

Ն. Գ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

ՄԻԱՔՋԻՋ ԿԱՆԱԶ ՋՐԻՄՈՒՌՆԵՐԻ ԲԱԶՄԱՅՄԱՆ
ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՈՒՆՔՆԵՐԸ

Միաբջիջ կանաչ ջրիմուռների մասսայական բազմացման նպատակն է ստանալ սպիտակուցներով հարուստ բիոմասսա, որը հիմնականում պետք է ծառայի որպես անասնակեր, իսկ մարդկանց համար՝ որպես սննդի, ֆիզիոլոգիապես ակտիվ նյութերի և բուժիչ արժեքավոր պրեպարատների հումուլթ [1]:

Միաբջիջ ջրիմուռների արդյունաբերական բազմացմանն անցնելու համար հարկավոր է գիտենալ և նպաստակապես կերպով կիրառել այն բոլոր պայմանները, որոնցից կախված է ջրիմուռների մաքսիմալ բերքատվությունը՝ նյութա-տեխնիկական միջոցների նվազագույն ծախսումով:

Միաբջիջ կուլտուրաների բերքատվությունը պայմանավորված է գլխավորապես՝

1. լուսային էներգիայի օգտագործման եղանակի էֆեկտիվությամբ:
2. Բազմացման հեղուկ միջավայրի բաղադրությամբ:
3. Միջավայրի օդահարման և ածխաթթու գազով հարստացման չափով:
4. Միջավայրի ջերմաստիճանի կարգավորումով:
5. Միաբջիջ ջրիմուռների արագ բազմացող տեսակների ու ձևերի օգտագործումով:
6. Միջավայրի ախտազերծման մեթոդների կիրառումով:

1.

Անժաժկ ջրավազաններում միաբջիջ կանաչ ջրիմուռների մասսայական բազմացման փորձերը ցույց են տալիս, որ բնական լուսավորման պայմաններում, լուսային էներգիայի օգտագործման գործակիցը ցածր է՝ մոտավորապես այնքան, որքան դյուդատնոտեսական կուլտուրաների և ընդհանրապես բարձրակարգ բույսերի մոտ (արեգակնային էներգիայի մինչև 2,6%): Դա բացատրվում է նրանով, որ արեգակնային լույսի ինտենսիվությունն զգալիորեն գերազանցում է միաբջիջ, ինչպես և բազմաբջիջ բուսական օրգանիզմների ֆոտոսինթետիկ ակտիվության համար պահանջվող չափերը:

Արհեստական լուսավորության պայմաններում (բնական լույսի ինտենսիվության մինչև 22%, կամ 16000 լյումեն), միաբջիջ ջրիմուռների որոշ տեսակներ (*Chlorella*, *Scenedesmus*) բազմանում են, օգտագործելով լուսային էներգիայի մինչև 23,5% [2]: Արդյունաբերական բազմացման ժամանակ, ֆոտոսինթեզի նման էֆեկտիվության պահպանումը բարդ խնդիր է. դրա համար անհրաժեշտ է պատրաստել այնպիսի սարքավորումներ, որոնց մեջ աճող խիտ կուլտուրաների բոլոր շերտերում ջրիմուռի յուրաքանչյուր բջիջը, որպես ֆո-

տոսինթեզող ապարատ, ապահովված լինի լուսավորման համապատասխան տեսակով, քանակությամբ և հաճախականությամբ:

Ֆոտոսինթեզի էներգետիկայի ուսումնասիրության ուղղությամբ կատարված բազմաթիվ հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ ինտենսիվ լույսի առավել էֆեկտիվ օգտագործման կարելի է հասնել ընդհատուն լուսավորման միջոցով: Լաբորատոր պայմաններում էմերսոնի և Առնոլդի փորձերով ապացուցված է, որ երբ լույսի յուրաքանչյուր իմպուլսի տևողությունը հավասար է $\frac{1}{10000}$ վայրկյանի, իսկ մթության ինտերվալի տևողությունը $\frac{1}{10}$ վայրկյանի, լուսային էներգիայի օգտագործման գործակիցը առավել բարձր է [3]:

