

582.261/279; 621.357.74:76

**BIR HUJAYRALI YASHIL SUV O'TLARINI MEXANIK USULDA  
YETISHTIRISH**

**Mavlanov Sabirjan Ibadullayevich -v.f.d., professor.**

Baliqchilik ilmiy-tadqiqot instituti ilmiy ishlar bo'yicha direktor o'rinbosari;

**Xolikov Abdiravub Mamaraximovich-t.f.n., dotsent.**

Baliqchilik ilmiy-tadqiqot instituti ilmiy kotibi;

**Temirova Nilufar Tojinorovna-q.x.f.f.d., (PhD)**

Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universitetining Toshkent filiali "Zooinjeneriya va ipakchilik" kafedrasida katta o'qituvchisi

**Raxmatova Sayyora Komiljon qizi-b.f.f.d., (PhD)**

Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universitetining Toshkent filiali "Zooinjeneriya va ipakchilik" kafedrasida assistenti

**Annotatsiya.** Maqolada yashil suv o'tlarini yetishtirishda mexanik usuldan foydalangan holda bioreaktor qurilmasi orqali fotosintezlanuvchi mikroorganizmlar tomonidan yorug'likni yutish koeffitsiyentini oshirish va bioreaktorning unumdorligini sezilarli darajada oshirish qaratilgan bo'lib, nurlantirgichlar sifatida yarimo'tkazgichli yorug'lik manbalaridan foydalanish va kultivatsiya jarayonini avtomatlashtirishga qaratilgan.

**Kalit so'zlar:** bioreaktor, mini elektrodvigatel, mikroorganizm, fotosintez, suspenziya, reaktiv, rezervuar, shkiv, natriyli lampa.

**Kirish.** Suv o'tlarini o'stirish qishloq xo'jaligi va sanoatni rivojlantirishning istiqbolli yo'nalishi hisoblanadi. Ko'pgina mamlakatlarda yetishtirish jarayonining samaradorligi va barqarorligini oshirishga qaratilgan tadqiqotlar olib borilmoqda. Vertikal dengiz fermalari va aqlli boshqaruv tizimlaridan foydalanish kabi texnologiyalar unumdorlikni oshirishi va atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirishi mumkin.

Suv o'tlarini yetishtirish iqtisodiyotning turli sohalarida barqaror rivojlanish va yangi imkoniyatlar yaratishga hissa qo'shadigan muhim tarmoq hisoblanadi. O'zining ekologik afzalliklari va keng ko'lamli foydalanish imkoniyatlari tufayli suv o'tlari kelajak avlodlar uchun tobora muhim va istiqbolli resursga aylanib bormoqda[2].

Yashil suv deb ataladigan xlorella va xlamidomonadalarning aralash qorishmasi Yaponiya va boshqa mamlakatlarda zooplankton organizmlarni oziqlantirish uchun keng qo'llaniladi, bu esa o'z navbatida baliq lichinkalari va krevetkalar uchun ozuqa bo'lib xizmat qiladi. Bir hujayrali suv o'tlari ustritsalar, midiyalar, dengiz taroqlari va boshqa mollyuskalarni oziqlantirish uchun ishlatiladi. Ma'lum bo'lishicha, oqava suvlarda plankton suv o'tlarini o'stirish mumkin, bu esa dengiz hayvonlarini o'stirishni ancha arzonlashtiradi.

Saqlash sharoitlarini (harorat, yorug'lik, tuz va gaz tarkibi va boshqalar) sun'iy ravishda o'zgartirib, organik va mineral moddalar miqdori turlicha bo'lgan suv o'tlari massasini olish mumkin. Shunday qilib, sharoitni tartibga solib, fotosintez jarayonini yo'naltirish, kerakli kimyoviy tarkibdagi tirik moddani ishlab chiqarishga erishish

mumkin. Bir xil xlorella aralashmasida hujayralardagi yog‘ miqdorini 4,5 dan 85,6% gacha (quruq modda hisobida), oqsillar — 8,7 dan 58% gacha, uglevodlar — 5,7 dan 37,5% gacha o‘zgartirishga erishildi[8].

