Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա
Национальная Академия Наук Армении
National Academy of Sciences of Armenia

Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Биологический Журнал Армении
Biological Journal of Armenia

•Փորձարարական և տեսական հոդվածներ •Экспериментальные и теоретические статьи•
•Experimental and theoretical articles•

Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4(70), 2018

PARACHLORELLA KESSLERI ԿԱՆԱՉ ՄԻԱԲՋԻՋ ՋՐԻՄՈՒՌԻ ՈՐՈՇ ԱՐՏԱԴՐՈՂԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԲՆՈՒԹԱԳՐՈՒՄԸ

Ն.Ք. ՔԱԼԱՆԹԱՐՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ «Հայկենսատեխնոլոգիա» գիտաարտադրական կենտրոն,
Այլընտրանքային էներգիայի աղբյուրների լաբորատորիա
narine_kalantaryan@yahoo.com

Ինտենսիվ կուլտիվացման պայմաններում ստացվել են *Parachlorella kessleri* կանաչ միաբջիջ ջրիմուռի կենսազանգվածի նշանակալի քանակներ: Ուսումնասիրվել է ստացված կենսազանգվածի քիմիական բաղադրությունը: Կելդալի մոդիֆիկացված մեթոդով որոշվել է սպիտակուցների ընդհանուր քանակությունը, այն կազմել է չոր քաշի 43,3 %:

ԳՔ անալիզի եղանակով ուսումնասիրվել է ճարպաթթուների որակական և քանակական բաղադրությունը: Ցույց է տրվել, որ միկրոջրիմուռի կենսազանգվածն ըստ չոր քաշի պարունակում է 6,8 % ճարպաթթուներ, որոնցից 26,6 %-ը հագեցած ճարպաթթուներ են, 59,9 %-ը՝ չհագեցած, իսկ 5,0 %-ը՝ անհայտ ճարպաթթուներ: ԲԱՀՔ անալիզի եղանակով որոշվել է ածխաջրերի ընդհանուր քանակությունը. 32,04 %՝ չոր քաշի հաշվով: Իրականացվել է դրանց նույնականացում, որոշվել են հիմնական բազմաշաքարների քանակները, այդ թվում՝ 23,0 % գլյուկան, 30,0 % արաբինան, 24,0 % քսիլան և 23,0 % լիգնին:

Սպեկտրոֆոտոմետրիկ եղանակով որոշվել է քլորոֆիլ *a*-ի և *b*-ի պարունակությունը՝ համապատասխանաբար՝ 12,7 և 5,7 մգ/գ՝ չոր քաշի հաշվով:

Միկրոջրիմուռ – Parachlorella kessleri – ֆիզիկաքիմիական անալիզ

В условиях интенсивного культивирования получены значительные количества биомассы зеленой одноклеточной микроводоросли *Parachlorella kessleri*. Был исследован химический состав полученной биомассы. Модифицированным методом Кельдаля определено общее количество белка – 43,3 % на сухой вес.

Методом ГХ-анализа изучен качественный и количественный состав жирных кислот. Показано, что сухая биомасса микроводоросли содержит 6,8 % жирных кислот на сухой вес, в том числе насыщенных – 26,6 %, ненасыщенных – 59,9 %, не идентифицированных – 5,0 %. Методом ВЭЖХ-анализа определено общее количество углеводов - 32,0 % на сухой вес. Выполнена их идентификация, определены количества основных полисахаридов, включая глюкан – 23,0 %, арабинан – 30,0 %, ксилан – 24,0 % и лигнин – 23,0 %.

Спектрофотометрическим методом определено содержание хлорофилла *a* и *b*, соответственно 12,7 и 5,7 мг/г биомассы на сухой вес.

Микроводоросли – Parachlorella kessleri – биомасса – физико-химический анализ

Significant amount of biomass of the green unicellular microalgae *Parachlorella kessleri* under conditions of intensive cultivation were obtained. The chemical composition of the obtained biomass was investigated. The total protein amount (43,3% in dry weight) was determined by the modified Kjeldahl method.

The qualitative and quantitative composition of fatty acids was studied by the method of GC-analysis. The results have shown that the dry biomass of microalgae contains 6.8 % of fatty acids in dry weight, including saturated – 26,6 %, non-saturated – 59,9 % and non-identified – 5,0 %. The total amount of carbohydrates (32,04 % in dry weight) was determined by HPLC analysis.

They were identified, the amount of basic polysaccharides were determined, including glucans – 23,0 %, arabinan – 30,0 %, xylan – 24,0 %, and lignin – 23,0 %.