Միջավայրի համապատասխան արագությամբ խառնումով ջրիմուռի յուրաքանչյուր բջիջը պարբերաբար մոտենում է լույսի աղբյուրին, ստանալով ֆոտոքիմիական ռեակցիաներին անհրաժեշտ ֆոտոններ, այնուհետև հեռանում, մտնում է սուսպենզիայի պակաս լուսավորված շերտերը, ուր տեղի են ունենում ֆոտոսինթեզի՝ մթության հետ կապված (բլեկմանյան) ռեակցիաները: Պարզ է, որ արտադրական պայմաններում հնարավոր չէ մեծածավալ կուլտուրաներից ստանալ այնքան բիոմասսա (ըստ ջրային ծավալի միավորի), որքան ստացվում է լաբորատոր պայմաններում մշակվող փոքրածավալ սուսպենզիաներից. դրա համար անհրաժեշտ կլինեն խառնել ջրի բոլոր շերտերը այնպիսի արագությամբ, որ ջրիմուռի յուրաքանչյուր բջիջն ընդունեն 0,0001 վայրկյան տևողությամբ լուսային ինտենսիվ ճառագայթում ու այնուհետև, մտնելով սուսպենզիայի խոր շերտերը, նորից մոտենալ լույսի աղբյուրին 0,1 վայրկյան ժամանակամիջոցում:

Նկատի ունենալով, սակայն, որ լուսային էներգիայի օգտագործման գործակիցը մինիմալ չափերի է հասնում այն ժամանակ, երբ լուսավորման և մթության պարբերաշրջանների տևողությունը 1 րոպեի է հավասար [4, 5], կարելի է ստեղծել այնպիսի սարքավորումներ, որոնց միջոցով հնարավոր լինեն ջրիմուռների մեծաքանակ բազմացումը կիրառել լույսի էներգիայի օգտագործման արդյունավետ եղանակով:

Միաբջիջ կուլտուրաների խառնման տարրեր եղանակները կարելի է բաժանել երեք խմբի՝

ա) մեխանիկական խառնում, որը կատարվում է թափահարող հարմարանքների (թափանիվ, պրոպելլեր, խառնիչ) միջոցով:

բ) խառնում օդի և ածխաթթու գազի խառնուրդի ներմուծման միջոցով:

գ) խառնում պոմպային շրջանառության միջոցով:

Ջրիմուռների լաբորատոր բազմացման համար ընդհանրապես կիրառվում է սուսպենզիայի խառնման երկրորդ եղանակը: Կիսաարտադրական տարրեր տիպի սարքավորումներից համեմատաբար մեծ արդյունք են տալիս այն սարքավորումները, որտեղ ջրիմուռի սուսպենզիան խառնվում է օդի և ածխաթթու գազի հոսանքի ուժով [6]: Այս եղանակի, ինչպես նաև պոմպային շրջանառության եղանակի կիրառման ժամանակ, ջրի խորությունը պահպանվում է 6—20 սմ-ի սահմաններում. դրա պատճառն այն է, որ լույսը բավականաչափ չի թափանցում խիտ սուսպենզիաների ստորին շերտերը, իսկ խառնման այդ երկու եղանակները չեն ապահովում ջրի բոլոր շերտերում գտնվող բջիջների

հերթական մոտեցումը լույսի աղբյուրին այնպիսի արագությամբ, որն անհրաժեշտ է լուսային էներգիայի մաքսիմալ չափով օգտագործման համար:

Արտադրական պայմաններում անհրաժեշտ է ավելացնել ջրավազանների խորությունը, որպեսզի կարելի լինի հնարավորին չափ փոքր տարածությունից ստանալ ամենարարժր բերք. այդ նպատակին հասնելու համար ջրային խոր զանգվածների էֆեկտիվ խառնումը կարելի է իրագործել խառնման տարբեր եղանակների համատեղ կիրառման միջոցով:

Ջրիմուռների մասսայական բազմացման համար պատրաստված թե՛ ծածկված և թե՛ անծածկ սարքավորումներում կուլտուրայի բերքատվությունը կարելի է բարձրացնել նաև երկարացնելով լուսավորության տևողությունը մինչև 24 ժամ [7]. այս պայմաններում բազմացման առաջին օրերի ընթացքում ջրիմուռների աճման արագությունը աստիճանաբար մեծանում է (աճման յոգարիթմիկ ֆազ), քանի որ սուսպենզիայի յուրաքանչյուր բջջի վրա ընկնող լույսի ամբողջ քանակությունը ավելին է, քան այդ բջջի վրա է օգտագործել. այնուհետև, երբ սուսպենզիան հասնում է խտության ամենարարժր աստիճանին, անհրաժեշտ է, հաճախակի հավաքելով ջրիմուռի հավելյալ բիոմասսան, պահպանել կուլտուրան խտության այն աստիճանի վրա, որն օպտիմալ կերպով կնպաստի բջիջների ֆոտոսինթետիկ ակտիվության անկաշկանդ ծավալմանը:

Նեոնային լույսը, համեմատած նույն ինտենսիվությունն ունեցող լույսի այլ տեսակների հետ, բարձրացնում է կուլտուրաների բերքատվությունը 60%-ով [8]: Նեոնային լույսի սպեկտրում գերիշխում են կարմրա-նարնջագույն ճառագայթները, որոնք նպաստում են բջիջների քլորֆիլակիր պլաստիդների կողմից լուսային էներգիայի ավելի բարձր գործակցով օգտագործմանը. միաբջիջ ջրիմուռի քլորոպլաստը ինքնըստինքյան ներկայացնում է բարձրաստիճան կատարելագործված ֆոտոքիմիական ապարատ, որը լուսավորման պատշաճ պայմաններում լրիվ ընթացքով գործի է գցվում և կարող է օգտագործել բջջի կողմից կլանված լուսային էներգիայի մինչև իսկ 35% [9]:

2.

Միաբջիջ կանաչ ջրիմուռների բազմացման համար օգտագործվող լուծույթները տարբերվում են մակրոէլեմենտների և միկրոէլեմենտների տարբեր կոնցենտրացիաներով ու միացություններով: Օրինակ, Տամիյայի լուծույթում կալիում նիտրատի, մագնեզիում սուլֆատի և կալիում ֆոսֆատի խտությունները համապատասխանորեն 50, 125 և 250 անգամ ավելի բարձր են, քան Պրատտի լուծույթում. միկրոէլեմենտներից՝ բորաթթուն, ցինկսուլֆատը, մանգանքլորիդը և մոլիբդենի օքսիդը օգտագործվում են համապատասխանորեն 40, 4000,8 և 400 անգամ ավելի բարձր դոզաներով, քան Դեյվիսի լուծույթում [10]: Մակրոէլեմենտների և միկրոէլեմենտների խտություններն ընտրելիս պետք է հաշվի առնել, թե ի՞նչ նպատակի համար են միաբջիջ ջրիմուռները բազմացվում՝ սպիտակուցների, թե՛ ճարպերի և կամ բուժանյութերի, վիտամինների, թե՛ քլորոֆիլի ստացման համար: Հայտնի է, որ քլորելլայի միևնույն տեսակից կարելի է ստանալ այնպիսի բիոմասսա, որը հարուստ լինի

առավելապես սպիտակուցներով (չոր մասսայի կշռի մինչև 58%) կամ առավելապես ճարպերով (չոր մասսայի կշռի մինչև 85%) [11]:

Մայերսի փորձերով ապացուցված է, որ հիմնական աղերի (KNO_3 , KH_2PO_4 , MgSO_4) խտությունների քսանասյատիկ փոփոխումը 0,001 Մ-ից մինչև 0,02 Մ սահմաններում չի ազդում միաբջջիջ քլորելլա ջրիմուռի բազմացման արագության վրա [12]։ այդ նշանակում է, որ միաբջջիջ ջրիմուռների լաբորատոր, ինչպես և արտադրական բազմացման պայմաններում սննդարար էլեմենտների աստիճանական սպառումը և, հետևաբար, լուծույթում նրանց խտության զգալի փոփոխումը բացասաբար չի անդրադառնում ջրիմուռների բերքատվության վրա:

Միաբջջիջ ջրիմուռների բազմացման համար առաջարկված տարբեր լուծույթները նման են Կնոպի, Բեյերինկի և Մուլիշի լուծույթներին, որտեղ աղերի ընդհանուր խտությունը մոտավորապես հավասար է 0,02 Մ-ի: Սակայն Սպերի և Միլների փորձերը ցույց են տալիս, որ քլորելլայի բազմացման ժամանակ առավել մեծ չափով բիոմասսա կարելի է ստանալ, երբ աղերի ընդհանուր խտությունը լուծույթում հասնում է 0,063 Մ-ի [11]:

Որպես ազոտային սնուցման աղբյուր, առհասարակ օգտագործվում է կալիումի նիտրատը. այդ աղը չի առաջացնում միջավայրի թթվության աստիճանի տատանումներ, որոնք բացասաբար են անդրադառնում ջրիմուռների բազմացման վրա. օգտագործում են նաև ազոտի այլ միացություններ՝ ամոնիում սուլֆատ, ամոնիում քլորիդ, ամոնիում կարբոնատ և այլն, որտեղ ազոտը գտնվում է ոչ թե նիտրատային, այլ ամոնիակային ձևով: Գյուղատնտեսության մեջ լայնորեն օգտագործվող ամոնիում նիտրատ պարարտանյութն օգտագործվում է նաև ջրիմուռների բազմացման համար պատրաստված լուծույթներում. այս դեպքում, բազմացման առաջին շրջանում (մինչև ամոնիակային ազոտի դրեթե լրիվ սպառումը) նկատվում է լուծույթի pH-ի իջեցում, իսկ այնուհետև, նիտրատային ազոտի սպառման զուգընթաց, pH-ի բարձրացում, որն անցնում է 7-ից [10]:

Միաբջջիջ ջրիմուռների բազմացման արագությունը դրեթե նույնն է ազոտային սնուցման տարբեր վարիանտներում, եթե բազմացման միջավայրի pH-ը պահպանվի նույն մակարդակի վրա՝ ֆոսֆորային բուֆերի և կամ ազոտական թթվի պարբերական ավելացումներով [13]:

Ազոտի օրգանական միացություններից կարբամիդը (միզանյութ), համեմատած ազոտի անօրգանական միացությունների հետ, ավելի հեշտ է յուրացվում ջրիմուռների կողմից և չի առաջացնում բազմացման միջավայրի pH-ի տատանումներ: Կարբամիդի օգտագործման դեպքում ազոտը տրվում է ավելի բարձր կոնցենտրացիայով, քան հնարավոր է ազոտի անօրգանական միացությունների օգտագործմամբ. օրինակ, Տամիայի լուծույթում օգտագործվում է կալիումի նիտրատ 5 գ/լ դոզայով կամ կարբամիդ 3 գ/լ, ուրեմն կարբամիդ օգտագործելու դեպքում ազոտը տրվում է մոտավորապես երեք անգամ ավելի շատ:

Կարբամիդը սպիտակուցների սինթեզմանը, ինչպես նաև բիոմասսայի արագ կուտակմանը նպաստում է ավելի մեծ չափով. սակայն միջավայրի բարձր ջերմաստիճանի դեպքում (40°C) կարբամիդը տոքսիկ է միաբջջիջ ջրիմուռների համար (ազոտային անօրգանական սնուցման ժամանակ ջրիմուռները դիմանում են ավելի բարձր ջերմաստիճանների՝ $42-43^\circ\text{C}$) [14]:

Ազոտային սնուցման վերաբերյալ բոլոր ուսումնասիրությունները բերում են այն եզրակացության, որ ազոտի բացարձակ քանակությունը մեծ նշանակություն ունի ջրիմուռների բազմացումն արագացնելու և հումուլթի սննդարար արժեքը բարձրացնելու գործում: Ազոտի պակասը լուծույթում առաջացնում է ջրիմուռների ֆոտոսինթետիկ ակտիվության անկում [15], իսկ շատ բարձր դոզաները (ավելի քան 100 մգ/լ) բացասաբար են ազդում նրանց բազմացման արագության վրա [11]:

Սննդարար էլեմենտների յուրացման դինամիկայի վերաբերյալ Կրաուսի հետազոտությունները պարզել են, որ լուծույթում նիտրատային և ֆոսֆորային իոնների յուրացման դինամիկան արտահայտվում է 5 : 1 հարաբերությամբ [16]. սակայն փաստորեն, ջրիմուռների բազմացման համար առաջարկված տարրեր լուծույթներում ֆոսֆորային միացությունները գտնվում են համեմատաբար բարձր կոնցենտրացիաներով (միջավայրի pH-ի տատանումները որոշ չափով սահմանափակելու նպատակով):

Քլորելլայի բազմացման արագությունը նույնն է ֆոսֆորի 0,001 և 0,04 M կոնցենտրացիաների միջև. ֆոսֆորային աղի շատ ցածր դոզաները լուծույթում իջեցնում են միաբջիջ ջրիմուռների բերքատվությունը (98%-ով՝ P-ի լրիվ բացակայության դեպքում) [11]:

Մագնեզիումը շատ կարևոր է բջիջների ճեղքման պրոցեսի նորմալ կատարման համար. մագնեզիումի 0,001 M-ից ցածր կոնցենտրացիաները առաջ են բերում բջիջների խոշորացում՝ ի հաշիվ նրանց բազմացման արագության. մագնեզիումի օպտիմում կոնցենտրացիաները գտնվում են 0,01—0,02 M-ի սահմաններում, ինչպես, օրինակ, Տամիյայի, Մայերսի, Դեյվիսի և այլ լուծույթներում [11]:

Միաբջիջ ջրիմուռների բազմացման արագությունը նույնն է, երբ կալիումն օգտագործվում է 0,001—0,01 M կոնցենտրացիաների սահմաններում. կալիումի 0,01 M կոնցենտրացիայի կրկնակի, եռակի և քառակի կոնցենտրացիաները բարձրացնում են ջրիմուռների բերքատվությունը համապատասխանորեն երկու, երեք և չորս անգամ: Կալիումի 0,06 M և ավելի բարձր կոնցենտրացիաները բացասաբար են ազդում ջրիմուռների բազմացման վրա [11]:

Կալիումի, մագնեզիումի, ֆոսֆորի, ծծմբի տարրեր միացությունների օգտագործման վերաբերյալ հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ տվյալ էլեմենտների պակասը լուծույթում արտահայտվում է ոչ միայն ջրիմուռների բազմացման արագության նվազեցմամբ, այլև նրանց ոչ նորմալ պիգմենտացիայով [17]. բազմացման շրջանում կուլտուրաների բերքատվությունը կայուն մակարդակի վրա պահելու համար հարկավոր է սննդարար լուծույթը հաճախակի հարստացնել տարրեր աղերի և ազոտական ու ֆոսֆորական թթուների նորմալ կամ 5%-անոց լուծույթների պարբերական ավելացումների միջոցով, որոնք միաժամանակ կպահպանեն լուծույթի թթվության աստիճանը օպտիմալ սահմաններում (pH 6—7):

Միաբջիջ ջրիմուռների բազմացման արագությունը պայմանավորված է նաև լուծույթում մի շարք միկրոէլեմենտների առկայությամբ. նրանք անհրաժեշտ են հատկապես, երբ լուծույթը պատրաստում են թորած ջրով և քիմիական մաքուր ռեակտիվներով:

Ջրիմուռների բազմացման արագության վրա երկաթի, բորի, մանգանի, պղնձի, ցինկի, նիկելի, կոբալտի, վանադիումի և այլ միկրոէլեմենտների ազ-

դեցությունը մանրակրկիտ կերպով ուսումնասիրված է մի շարք հետազոտողների կողմից, որոնք առաջարկել են միկրոէլեմենտների տարբեր զուգակցումներ և կոնցենտրացիաներ (Արնոնի, Կեչումի, Մայերսի, Հուտների լուծույթներ)։ Զրիմուռների ինտենսիվ բազմացման համար առհասարակ օգտագործվում է միկրոէլեմենտների Արնոնի լուծույթը։

Զրիմուռների նորմալ բազմացումն ապահովելու համար երկաթն անհրաժեշտ է. ըստ Մայերսի, երկաթի 0,05 մգ/լ դոզան բավարար է, սակայն ավելի մեծ դոզաները (մինչև 8 մգ/լ) չեն վնասում ջրիմուռներին [12]։

Երկաթի, ինչպես և այլ միկրոէլեմենտների նստվածքները կանխելու և նրանց յուրացումը ջրիմուռների կողմից հեշտացնելու համար օգտագործվում են, այսպես կոչված, կոմպլեքսագոյացնող նյութեր (хелаты), որոնցից ամենակարևորը տրիլոն Բ-ն է (էթիլեն դիամին քացախաթթու)։ Միկրոէլեմենտների և կոմպլեքսագոյացնող այդ նյութերի բարձր կոնցենտրացիաների համատեղ օգտագործումը հավասար է բազմացման հեղուկ միջավայրի հաճախակի թարմացմանը [18]։

Ակտիվատորների (աճմանը նպաստող նյութերի) ազդեցությունն ուսումնասիրված է լայնորեն [19]։ քացախաթթվի, պրոպիոնաթթվի և կարագաթթվի

ինդուլային միացությունները ($\frac{1}{10000}$ կոնցենտրացիա), որոշ վիտամիններ և աուքսիններ խթանում են բջիջների բազմացումը։ Գիբերելինը 0,01—0,1 մգ/լ դոզաների սահմաններում ոչ միայն արագացնում է բջիջների ճեղքումը, այլև նկատելիորեն բարձրացնում է միաբջիջ կուլտուրաների ընդհանուր բերքատվությունը [20]։

3.