Xlorella odatda 10-15 sm chuqurlikdagi basseynlarda 1 l suvda 1-2 g biomassaga teng bo‘lgan suv o‘tlari konsentratsiyasiga erishguncha o‘stiriladi. Ba’zi qurilmalarda 1 m<sup>2</sup> yuzadan tarkibida 50% gacha oqsil moddalari bo‘lgan 20-30 g suvo‘tlarning quruq moddasi olinadi. Xlorellada oqsil moddalar dukkakli o‘simliklardagidan 2-marta, bug‘doydagidan 4-marta ko‘p.

Bir hujayrali suv o‘tlaridan ishlab chiqariladigan oqsil mahsulotlari odamlarni oziqlantirish uchun ham, qishloq xo‘jalik hayvonlari ozuqasiga qo‘shimcha sifatida ham ishlatilishi mumkin. Xlorella suspenziyasini hayvonlar ratsioniga qo‘shish sutkalik semirishni 15-20% ga oshirish imkonini beradi. Bir hujayrali suvo‘tlardan oqsil olish yo‘li bilan uni chorvachilikda baliq va soya uni o‘rnida ishlatish mumkin. Shu maqsadda Yaponiyada yiliga 200 ming tonnagacha oqsil konsentrati ishlab chiqaradigan zavod qurilmoqda.

Xlorella hujayralarining qobiqlari (tegishli ishlov berilmasa) oshqozon shirasi ta’siriga chidamli, bu esa suv o‘tlarining qishloq xo‘jaligi hayvonlari va odam oshqozonida hazm bo‘lishiga to‘sqinlik qiladi. Suvo‘tlarning quruq hujayra massasi sharli tegirmonlarda maydalanadi, vodorod peroksid bilan ishlov beriladi, xom suvo‘tlar teshikli disk orqali siqib chiqariladi va hokazo[1]. Hujayra qobiqlarini parchalashning juda samarali usuli Chexoslovakiyalik olimlar tomonidan taklif etilgan. Xom xlorella go’shti maxsus qurilmalarga yuklanadi va 0,5 MPa (5 kgk/sm<sup>2</sup>) bosim ostida issiqlik bilan ishlov beriladi. Natijada tarkibida inson va hayvonlar tomonidan oson o‘zlashtiriladigan ozuqa moddalari bo‘lgan yashil rangli kukun olinadi.

Bir hujayrali suv o‘tlarining qishloq xo‘jaligida qo‘llanilishi faqat chorvachilik bilan cheklanmaydi. Ularni tuproqqa solish ayrim donli ekinlar hosildorligini o‘rtacha 15% ga oshirish imkonini beradi.

Bir hujayrali suv o‘tlarini keng miqyosda o‘stirish uchun yana bir qator muammolarni hal qilish kerak. Shunday qilib, suv havzalarida o‘stirish uchun suv o‘tlarining yuqori konsentratsiyasiga qaramay, ularni yig‘ish jarayoni katta mehnat sarfini talab qiladi. Dastlab suv o‘tlari dastlabki konsentrlanadi, so‘ngra oxirgi konsentrlanadi va quritiladi.

Birinchi bosqichda suv o‘tlari flotatsiya yoki doimiy ishlaydigan sentrifugalarda sentrifugalash yo‘li bilan quyushtiriladi. Bir hujayrali suvo‘tlarni uzil-kesil konsentrlash davriy ishlaydigan sentrifugalarda, sintetik materiallardan yasalgan filtrlar orqali filtrlash, suvni quyoshda bug‘latish va hokazolar bilan amalga oshiriladi. Natijada tarkibida 8-10% quruq modda bo‘lgan massa hosil bo‘ladi. Hujayra massasi oxirgi konsentrlangandan so‘ng uning tarkibidagi namlik 10-12% bo‘lguncha quyidagi usullar bilan quritiladi: sublimatsion quritish, azeotrop quritish, hujayra massasini purkab quritish va konveyer tipidagi quritgichlarda quritish[3].