The content of chlorophyll *a* and *b* was determined spectrophotometrically and composed 12,7 and 5,7 mg/g dry biomass, respectively.

Microalgae – *Parachlorella kessleri* – biomass – physical and chemical analysis

Միկրոջրիմուռների կենսազանգվածի քիմիական բաղադրությունը թույլ է տալիս օգտագործել դրանք մի շարք արժեքավոր, առևտրային տեսանկյունից կարևոր նյութերի՝ սպիտակուցների, ածխաջրերի, լիպիդների, վիտամինների, հակաօքսիդանտների, ամինաթթուների, միկրո- և մակրոէլեմենտների կենսաբանորեն մատչելի ձևերի, ինչպես նաև կենսագազի, ջրածնի, կենսաէթանոլի, կենսադիզելի, պոլիչհագեցած ճարպաթթուների և այլ նյութերի ստացման համար [2; 6; 10; 11; 18]: Միկրոջրիմուռների կուլտիվացման պայմանները փոփոխելով, կարելի է ստանալ կենսաբանորեն ակտիվ նյութերի տրված պարունակությամբ կենսազանգված [3]: Ընդ որում, բավականին արդիական է հանդիսանում բջիջների կենսազանգվածի կուտակման և դրանց կենսաօրգանական բաղադրության վրա ազդող աբիոտիկ գործոնների խիստ պահպանումը (կուլտիվացման ջերմաստիճան, լուսավորության ինտենսիվություն, սննդամիջավայրի բաղադրություն և այլն): Այսպես, Converti-ի *et al*., 2009 կարծիքով կուլտիվացման ջերմաստիճանի նվազեցնելը 30^0-ից մինչև 25^0C և սննդամիջավայրի մեջ 0,75 գ/լ նատրիումի նիտրատի ավելացնելը գործնականում չի ազդում *Chlorella vulgaris* միկրոջրիմուռի բջիջների աճի արագության վրա, սակայն բերում է լիպիդների ելքի ավելացման՝ օրական 8 մգ/լ-ից մինչև 20 մգ/լ [8]: Ակնառու է, որ կենսազանգվածի բաղադրության մեջ լիպիդների պարունակության ավելացումը բերելու է այլ կենսօրգանական միացությունների մասնաբաժնի փոփոխման: Այսպիսով, ֆոտոկենսառեակտորներում միկրոջրիմուռների նպատակաուղղված աճեցման դեպքում կարելի է հասնել ցանկալի կենսաքիմիական բաղադրությամբ բջիջների ուղղորդված ստացման:

Միկրոջրիմուռների արագ աճող արտադրիչ շտամների ընտրությունն ունի սկզբունքային նշանակություն՝ կենսազանգվածից ցածր ինքնարժեքով նյութերի ստացման առումով: Բացի դրանից, միկրոջրիմուռների արտադրական կուլտիվացման պայմաններում աճի արագ տեմպերը նվազեցնում են մանրէաբանական աղտոտվածության վտանգը:

Chlorellaceae ընտանիքի միկրոջրիմուռները, որոնք բնակվում են գլխավորապես բնական քաղցրահամ ջրերում, համարվում են առավել արտադրողական տեսակներ [16]: Սա միկրոջրիմուռների ընտանիք է, որը ներկայացված է լայնորեն հայտնի և մանրամասն ուսումնասիրված *Chlorella, Parachlorella, Nannochloris* և այլ ցեղերով [17], ինչն անկասկած առավելություն է արդյու-նաբերության մեջ դրանց կիրառման տեսանկյունից: Կենսազանգվածի բարձր արտադրողականության հետ մեկտեղ, այդ բջիջները, շնորհիվ մետաբոլիզմի յուրահատկությունների, օժտված են բացառիկ հարմարվողականությամբ շրջակա միջավայրի պայմանների փոփոխման նկատմամբ [23], որոնք թույլ են տալիս յուրացնել ածխածնի ոչ միայն անօրգանական, այլև օրգանական աղբյուրները [13]:

Ավանդաբար միկրոջրիմուռների կենսազանգվածը հումք է հանդիսանում կերային սպիտակուցների ստացման համար [20]: Վերջին ժամանակներս միկրոջրիմուռների կենսազանգվածի կենսաքիմիական բաղադրության վրա կուլտիվացման պայմանների ազդեցության մասին գիտական պատկերացումների զարգացման հետ մեկտեղ ինտենսիվ ներդրվում են նախագծեր՝ ուղղված միկրոջրիմուռների բաղադրության մեջ մտնող լիպիդների փոխակերպմանը կենսադիզելի [15]: Այնուամենայնիվ, ներկայումս, նույնիսկ հաշվի առնելով նավթի գների էական տատանումները, բավականին դժվար է հասնել միկրոջրիմուռներից ստացվող կենսավառելիքի ինքնարժեքի այնպիսի ցուցանիշների, ինչպիսիք են նավթային հումքից ստացվող համանման նյութերի գները: Այս կապակցությամբ արդիական է հանդիսանում միկրոջրիմուռների բաղադրության մեջ մտնող կենսաբանական մակրոմոլեկուլների փոխարկումը առևտրային տեսանկյունից կարևոր, բարձրարժեք նյութերի (ամինաթթուներ, հագեցած և չհագեցած ճարպաթթուներ, մի շարք օրգանական թթուներ, կարոտինոիդային պիգմենտներ, վիտամիններ և այլն):

Հետազոտության նպատակն է հանդիսանում քաղցրահամ ջրերից առանձնացված և ՀՀ ԳԱԱ «Հայկենսատեխնոլոգիա» ԳԱԿ-ի այլընտրանքային էներգիայի աղբյուրների լաբորատորիայի միկրոջրիմուռների հավաքածուում պահպանվող *Parachlorella kessleri* միկրոջրիմուռի արտադրական առանձնահատկությունների ուսումնասիրությունը և գնահատումը:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտության օբյեկտ է հանդիսացել կանաչ միաբջիջ ջրիմուռ *Parachlorella kessleri*-ն, որն անջատվել և մոլեկուլային-գենետիկական մեթոդներով նույնականացվել է ՀՀ ԳԱԱ «Հայկենսատեխնոլոգիա» ԳԱԿ-ի այլընտրանքային էներգիայի աղբյուրների լաբորատորիայում:

Միկրոջրիմուռը կուլտիվացվել է 80 լիտրանոց կենսառեակտորում՝ 24^0-26^0C ջերմաստիճանի, 2000 լյուքս շուրջօրյա լուսավորության պայմաններում (Phillips LED 19W/865 լամպեր, Նիդեռլանդներ): Կուլտուրալ հեղուկի խառնումն իրականացվել է սեղմված օդի միջոցով (108 լ·ժ $^{-1}$·լ$^{-1}$): Կուլտիվացիան իրականացվել է Տամիայի մոդիֆիկացված հեղուկ սննդամիջավայրում [5; 22; 1]:

Միկրոջրիմուռի աճը գնահատվել է սպեկտրոֆոտոմետրիկ չափումներով՝ 540նմ ալիքի երկարության տակ (HITACHI U-2000, Ճապոնիա): Որպես ստուգիչ օգտագործվել է թորած ջուր: Աճի գործակիցը (μ, օր$^{-1}$) լոգարիթմական փուլում հաշվարկվել է համաձայն հետևյալ բանաձևի.

$$\mu=(\ln N/N_0)/t\ ,$$

որտեղ N-ը կենսազանգվածն է t ժամանակում, իսկ N_0-ն՝ կենսազանգվածի քանակությունն է կուլտիվացիան սկսելիս:

Կուլտուրալ հեղուկի նմուշների pH-ը ևս ամեն օր չափվել է pH-մետրով (InoLab WTW, Գերմանիա):

P. kessleri միկրոջրիմուռի աճը գնահատվել է նաև չոր կենսազանգվածի որոշմամբ: Դրա համար հայտնի օպտիկական խտությամբ 12 մլ կուլտուրալ հեղուկը ֆիլտրվել է նախապես կշռված ապակե միկրոֆիբրիլային ֆիլտրերի միջոցով (Whatman, MFV-3, 47 մմ, անցքերի չափը՝ 1,2 μմ): Ֆիլտրերը կրկին կշռվել են 80^0C-ի պայմաններում 24 ժ չորացնելուց և էքսիկատորում վակուումի պայմաններում սառեցնելուց հետո: Ստացված տվյալներն ընդհանրացվել են և կազմվել է օպտիկական խտություն-չոր կենսազանգված հարաբերությունը:

Կուլտուրալ հեղուկից միկրոջրիմուռի կենսազանգվածի անջատման համար կիրառվել են հետևյալ եղանակները. սեդիմենտացիա և ցենտրիֆուգում՝ 10000 պտ./րոպե արագությամբ, 15 րոպե, 4ºC-ի պայմաններում (Heraeus multifuge 3SR+ centrifuge, Thermo Scientific, ԱՄՆ): Ցենտրիֆուգված խոնավ կենսազանգվածը չորացվել է լիոֆիլ չորացման սարքով (Labconco, ԱՄՆ): Չոր կենսազանգվածում խոնավության պարունակությունը որոշվել է համաձայն NREL (National Renewable Energy Laboratory) լաբորատոր անալիտիկ ցուցումների [21]:

Միկրոջրիմուռի կենսազանգվածում սպիտակուցի պարունակությունը որոշվել է մոդիֆիկացված Կելդալի մեթոդով [4]: Սպիտակուցի պարունակությունը որոշելու համար ստացված «Կելդալի ազոտի» պարունակությունը բազմապատկվել է 5.95 կոնվերտացման գործակցով [14]: Հաշվարկները կատարվել են համաձայն հետևյալ բանաձևերի.

$$\%N=\frac{(V-V_0)*F*c*M(N)}{m*1000}*100\%$$

$$\%P=\%N*PF,$$

որտեղ V-ն ծախսված տիտրանտի ծավալն է մլ-երով, V_0-ն ստանդարտի տիտրման համար ծախսված տիտրանտի ծավալն է (միջին արժեք), F-ը մոլյար ռեակցիոն ֆակտորն է (1=HCl, 2=H_2SO_4), c-ն տիտրանտի կոնցենտրացիան է (մոլ/լ), M(N)-ը ազոտի մոլեկուլային զանգվածն է՝ 14,007 գ/մոլ, m-ը նմուշի զանգվածն է (գ), 1000 մլ-ը լիտրի վերածելու կոնվերտացման գործակիցն է, PF-ը կոնվերտացման գործակիցն է կոնկրետ նմուշի համար՝ 5,95, %N-ն սպիտակուցային ազոտի տոկոսային պարունակությունն է, % P-ն սպիտակուցի տոկոսային պարունակությունն է նմուշում:

Կենսազանգվածում կառուցվածքային բազմաշաքարների և լիգնինի որոշումն իրականացվել է NREL/TP-510-42618-ի համաձայն [19]: Կատարվել է նոսրացված թթվային հիդրոլիզ: Հեղուկ ֆազն անալիզի է ենթարկվել Agilent 1100 Series, Գերմանիա բարձրարդյունավետ հեղուկային քրոմատոգրաֆի օգնությամբ (աշտարակի չափը՝ 300 × 7,8 մմ, շարժուն ֆազ՝ H_2O, հոսքի արագություն՝ 0.6 մլ/րոպե, ներարկման ծավալ՝ 20 մկլ, աշտարակի ջերմաստիճան՝ 80^0C, դետեկտորի ջերմաստիճան՝ 55^0C):

Միկրոջրիմուռի չոր կենսազանգվածի ճարպաթթվային կազմը որոշվել է գազ-քրոմատոգրաֆիական եղանակով (Varian CP-3800 GC՝ բոցային-իոնիզացնող դետեկտորով, ԱՄՆ, մազանոթային խողովակային աշտարակ՝ SupelcoWax-10՝ տրամագիծ՝ 0,32 մմ, երկարություն՝ 30 մ, կրող գազ՝ հելիում, հոսքի հաստատուն արագություն՝ 3,5 մլ/րոպե): Ճարպաթթուների նախնական էսթերիֆիկացումն իրականացվել է համաձայն Լեպեյջի և Ռոյի մեթոդի [12]:

Կանաչ կենսազանգվածում քլորոֆիլ *a*-ի և *b*-ի պարունակությունը որոշվել է սպեկտրոֆոտոմետրիկ եղանակով: Կատարվել է քլորոֆիլի էքստրակցիա ացետոնով (99.5%, Sigma-Aldrich): Բոլոր ցենտրիֆուգումներն իրականացվել են Sigma 2-6E, Sartorius, Գերմանիա ցենտրիֆուգի օգնությամբ: Ստացված էքստրակտի մեջ քլորոֆիլ *a*-ի և *b*-ի պարունակությունը որոշվել է սպեկտրոֆոտոմետրիկ չափումների միջոցով, չափվել են ստացված էքստրակտի կլանման արժեքները՝ 645 և 662 նմ ալիքի երկարությունների տակ: Հաշվարկները կատարվել են համաձայն հետևյալ բանաձևերի [9].

$$\text{Քլորոֆիլ } a = 11.75\ A662 - 2.350\ A645$$
$$\text{Քլորոֆիլ } b = 18.61\ A645 - 3.960\ A662$$

Քլորոֆիլի պարունակությունը նմուշում որոշվել է համաձայն հետևյալ բանաձևի.

$$\textit{Քլորոֆիլ (մգ/լ)} = \frac{\text{Քլորոֆիլ (մգ/լ)} * \text{էքստրակտի ծավալ (մլ)}}{\textit{Նմուշի չոր զանգված (մգ)}}$$

Չոր կենսազանգվածում քլորոֆիլ *a*-ի և *b*-ի (մգ/գ) պարունակությունը հաշվարկվել է հետևյալ բանաձևով.

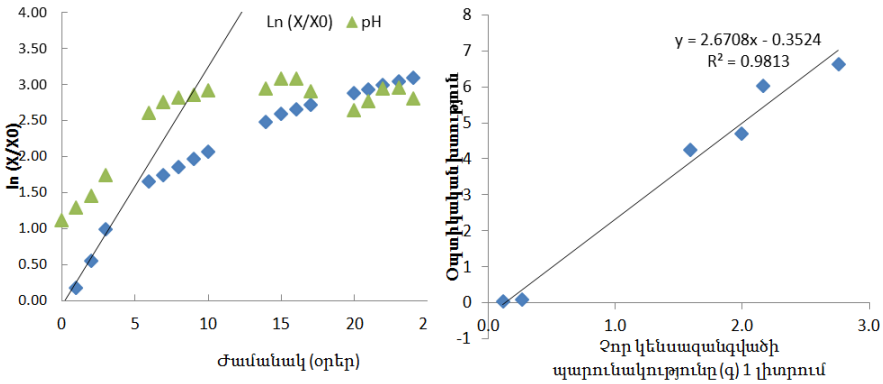
$$\textit{Քլորոֆիլ (մգ/լ)} = \frac{\textit{Քլորոֆիլ (մգ/լ)}}{\textit{Նմուշի չոր զանգված (գ/լ)}}$$

Արդյունքներ և քննարկում: *P.kessleri* միկրոջրիմուռի աճը գնահատելու համար ամեն օր վերցվել են նմուշներ սպեկտրոֆոտոմետրիկ չափումների համար:

Աճի գնահատումն իրականացվել է 30 օրվա ընթացքում: Նկ. 1-ում ներկայացված է աճի արագության կորը և օպտիկական խտություն-չոր կենսազանգված հարաբերությունը: Համաձայն ստացված տվյալների, աճի էքսպոնենցիալ փուլն ավարտվել է կուլտիվացման 6-րդ օրը:

$$\mu(\ln N/N_0)/t=(\ln 1.6364/0.1723)/5=0.45\ \text{օր}^{-1}$$

Կուլտուրալ հեղուկի pH-ը ևս ամեն օր չափվել է, ելային սննդամիջավայրի pH-ի արժեքը եղել է 8.6, սակայն ինոկուլացումից անմիջապես հետո այն նվազել է մինչև 7.66: Կուլտիվացման ընթացքում pH-ը սկսել է աճել, դա հատկապես նկատելի է աճի էքսպոնենցիալ փուլում: Աճի ստացիոնար փուլում pH-ի արժեքներն էականորեն չեն փոխվել:



ա. *P. kessleri* միկրոջրիմուռի աճի կորը

բ. Օպտիկական խտություն-չոր կենսազանգված հարաբերությունը

Նկ. 1. *P. kessleri* միկրոջրիմուռի աճի գնահատումը

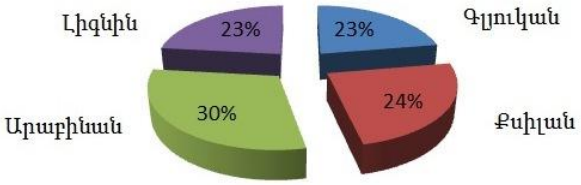
Ինչպես երևում է օպտիկական խտություն – չոր կենսազանգված հարաբերությունից, անգամ բավականին բարձր օպտիկական խտության դեպքում (6,61) չոր կենսազանգվածի քանակությունը կուլտուրալ հեղուկում մեծ չէ՝ 2,758 գ/լ, ինչը դժվարացնում է չոր կենսազանգվածի ստացումը և դարձնում այն տնտեսապես ոչ շահավետ:

Չոր կենսազանգվածի արդյունավետ ստացման եղանակների որոնումը ներկայումս հանդիսանում է միկրոջրիմուռների արդյունաբերական կիրառման հիմնական խնդիրներից մեկը: Ելնելով ստացված տվյալներից՝ կատարվել է 1000 լ կուլտուրալ հեղուկից չոր կենսազանգվածի ստացման տեսական հաշվարկ: Ցույց է տրվել, որ 1000 լ ծավալով կուլտիվացման դեպքում կարելի է ակնկալել շուրջ 2600 գ կենսազանգված:

P. kessleri միկրոջրիմուռի կենսազանգվածում Կելդալի եղանակով որոշվել է սպիտակուցների պարունակությունը, այն կազմել է չոր կենսազանգվածի 43,3 %-ը:

Գրականությունից հայտնի է, որ միկրոջրիմուռները պարունակում են բոլոր անփոխարինելի ամինաթթուները [6]: Սպիտակուցների այսպիսի մեծ քանակությունը թույլ է տալիս կիրառել միկրոջրիմուռը որպես սննդային հավելում՝ ինչպես մարդկանց, այնպես էլ կենդանիների սննդակարգում: Այն կարող է ծառայել որպես սպիտակուցների լրացուցիչ աղբյուր: Վերջին ժամանակներս հատկապես կարևորվում է միկրոջրիմուռների ընդգրկումը բուսակերների սննդակարգում:

Բարձր արդյունավետության հեղուկային քրոմատոգրաֆիայի եղանակով կառուցվածքային ածխաջրերի և լիգնինի պարունակության անալիզը ցույց է տվել նշված միացությունների 32,0 % պարունակություն *P. kessleri* միկրոջրիմուռի չոր կենսազանգվածում: Պարզվել է, որ այն պարունակում է 7,37 % գլյուկան, 9,61 % արաբինան, 7,69 % քսիլան և 7,37 % լիգնին՝ չոր քաշի հաշվով: Նկ. 2-ում բերված է ածխաջրային խառնուրդում յուրաքանչյուր բաղադրիչի տոկոսային պարունակությունը.

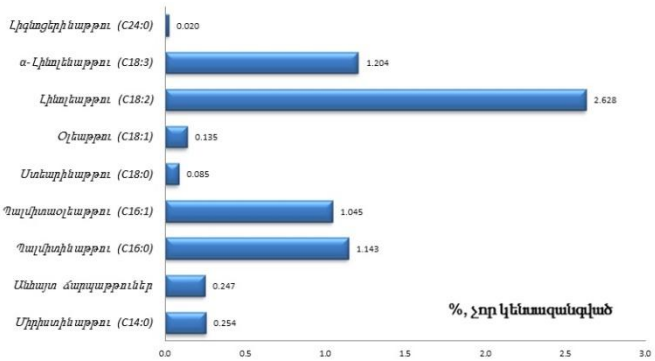


Նկ. 2. *P. kessleri* միկրոջրիմուռի աճի գնահատումը

Ածխաջրերի այսպիսի մեծ քանակությունը հնարավորություն է տալիս օգտագործել այս միկրոջրիմուռը որպես կենսաէթանոլի և կենսագազի հումք՝ հետագա կենսափոխակերպման ճանապարհով:

P. kessleri միկրոջրիմուռի չոր կենսազանգվածից Լեպեյջի և Ռոյի մեթոդով ստացված ճարպաթթուների մեթիլ էսթերներն անալիզի են ենթարկվել գազ քրոմատոգրաֆիական եղանակով: Վերցվել է *P. kessleri* միկրոջրիմուռի 100-ական մգ 2 նմուշ: Հաշվարկները ցույց են տվել, որ *P. kessleri* միկրոջրիմուռի 100 մգ չոր կենսազանգվածը պարունակում է 6,76 մգ ճարպաթթուներ: Նկ. 3-ում ներկայացված է *P. kessleri* միկրոջրիմուռի նմուշում հագեցած և չհագեցած ճարպաթթուների կազմը:

Ինչպես երևում է ստացված տվյալներից, *P. kessleri* միկրոջրիմուռը պարունակում է ճարպաթթուների լայն սպեկտր. կարևոր կենսաբանական և բժշկական նշանակություն ունեցող α-լինոլենաթթվից (C18:3) մինչև հագեցած ճարպաթթուներ, որոնք մեծ նշանակություն ունեն կենսադիզելի արտադրության համար, ինչպես նաև այլ չհագեցած ճարպաթթուներ, որոնք կարող են ունենալ ինչպես առանձին կիրառություն, այնպես էլ կարող են հիդրոգենիզացման ճանապարհով վերածվել հագեցած ճարպաթթուների և կիրառվել որպես կենսավառելիք:



Նկ. 3. *P. kessleri* միկրոջրիմուռի ճարպաթթվային կազմը

P. kessleri միկրոջրիմուռի հեղուկ կուլտուրայում որոշվել է քլորոֆիլ *a*-ի և քլորոֆիլ *b*-ի պարունակությունը: Քանակական հաշվարկներ կատարելու համար նախ և առաջ ապակե ֆիլտրերի միջոցով վակուում ֆիլտրման եղանակով որոշվել է կուլտուրալ հեղուկում չոր կենսազանգվածի պարունակությունը: Այնուհետև իրականացվել է քլորոֆիլի էքստրակցիա միկրոջրիմուռի 2-ական մլ նմուշներից: Աղ. 1-ում ներկայացված են միկրոջրիմուռում քլորոֆիլների պարունակությունները

Աղյուսակ 1. Սպեկտրոֆոտոմետրիկ չափումների արդյունքները

Քլորոֆիլ	Պարունակությունը չոր կենսազանգվածում (մգ/գ)
a	12.71±0.25
b	5.71±0.37

Կուլտիվացման 30-րդ օրն իրականացվել է կենսազանգվածի անջատում կուլտուրալ հեղուկից: 10 լ հեղուկ կենսազանգվածը թողնվել է սենյակային պայմաններում 24 ժ, գլանաձև տարայի մեջ: Առաջացել է երկշերտ լուծույթ: Վերևի առավել նոսր շերտը հեռացվել է, իսկ ներքևի ավելի խիտ շերտը ցենտրիֆուգվել է: Անջատված խոնավ կենսազանգվածը չորացվել է լիոֆիլ չորացման եղանակով:

Այսպիսով, 30 օր ժամանակահատվածով կուլտիվացումից հետո *P. kessleri* միկրոջրիմուռի կենսազանգվածի քիմիական անալիզը ցույց է տվել կենսաբանական կարևոր նշանակություն ունեցող մի շարք նյութերի զգալի պարունակություն, ինչը լայն հնարավորություններ է ստեղծում այս ջրիմուռի հետագա կիրառության համար: Այն կարող է կիրառվել ինչպես ամբողջական տեսքով՝ որպես սննդային հավելում, այնպես էլ որպես առանձին բաղադրիչների աղբյուր: Հատկապես կարևորվում է այս միկրոջրիմուռի դերը որպես կենսավառելիքի արտադրիչ, քանի որ կենսավառելիքը կարելի է ստանալ ինչպես ամբողջական բջջից, այնպես էլ՝ բարձրարժեք բաղադրիչների էքստրակտումից հետո մնացած մնացորդային կենսազանգվածից: Կենսավառելիքի ստացման համար միկրոջրիմուռը կարելի է աճեցնել նաև թափոնաջրերի վրա, ինչը կարող է ունենալ ոչ միայն էկոլոգիական նշանակություն, այլ նաև կարող է զգալիորեն նվազեցնել ստացվող կենսավառելիքի ինքնարժեքը:

Հետազոտությունն իրականացվել է ՀՀ ԿԳՆ ԳՊԿ №13ՐԲ-043 ծածկագրերով դրամաշնորհի և ԵՄ HORIZON 2020 ծրագրի Մարիա Սկլադովսկայա Կյուրի դրամաշնորհի Phoenix նախագծի (Պայմանագիր №690925-Phoenix, MSCA) միջոցներով: Հեղինակն իր երախտագիտությունն է հայտնում ՀՀ ԳԱԱ «Հայկենսատեխնոլոգիա» ԳԱԿ-ի այլընտրանքային էներգիայի աղբյուրների լաբորատորիայի վարիչ ան.գ.թ. Վ.Բ. Գոգինյանին գիտական խորհրդատվության համար, ինչպես նաև Պորտուգալիայի էներգիայի և երկրաբանության ազգային լաբորատորիայի (ք. Լիսաբոն) աշխատակիցներ Լուիս Դուարտեին, Ալբերտո Ռեեսին, Կրիստինա Օլիվեյրային, Պատրիսիա Մոնիզին, Սեու Պենեդուին և Գրասիա Գոմեսին՝ աշխատանքների իրականացմանն աջակցելու համար:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Пиневич В.В., Верзилин Н.Н., Степанова А.М.* Некоторые итоги массовой культуры одноклеточных водорослей. “Вестник ЛГУ”, в. 2, 15, 1960.
2. *Сенько О.В., Гладченко М.А., Лягин И.В., Никольская А.Б., Маслова О.В., Чернова Н.И., Киселева С.В., Коробкова Т.П., Ефременко Е.Н., Варфоломеев С.Д.* Трансформация биомассы фототрофных микроорганизмов в метан. Альтернативная энергетика и экология, *108*, В. 3. с. 89-94, 2012.
3. *Цоглин Л.Н., Пронина Н.А.* Биотехнология микроводорослей., М., Научный мир. с. 182, 2012.
4. American Public Health Association. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th ed., Washington, DC, USA, APHA, 1998.
5. *Andersen R.A.* Algal Culturing Techniques. Elsevier Academic Press, 589 pp., 2005.
6. *Becker E.W.* Microalgae as a source of protein. Biotechnol. Adv., *25*, I. 2, p. 207-210, 2007.
7. *Chisti Y.* Biodiesel from microalgae.Biotechnol Adv 25, 294, 2007.
8. *Converti A., Casazza A.A., Ortiz E.Y., Perego P., Del Borghi M.* Effect of temperature and nitrogen concentration on the growth and lipid content of Nannochloropsis oculata and Chlorella vulgaris for biodiesel production. Chem. Eng. Process. *48*, 6, p. 1146-1151, 2009.
9. *Costache A.M., Campeanu G. Neata G.* Studies concerning the extraction of chlorophyll and total carotenoids from vegetables. Romanian Biotechnological Letters, *17*, 5, 2012.
10. *Guedes A.C., Amaro H.M., Malcata F.X.* Microalgae as sources of carotenoids. Mar. Drugs. *9*, I. 4, p. 625-644, 2011.
11. *Halim R., Danquah M. K., Webley P. A.* Extraction of oil from microalgae for biodiesel production: A review. Biotechnol. Adv., *30*, I. 3, p. 709-732, 2012.
12. *Lepage G. and Roy C.C.* Journal of Lipid Res., 25, 1391-1396, 1984.
13. *Liang Y., Sarkany N., Cui Y.* Biomass and lipid productivities of Chlorella vulgaris under autotrophic, heterotrophic and mixotrophic growth conditions. Biotechnol. Lett., *31*, p. 1043-1049, 2009.
14. *López, C.V., Garcia M.C., Fernandez F.G., Bustos C.S., Chist J., Sevilla J.M.* Protein measurements of microalgal and cyanobacterial biomass. BioreSource Technology, *19*, 101, 7587-7591, 2010.
15. *Mata T.M., Martins A.A., Caetano N.S. Microalgae for biodiesel production and other applications: A review*. Renew. Sust. Energ. Rev., *14*, I. 1, p. 217-232, 2010.
16. *Mayur M. Phukan, Rahul S. Chutia, B.K. Konwar, R. Katakib* Microalgae Chlorella as a potential bioenergy feedstock. Appl. Energ., *88*, I. 10, p. 3307-3312, 2011.
17. *Richmond A., Hu Q.* Handbook of microalgal culture: applied phycology and biotechnology, second edition. Wiley-Blackwell. USA. p.736, 2013.
18. Skjanes K., Rebours C., Lindblad P. *Potential for green microalgae to produce hydrogen, pharmaceuticals and other high value products in a combined process*. Crit. Rev. Biotechnol., *33*, I. 2, p. 172-215, 2013.
19. *Sluiter A., Hames B., Ruiz R., Scarlata C., Sluiter J., Templeton D., and Crocker D.* Determination of Structural Carbohydrates and Lignin in Biomass. Laboratory Analytical Procedure. Issue Date: April 2008 Revision Date: (Version 08-03-2012), August 2012.
20. *Spolaore P., Joannis-Cassan C., Duran E., Isambert A.* Commercial applications of microalgae. J. Biosci. Bioeng., *101*, I, 2, p. 87-96, 2006.
21. *Stefanie Van Wychen and Lieve M.L. Laurens.* Determination of Total Solids and Ash in Algal . Laboratory Analytical Procedure (LAP), Issue Date: December 2, 2013, Revision Date: December 29, 2015.
22. *Tamiya H.* Growing *Chlorella* for food and feed. Proceedings of the World Symposium on Applied Solar Energy. Stanford Research Institute, Menlo Park, California, pp. 231-41, 1956.
23. *Wu Y.H., Hu H.Y., Yu Y., Zhang T.Y., Zhu S.F., Zhuang L.L., Zhang X., Lu Y. Microalgal species for sustainable biomass/lipid production using wastewater as resource: A review*. Renew. Sust. Energ. Rev., 33, p. 675-688, 2014.

Ստացվել է 29.08.2018