10 մՎ (Նկար 2):



Նկար 2. Մթնային և լուսային փուլերի համակցման ազդեցությունը *P. kessleri*-ի ՕՎՊ-ի փոփոխության վրա (գլյուկոզի առկայությամբ)

***P. kessleri*-ում H_2 -ի ելքը մթնային և լուսային փուլերի համակցման պայմաններում:** Ինչպես հայտնի է, կանաչ ջրիմուռները H_2 են արտադրում ֆոտոսինթեզի ընթացքում՝ օգտագործելով լույսը որպես էներգիայի աղբյուր [2, 1, 3]:

Ինչպես երևում է նկար 3-ից, *P. kessleri*-ում ածխածնի բոլոր աղբյուրների առկայությամբ 72 ժամ անընդհատ լուսավորության պայմաններում դիտվել է H_2 -ի արտադրություն: Սակայն, երբ *P. kessleri*-ն տեղափոխվել է մթության մեջ 24 ժամ լուսավորությունից հետո, H_2 -ի ելքը 1.5 անգամ գերազանցել է անընդհատ լուսավորության պայմաններում գտնվող միկրոջրիմուռում H_2 -ի արտադրությանը (Նկար 3), ինչը կարող է պայմանավորված լինել Fe-հիդրոգենազի սինթեզի խթանմամբ, որը տեղի է ունենում անաերոբ մթնային պայմաններում:



Նկար 3. Մթնային և լուսային փուլերի համակցման ազդեցությունը ածխածնի տարբեր աղբյուրների առկայությամբ աճեցված *P. kessleri*-ի H_2 -ի ելքը վրա

Երբ միկրոջրհմուռը լուսավորվել է 24 ժամ մթնային փուլից հետո, H₂-ի ելքն անընդհատ լուսավորության պայմաններում գտնվող *P. kessleri*-ի համեմատությամբ նվազել է մոտ երկու անգամ, ինչը կարող է պայմանավորված լինել լույսի ներքո ընթացող ֆոտոսինթեզի ժամանակ O₂-ի սինթեզով, որն արգելակում է հիդրոգենազային ակտիվությունը (Նկար 3): Մթության մեջ պահվող միկրոջրհմուռում H₂-ի արտադրություն տեղի չի ունեցել, ինչը վկայում է տվյալ գործընթացում ֆոտոսինթեզային համակարգի դերի մասին (Նկար 3):

Այսպիսով, ստացվել են փորձարարական նոր տվյալներ, որոնք կնպաստեն կանաչ միկրոջրհմուռներում H₂-ի բարձր ելք ապահովող լուսավորության օպտիմալ պայմանների ընտրությանը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- [1] **Skjånes K., Rebours S., Lindblad P.**, Potential for Green Microalgae to Produce Hydrogen, Pharmaceuticals and Other High Value Products in a Combined Process. *Crit Rev Biotechnol* 2013, 33, pp. 172–215.
- [2] **Золотарева Е. К., Шнюкова Е. И., Подорванов В. В.**, Микроводоросли как продуценты водорода. *Альгология*, 2010, т. 20, № 2, сс. 224–49.
- [3] **Sharma A., Arya K. S.**, Hydrogen from Algal Biomass: A Review of Production process. *Biotechnol Reports* 2017, 15, pp. 63–9.
- [4] **Wang J., Wan W.**, Factors Influencing Fermentative Hydrogen Production. *Int J Hydrogen Energy* 2009, 34, pp. 799–811.
- [5] **Sargsyan H., Gabrielyan L., Hakobyan L., Trchounian A.**, Light-Dark Duration Alternation Effects on *Rhodobacter sphaeroides* Growth, Membrane Properties and Bio-Hydrogen Production in Batch Culture. *Int J Hydrogen Energy*, 2015, 40, pp. 4084–91.
- [6] **Թռչունյան Ա., Բաղրամյան Կ., Փոլադյան Ա., Գաբրիելյան Լ.** Կենսաբանական թաղանթների կենսաֆիզիկա, կենսաէներգետիկա և կենսաքիմիա, ԵՊՀ հրատարակչություն, 2012, 128 էջ:
- [7] **Gabrielyan L., Hakobyan L., Trchounian A.**, Characterization of Light-Dependent Hydrogen Production by New Green Microalga *Parachlorella kessleri* in Various Conditions. *J Photochem Photobiol B: Biology* 2017, 175, pp. 207–10.

Մանոյան Ջեմմա

**ՄԹՆԱՅԻՆ ԵՎ ԼՈՒՍԱՅԻՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ՀԱՄԱԿՑՄԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ
ԿԱՆԱԶ ՄԻԿՐՈՋՐԻՄՈՒՌ *Parachlorella kessleri*-Ի H₂-Ի ԵԼՔԻ ՎՐԱ
Բանալի բառեր՝ *Parachlorella kessleri*, մթնային և լուսային պայմանների
համակցում, կենսաջրածին:**

Ուսումնասիրվել է մթնային և լուսային պայմանների համակցման ազդեցությունը կանաչ միկրոջրիմուռ *Parachlorella kessleri*-ում H₂-ի արտադրության վրա: Ցույց է տրվել, որ երբ *P. kessleri*-ին տեղափոխվել է մթնային մեջ 24 ժ լուսավորությունից հետո, H₂-ի ելքն աճել է 1.5 անգամ անընդհատ լուսավորության պայմաններում գտնվող միկրոջրիմուռի համեմատությամբ, ինչը կարող է պայմանավորված լինել Fe-հիդրոգենազի ակտիվացմամբ և անաերոբ պայմանների ստեղծմամբ:

Маноян Джемма

**ВЛИЯНИЕ ЧЕРЕДОВАНИЯ УСЛОВИЙ ОСВЕЩЕНИЯ И ТЕМНОТЫ НА ВЫХОД H₂ В
ЗЕЛЕННОЙ МИКРОВОДОРОСЛИ *Parachlorella kessleri***

Ключевые слова: *Parachlorella kessleri*, чередование условий освещения и темноты, биоводород.

Исследовано показало влияние чередования условий освещения и темноты на выделение H₂ зеленой микроводорослью *Parachlorella kessleri*. Было показано, что в темноте выход H₂ в *P. kessleri* (после нахождения в световых условиях в течение 24 ч) увеличивался в 1.5 раза по сравнению с непрерывно освещаемой микроводорослью, что может быть связано с активацией Fe-гидрогеназы и созданием анаэробных условий.

Manoyan Jemma

**THE EFFECT OF ALTERNATION OF LIGHTING AND DARKNESS CONDITIONS ON H₂
YIELD IN GREEN MICROALGAE *Parachlorella kessleri***

Key words: *Parachlorella kessleri*, alternation of lighting and darkness conditions, biohydrogen.

The effect of alternation of lighting and darkness conditions on H₂ production by green microalgae *Parachlorella kessleri* has been studied in the article. It has been shown that the yield of H₂ in *P. kessleri* was enhanced 1.5 fold during the dark incubation of algae after pre-illumination during 24 h, in comparison with continuously illuminated microalgae; which is possible due the activation of Fe-hydrogenase and the creation of anaerobic conditions.