**Material va metodlar.** Akvariumda baliq yetishtiruvchilar tomonidan baliq lichinkalari va chavoqlarini boqish uchun foydalaniladigan ko‘plab uy sharoitida o‘stiriladigan organizmlar filtrlar bo‘lib, ular bir hujayrali achitqi zamburug‘lari, bakteriyalar va bir hujayrali suv o‘tlaridan oziqlanish uchun foydalanadi. Bir

hujayrali suv o'tlari oqsillar, yog'lar va uglevodlarga boy. Baliqlar uchun ular ko'pincha vitaminlar, almashinmaydigan aminokislotalar, almashinmaydigan yog' kislotalari, shuningdek, o'stiriladigan ozuqa organizmlarining normal o'sishi va rivojlanishi, shuningdek, akvarium baliqlari lichinkalari va chavoqlarining to'liq rivojlanishi uchun zarur bo'lgan karotinoid pigmentlarining asosiy manbai hisoblanadi. Odatda kolovratkalar, jabraoyoqlilar, kurakoyoqlilar va shoxdor mo'ylovli qisqichbaqalarni o'stirishda asosiy yoki qo'shimcha ozuqa sifatida foydalaniladigan bir hujayrali suvo'tlar shartli ravishda chuchuk suv va dengiz suvo'tlariga bo'linadi. Chuchuk suv o'tlaridan ko'pincha yashil xivchinlilar (*Phacus*, *Euglena viridis*) va protokokkli suv o'tlari (*Scenedesmus*, *Spirulina*, *Chlorella*); dengiz suv o'tlaridan — *Dunaliella tertiolecta*, *Nephrochloris salina*, *Isochrysis galbona*, *Monochrysis lutheri*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Platymonas viridis*, shuningdek dengiz xlorellasi (*Chlorella sp.f.marina*) o'stiriladi[4].

Xlorella yetishtirishning bugungi kunda turli usullarda olib yuborilishi, iqtisodiyot, texnika va texnologiyalarning rivojlanishiga bog'liq. Buning uchun bioreaktorlardan foydalanish ancha samara beradi. Chunonchi, bioreaktorning vazifasi fotosintezlanuvchi mikroorganizmlar tomonidan yorug'likni yutish koeffitsiyentini oshirish va bioreaktorning unumdorligini sezilarli darajada oshirishdan iborat.

Shunday bir usullaridan biri mexanik usulda olib borish yetishtirishning samaradorligini 2-3 barobarga oshirish imkoniga ega. Bunda fotosintezlovchi mikroorganizmlarning yorug'likni yutish koeffitsiyentini oshirish va bioreaktorning unumdorligini sezilarli darajada oshirishdan iborat.

Stanina va ramada yashil suvo'tlar fotosintezi uchun bioreaktor qurilmasi o'rnatilgan[5]. Asosiy korpus kub shaklidagi shisha idishdan iborat bo'lib, uning tashqi yuzasi 5 mm qalinlikda, qarama-qarshi tomoni esa folga bilan qoplangan. Uning bir tomoniga natriyli lampa o'rnatilgan, shuningdek, biologik eritmani joylashtirish uchun vintli o'tkazgich orqali patrubok mavjud. Haroratni doimiy nazorat qilish uchun harorat datchigi o'rnatilgan[6].

Xlorellani o'stirish uchun ochiq silindrsimon stakan (qalinligi  $b = 5$  mm) (bioreaktor) uning rezervuar stendida aylanishi hisobiga amalga oshiriladi. Bioreaktorning aylanishi kichik shkiv yordamida amalga oshiriladi, u mini-elektrovdigatel orqali uzatiladi va lentali konveyer orqali uzatiladi. Katta va kichik shkivlar diametrini tanlash, aylanishlar soni (tezligi) tasmali uzatma yordamida rostlanadi. Bunda katta shkivning harakati shisha idishning kichik tezlikda aylanishiga bog'liq.

Ushbu yashil suv o'tlari bioreaktivi quyidagicha ishlaydi: Biologik eritma silindrsimon shisha idish (qalinligi  $b = 5$  mm) ga naycha orqali quyiladi. Biologik eritma mikroorganizmlarning rivojlanishi uchun zarur bo'lgan komponentlarni o'z ichiga oladi, masalan (g/l):  $\text{NH}_4 \text{Cl} - 0,5$ ;  $\text{Mg SO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O} - 0,02$ ;  $\text{K H}_2 \text{PO}_4 - 0,72$ ;  $\text{Cu SO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O} - 0,0016$  va pH ko'rsatkichi 6-7 bo'lgan boshqalar[3].