Ածխաթթու գազով հարուստ օդի մեծաքանակ հայթայթումը միաբջիջ կուլտուրաների բերքատվությունը բարձրացնելու ամենաէֆեկտիվ միջոցներից մեկն է։ Հայտնի է, որ CO_2 գազի տարբեր կոնցենտրացիաների լայն սահմաններում (օդի ծավալի 0,1-ից մինչև 5%) քլորելլայի աճման արագությունը նույնն է [21]։ 5%-ից բարձր կոնցենտրացիաները արդեն տոքսիկ են, իսկ նոսր սուսպենզիաների համար՝ 1%-ից բարձր կոնցենտրացիաները [22]։

Միայն օդի մեծաքանակ հայթայթումը, առանց ածխաթթու գազի արհեստական հայթայթման, աննշան չափով է արագացնում միաբջիջ ջրիմուռների աճը, քանի որ օդում պարունակված ածխաթթու գազի ցածր կոնցենտրացիան սահմանափակում է ֆոտոսինթեզի արագությունը ինչպես բարձրակարգ, այնպես էլ ցածրակարգ բուսական օրգանիզմների մոտ։

Մեծածավալ ջրային զանգվածների շարունակ հագեցումը ածխաթթու գազով կապված է որոշ զժվարությունների և տնտեսական մեծ ծախսերի հետ. մի շարք հետազոտողներ փորձել են ածխաթթու գազը հայթայթել անուղղակիորեն, լուծույթում ավելացնելով կարբոնատներ կամ բիկարբոնատներ. սակայն միաբջիջ ջրիմուռների ոչ բոլոր ցեղերը կարող են օգտագործել կարբոնատներից դիսոցվող իոնները, քանի որ դրա համար պահանջվում է հիմքային միջավայր (рН 7—9) [23], իսկ ջրիմուռների աճման արագությունը առհասարակ բարձր է թթվային (рН 6—6,5 սահմաններում) միջավայրում։

Զրիմուռների ֆոտոսինթեսիկ ակտիվությունը նույնն է միջավայրի թթվության աստիճանի լայն սահմաններում (рН 4,6—8,9 քլորելլայի համար) միայն

այն ժամանակ, երբ այն արհեստականորեն հագեցվում է ածխաթթու գազով [23]. կուլտուրայի խիտ բազմացման և ածխաթթու գազի ուժգին • կլանման պայմաններում CO_2 -ի հայթայթման հավասարակշռությունը չի պահպանվում հեղուկ և գազային ֆազերի միջև և լուծույթը աստիճանաբար սպակաս հագեցված է դառնում CO_2 -ով. այդ իսկ պատճառով ջրիմուռների բազմացումը արագացնելու համար ածխաթթու գազը օդի հետ խառնում են աստիճանաբար ավելի բարձր կոնցենտրացիայով ($1-5\%$) [21]:

Օրգանա-հանքային լուծույթների օգտագործման միջոցով կարելի է հեշտացնել կուլտուրաները գազով ապահովելու պրոբլեմը. ջրալույծ միացությունների բակտերիալ քայքայման հետևանքով արձակված ածխաթթու գազը անմիջապես օգտագործվում է ջրիմուռների ֆոտոսինթետիկ ակտիվության պրոցեսում [24]. այս դեպքում CO_2 գազի հայթայթումը չի պահանջի նյութատեխնիկական ծախսատար միջոցներ, ինչպես բալոններով հայթայթման ժամանակ:

4.

Աշխարհագրական միջին լայնություններում տարածված միարջիջ ջրիմուռների բազմացման համար միջավայրի ջերմաստիճանի օպտիմալ սահմաններն են $23-27^\circ\text{C}$:

Գործնականում, ջրիմուռների բազմացման բաց, ինչպես և փակ սիստեմներում սննդարար լուծույթի ջերմաստիճանը տատանվում է շատ լայն սահմաններում (անժածկ ջրավազաններում՝ $3-38^\circ\text{C}$ միջև, փակ սիստեմներում՝ $0-50^\circ\text{C}$) տարվա տարբեր եղանակներին և օրվա տարբեր ժամերին:

Ջրի ջերմաստիճանը կարգավորելու համար գաղային խառնուրդը, երբեմն նաև բուն սուսպենզիան մղում են ջերմամիոխանակիչ ապարատների միջով, որոնք ըստ ցանկության իջեցնում կամ բարձրացնում են հեղուկի ջերմաստիճանը:

Կլիմայական զգալի տատանումներ ունեցող վայրերում միարջիջ կուլտուրաների մասսայական բազմացումը անժածկ ջրավազաններում կարող է արդյունավետ լինել, եթե օգտագործվեն ջրիմուռի մեղոֆիլ, ջերմասեր և դյուտագիմացկուն շտամներ, ըստ եղանակների: Ինչպես ցույց են տվել Ճապոնիայում այս ուղղությամբ կատարված փորձերը, ջերմաստիճանի նկատմամբ տարբեր կայունություն ունեցող ջրիմուռների օգտագործման միջոցով կարելի է ոչ միայն բարձրացնել կուլտուրաների բերքատվությունը, այլև կրճատել ջրի ջերմաստիճանի կարգավորման ծախսերը [25].