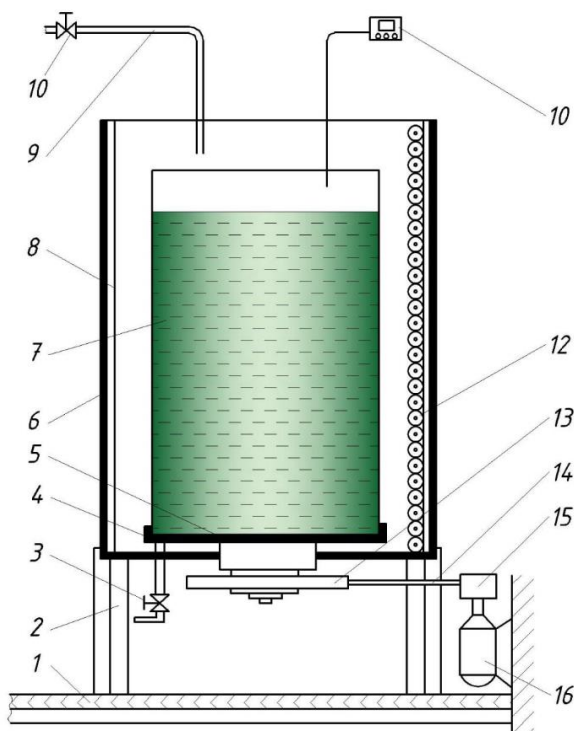
So'ngra xlorella suspenziyasi kiritiladi va suspenziya ballondan kran orqali beriladigan tarkibida 2% gacha karbonat angidrid gazi bo'lgan gaz aralashmasi bilan to'yintiriladi. Bunda ta'minot kuchlanishli natriyli lampa yoqiladi. u spiralsimon joylashgan bo'lib, konteynerdagi biomaterialni yoritishni ta'minlaydi. Reaksiya

muhitining harorati termometr bilan nazorat qilinadi, u 28,5...30 °C dan oshmasligi kerak.

Rezervuardagi xlorella harorati lampochkalar soni, quvvati va kuchlanishini lampochkalar quvvatiga bog'liq holda o'zgartirish yo'li bilan nazorat qilinadi. Lampalar yordamida xlorellaga berilayotgan yorug'lik oqimi rostlanadi va fotosintez jarayonining optimal borishi ta'minlanadi[7].

Boshlang'ich davrda kichik elektrodvigatel kichik shkiv yordamida boshqariladi va harakat tasmali uzatma orqali katta shkiv ga uzatiladi, bunda tasmali uzatmaning ulanishi va kichik elektrodvigatelning texnologik quvvati kosa o'qining sekin aylanishini ta'minlaydi. Idishning shpindelini shu tariqa aylantirilsa, reaksiya aralashma ma'lum vaqt davomida aralasha boshlaydi. Bunda xlorellaning o'sish jarayoni boshlanadi va 2-4-marta ortadi[5].

Suspenziyaning optik zichligi taxminan 40-50 million hujayraning maksimal qiymatiga qarab aniqlanadi va tayyor biomassani uzatish quvuri orqali avtomatik ravishda to'kish uchun boshqaruv signalini ta'minlaydi[9]. Yuqorida ko'rsatilgan tezlik, aylanishlar soni, harorat va yorug'lik oqimini o'zgartirib, xlorellaning o'sish bosqichlarida (1 sutka, 2 sutka...8 sutka) kerakli optimal rejimni ta'minlash mumkin.



**Natijalar.** Har xil bir hujayrali suvo'tlarning muhim xususiyati ularning katta-kichikligi, qobiq'ida tikanchalar va o'simtalar borligi, filtrator organizmida hazm bo'lish darajasidir. Masalan, ko'pchilik kolovratkalar uchun suvo't hujayrasining ruxsat etilgan o'lchami 15 mkm dan oshmaydi, artemiya naupliylari va streptotsefaluslar uchun — 25 mkm, voyaga yetgan qisqichbaqalar uchun — 40-50 mkm.

Kolovratkalar uchun tikanlari va qobiq o'simtalarini bo'lgan turlar (*Scenedesmus*, *Phaeodactylum*) maqbul emas[7]. Suvo'tlar zaharsiz (ko'k-yashil suvo'tlar zaharli), oson hazm bo'ladigan hujayra qobiq'iga ega, oson o'stiriladigan bo'lishi kerak. *Platimonus*, *dunaliyella* va *monoxrizis* suvo'tlarining ijobiy xususiyati ularning

hujayralarida zich qobiqning yo'qligi va natijada ularning hazm bo'lishining osonligi, *ssenedesmus*da — o'stirishning osonligi, xlorella kultivator devorlariga joylashmaydi va tezda bo'linadi, shu bilan birga tinch holatdagi sistalar hosil qilmaydi, *dunaliyella* juda egiluvchan va muhitning kimyoviy tarkibiga ham, tuzlarning umumiy konsentratsiyasiga ham oson moslashadi. Fitoplankton blokini uy sharoitida tashkil etish uchun suv o'tlarini o'stirish yoki ozuqa obyektlariga ixtisoslashgan biron-bir ilmiy yoki ishlab chiqarish laboratoriyasidan toza suv o'tlari kulturasini olish maqsadga muvofiqdir.

O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida xlorellaning turli shtamlari va turli sharoitlarda o'sishi, mahsuldorligi hamda ochiq fotobioreaktorlarda ko'paytirish imkoniyatlari baholandi. Tajribalar shuni ko'rsatdiki, *Chlorella sp<sup>2</sup>* laboratoriya sharoitida (distillangan suv, sun'iy yoritish) yaxshi rivojlansada, tarkibida yuqori mineralizatsiyaga ega bo'lgan tabiiy suvga moslasha olmadi, natijada ochiq tizimlarda ommaviy yetishtirish uchun yaroqsiz bo'lib qoldi. Aksincha, *Chlorella vulgaris* tabiiy suv sharoitiga moslashtirilgan shtamm sifatida ochiq fotobioreaktorlarda barqaror o'sish ko'rsatdi. 400 litrli evrokubda 7 kun davomida hujayralar soni 110 mingdan 1,46 mln/ml gacha oshdi. Biroq haroratning 30–31 °S dan yuqorilashi va pHning 9 gacha ko'tarilishi o'sishni keskin sekinlashtirib, hujayralarning nobud bo'lishiga olib kelishi aniqlandi. Bu esa ochiq tizimlarda optimal haroratni saqlash muhimligini tasdiqlaydi[6].

Katta hajmli (7 tonnalik) hovuzlarda haroratning keskin ko'tarilishi sababli xlorella barqaror o'sish ko'rsatmadi. Eng yaxshi natijalar beton kanallarda, ularning termal barqarorligi, yorug'likning teng taqsimlanishi va laminarning oqim shakllanishi tufayli kuzatildi. Ushbu sharoit xlorellaning tez o'sishi va yuqori biomassaga erishishini ta'minladi.

Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, xlorellani ommaviy ko'paytirish uchun eng maqbul yechim — avval o'rta hajmli (400 l) fotobioreaktorda boshlang'ich suspenziya tayyorlash, so'ng uni beton kanallarda ko'paytirishni davom ettirishdir. Bu yondashuv qisqa muddatda ko'p miqdorda biomassaga erishish va uni baliqchilik xo'jaliklari suv havzalarida samarali qo'llash imkonini beradi. Ammo, hozirda maxsus yuqorida keltirilgan avtomatlashgan bioreaktor tufayli bir hujayrali suv o'tlarni yetishtirish bir muncha qulay hisoblanadi. Shunga ko'ra, xlorella, spirulina kabi suv o'tlari ushbu qurilmada belgilangan haroratda hujayralar zichligi bo'yicha 1 ml<sup>2</sup> da 30 mln dan oshishi hamda mahsuldor bo'lishi kuzatildi. Demak, ochiq usulda yetishtirishda hujayralar zichligi yuqori bo'lmasdan, tashqi muhit haroratiga bog'liq holda suspenziya olinadi. Taklif qilingan ushbu qurilmada esa suspenziyada hujayralar zichligi yuqoriligi va samaradorligi bilan ochiq usuldan farq qiladi.

**Xulosa.** O'tkazilgan keng qamrovli tahlillar va tajribalar shuni ko'rsatdiki, bir hujayrali suv o'tlari, xususan xlorella va boshqa suv o'tlarning sanoat va qishloq xo'jaligida qo'llanish imkoniyatlari nihoyatda keng bo'lib, ularni yetishtirish jarayoni iqtisodiy samaradorlik va ekologik barqarorlikni oshirishda muhim omil hisoblanadi. *Chlorella sp<sup>2</sup>* laboratoriya sharoitida yuqori o'sish ko'rsatkichlariga ega bo'lsa-da, tabiiy mineralizatsiyasi yuqori bo'lgan suvga moslasholmasligi sababli ochiq tizimlarda ommaviy yetishtirish uchun yaroqsizligi aniqlandi. Aksincha, tabiiy suvga moslashgan *Chlorella vulgaris* shtammi ochiq fotobioreaktorlarda barqaror rivojlanib, 7 kun ichida hujayra zichligi 1,46 mln/ml gacha yetdi. Biroq ochiq muhitda haroratning 30 °S dan yuqori ko'tarilishi va pH ning keskin o'zgarishi uning o'sishini cheklovchi asosiy omil bo'lib qoldi.

Tajribalarda aniqlanishicha, harorat va yorug'likning barqaror taqsimlanishini ta'minlaydigan beton kanallar xlorella massasi tez va intensiv ko'payadigan eng maqbul muhit bo'lib xizmat qiladi. Shuningdek, yarim avtomatik va avtomatlashtirilgan yopiq fotobioreaktorlar hujayra zichligini 1 ml da 30 mln gacha oshirish imkonini berib, ochiq yetishtirish usullariga nisbatan yuqori mahsuldorlik

ko'rsatdi. Bu esa mikroalgalarning sanoat miqyosida samarali ishlab chiqarilishini ta'minlashda innovatsion texnologiyalarning ustunligini ko'rsatadi.

Umuman olganda, bir hujayrali suv o'tlari – yuqori proteinli biomassaga ega, tez ko'payadigan, ekologik toza va qayta tiklanuvchi resurs sifatida – oziq-ovqat sanoati, chorvachilik, baliqchilik akvakulturasida va biotexnologik jarayonlar uchun istiqbolli xom ashyo hisoblanadi. Xlorella kabi suvo'tlarning boshqariladigan sharoitlarda yetishtirilishi kelajakda yem-xashak tannarxini kamaytirish, ekologik ifloslanishni pasaytirish va barqaror bioiqtisod tizimini shakllantirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

### Adabiyotlar

1. Учебное пособие «Современные методы выделения и культивирования водорослей» авторов Л. А. Гайсиной, А. И. Фазлутдиновой, Р. Р. Кабирова (Уфа, 2008).

2. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: в 3-х т. Т.1: Пер. с англ./ Под ред. Р. Сопера. М.: Мир, 1996. 368 с.

3. Культивирование коллекционных штаммов водорослей / Под ред. Б. В. Громова. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. 152 с.

4. Масюк Н. П. Морфология, систематика, экология, географическое распространение рода Дуналиелла Теод. Киев: Наук. думка, 1973. 244 с.

5. Л. А. Андриенко, Б. А. Байков, И. К. Ганулич, А. В. Клыпин, Д. Н. Решетов, О. А. Ряховский, В. П. Тибанов, М. В. Фомин, С. А. Шувалов. Детали машин. Москва Издательство МГТУ имени Н. Э. Баумана 2007.

6. Теория механизмов и механика машин / Под ред. К. В. Фролова. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002.

7. Allen E. A. D., Gorham P. R. Culture of planktonic cyanophytes on agar / Carmichael W. W. The Water Environment: Algal Toxins and Health. Plenum Publishing Corp., New York. 1981. P. 185-192.

8. Гинатулина Е. Н., Туйчиев К. С., Рахимджанова Э. Х. Выращивание хлореллы открытым способом для повышения продуктивности рыбоводных прудов // Научные труды Далрыбвтуза. 2022. Т. 61, № 3. С. 50–56.