5.

Միարջիջ կանաչ ջրիմուռներից յուրաքանչյուրը ճեղքվելով՝ առաջացնում է $2-8$ նոր բջիջներ. բջջի ճեղքման հաճախականությունը և նրանից առաջացած նոր բջիջների թիվը բնորոշում են տվյալ կուլտուրայի բազմացման ակտիվության աստիճանը, որը կախված է ոչ միայն բազմացման միջավայրի կոմպլեքս պայմաններից, այլև միարջիջ ջրիմուռների տվյալ տեսակի հատկանիշներից:

Միարջիջ կուլտուրաների բերքատվության բարձր ցուցանիշների կարելի է հասնել նաև միարջիջ ջրիմուռների առավել ակտիվ ձևերի հայտնաբերմամբ և մշակմամբ: ՍՍՌՄ-ում և արտասահմանյան շատ երկրներում ջրիմուռաբուծական սելեկցիոն աշխատանքները տարվում են երկու ուղղությամբ՝

ա) բնական պայմաններում արագ բազմացող գաղութների ընտրություն,

բ) արագ բազմացող զաղութների ժառանգական հատկանիշների աստիճանական դարգացում լաբորատոր և կիսաարտադրական պայմաններում:

Ներկայումս ՍՍՌՄ-ում և արտասահմանում հայտնաբերված են միարջիջ ջրիմուռների մի քանի ցեղերի (*Chlorella*, *Lagerheima*, *Tolypothrix*) պատկանող ակտիվ ձևեր, որոնք շատ արագ են բազմանում [10, 25]:

Պետք է ասել, սակայն, որ բնական պայմաններում արագ աճող ջրիմուռների բազմացման ակտիվությունն ավելի կայուն է, քան բազմացման միջավայրի կոմպլեքս պայմանների արհեստական փոփոխման եղանակով «բուծված» ջրիմուռների բազմացման ակտիվությունը: Դրա պատճառն այն է, որ միարջիջ ջրիմուռները բավական ճկուն միկրոօրգանիզմներ են, որոնք համեմատաբար կարճ ժամանակի ընթացքում համակերպվում են միջավայրի կոնկրետ պայմաններին. արտադրական պայմաններում բավական է, որ ջրիմուռների, այսպես կոչված, «ակտիվ» ձևերի բազմացման արագության վրա ազդող այս կամ այն գործոնը մի քանի օր զգալիորեն շեղվի լաբորատոր բուծման ժամանակաշրջանում այդ նույն գործոնի շափերից, որպեսզի այդ ջրիմուռները չկարողանան ծավալել և աստիճանաբար կորցնեն արագ բազմանալու իրենց առանձնահատկությունը [26]:

6.

Ջրիմուռների մասսայական բազմացման ավազաններում (թե՛ ծածկված և թե՛ անծածկ) աճում են մի շարք միկրոօրգանիզմներ (պրոտոզոաներ, սնկեր, բակտերիաներ), որոնք մեծ վնաս են հասցնում միարջիջ կուլտուրաներին: Հաճախ է պատահել, որ ամբողջ կուլտուրան մեկ կամ երկու օրում ոչնչացվել է նշված միկրոօրգանիզմների կողմից, որոնց գործունեության ամենաեռուն շրջանը, բազմացման անծածկ սարքերում, ամսուն է:

Կուլտուրաների բարձր բերքատվությունն ապահովելու համար անհրաժեշտ է բազմացման հեղուկ միջավայրը ախտազերծել այնպիսի անտիբիոտիկների միջոցով, որոնք վնաս չեն հասցնում միարջիջ ջրիմուռներին և, սակայն, հուսալի կերպով կանխում են պարազիտների զարգացումը:

Ախտազերծման համար փորձարկված մի շարք անտիբիոտիկներից լավ արդյունք են տվել կոլիմիցինը, պենիցիլինը, լեոմիցետինը, որոնք իրենց ախտահանիչ ներգործությունը պահպանում են բավական երկար ժամանակ (շարունակ աճող կուլտուրաների մոտ առնվազն երկու շաբաթ). լավ արդյունք են տալիս նաև բիոմիցինը (500 միավ./լ) և տետրացիկլինը (25000 միավ./լ) [27]:

Անտիբիոտիկների ազդեցությունը կախված է նրանց կոնցենտրացիայից, սննդամիջավայրի բաղադրությունից, բազմացման պայմաններից, ինչպես նաև համեմատաբար բարձր դոզաներին ջրիմուռների աստիճանական ընտելացումից [27]:

Միարջիջ ջրիմուռների արդյունաբերական բազմացման համար կատարելապործված սարքավորումների ստեղծումը պայմանավորված է ջրիմուռների զարգացման բիոլոգիական օրինաչափությունների խոր ճանաչումով:

Կուլտուրաների բարձր եկամտաբերությունը, փակ թե՛ բաց սխառեմներում, կարելի է ապահովել միայն այն ժամանակ, երբ բազմացումն արագացնող բիոտեխնիկական բոլոր միջոցառումները հիմնված կլինեն նկարագրված գործոնների կոնկրետ պայմաններում ուսումնասիրության վրա:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Гаевская Н. С. Природа, 4, 1956
2. Wassink E., Kok B., Oorschot J. Algal culture, p. 55—62, 1953.
3. Emerson R., Arnold W. J. General physiology, 16, 1932.
4. Garner W., Allard H. J. Agricultural research, 42, 1931.
5. Iggena M. S. Arch. mikrobiol. 9, 1938.
6. Tamiya H. Ann. rev. plant phys., vol. 8, 1957.
7. Tamiya H., Shiba Y. Studies from Togukawa Inst., 6, 1—42, 1949.
8. Гаевская Н. С. Бюл. Моск. общ. испыт. природы, 2, 1955.
9. Белл Л. И., Меринова Г. Л. Физиология растений, т. 8, в. 2, 1961.
10. Moysse A. L'année biologique, t. 32, fasc. 3—4, 1956.
11. Spoehr H. A., Milner H. Plant physiology, 1, 1949.
12. Myers J. Ann. rev. microbiol. 5, 1951.
13. Пиневич В., Верзилин Н., Маслов Ю. Вестник Ленинградского университета, 9, 1961.
14. Moysse A. Revue générale de botanique, t. 64, 1956.
15. Van Oorschot J. L. Com. 8-e Cong. internat. bot., Sect. 11a, 1954.
16. Krauss R. W. Algal culture, 85—102, 1953.
17. Pirson A. Com. 3-e Cong. internat. bot., Section 11a, 1954.
18. Myers J., Phillips J., Graham J. Plant physiology. 26, 1951.
19. Anne J. Comptes rendus Acad. Sci. vol. 242, № 9, 1956.
20. Пиневич В. и др. Научные доклады высш. школы, Биол. науки, 3, 1961.
21. Myers J. Algal culture, 37—54, 1953.
22. Steeman-Nielsen E. Phys. plant. 8, 1955.
23. Emersor R., Green L. Plant phys. 13, 1938.
24. Myers J., Johnston J. Plant phys. 1, 111—119, 1949.
25. Tamiya H. Bulletin of Togukawa Inst. for biological research, Vol. VIII, № 1, 1951.
26. Milner H. W. Algal culture, 134—135, 1953.
27. Максимова Н. В. и др., Спекторов и др. Всесоюзное совещание по культивированию одноклеточных зеленых водорослей (тезисы докладов), Ленинград, 1961.

ԽՄԲԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ԿՐՂՄԻՑ

Վերջին տարիներս թե Սովետական Միության մեջ և թե արտասահմանում անել է հետաfrհրությունը դեպի միաբնակ կանաչ ջրիմուռների արհեստական մշակույթը:

Այդ հետաfrհրությունը բացատրվում է կանաչ մանրէջրիմուռների զանգվածի կազմությամբ՝ նա պարունակում է մեծ քանակությամբ սպիտակուցներ, ածխաջրատներ և նախ ու կարող է օգտագործվել որպես անասնակեր, ինչպես և սննդամթերք:

Քլորելլայի սննդառության, անի և մշակույթի վերաբերյալ Հայաստանում նախապատրաստական աշխատանքներ են սկսվել Գիտությունների ակադեմիայի Ագրոֆիմիայի լաբորատորիայում:

Գրականության տվյալներից օգտվելով այս մշակույթի մասին ամենաընդհանուր տեղեկություններ են ամփոփված Ն. Պ. Հարությունյանի ռեֆերատի մեջ, որն օգտակար կլինեի պատկերացում կազմելու միաբնակ կանաչ ջրիմուռների մշակույթի մասին: