QO‘QON DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI ILMIY XABARLARI
(2026-yil 10-son)
TABIIY FANLAR
NATURAL SCIENCES
https://doi.org/10.70728/a.series.tab.v08.i10.003

BUXORO VILOYATI BALIQCHILIK HOVUZLARI OQOVA SUVLARIDA YETISHTIRILGAN *LEMNA GIBBA* L. BIOMASSASINING MINERAL TARKIBI VA BALIQCHILIKDA OZUQAVIY AHAMIYATI

Jalolov Elbek Baxshilloyevich
Buxoro davlat universiteti
e.b.jalolov@buxdu.uz;
https://orcid.org/0009-0003-8000-6225

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda baliqchilik hovuzlari oqova suvi va Hoagland 0,1× muhitida yetishtirilgan *Lemna gibba* biomassasining mineral tarkibi qiyoslandi. Oqova suv variantida N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn va Zn yuqori, Na esa past bo‘lib, ozuqaviy ustunlik hamda baliqchilik ahamiyati aniqlandi.

Kalit so‘zlar: *Lemna gibba*, ryaska, biomassa, akvakultura, oqova-suv, minerallar, azot, fosfor, kaliy, natriy, mikroelementlar, fitoremediatsiya.

Аннотация. В исследовании сопоставлен минеральный состав биомассы *Lemna gibba*, выращенной в стоках рыбоводных прудов и среде Хоагланда 0,1×. В сточном варианте содержание N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn и Zn было выше, а Na ниже, что подтверждает кормовую перспективность биомассы.

Ключевые слова: *Lemna gibba*, ряска, биомасса, аквакультура, стоки, минералы, азот, фосфор, калий, натрий, микроэлементы, фиторемедиация.

Abstract. This study compared mineral composition of *Lemna gibba* biomass cultivated in fish-farm effluent and 0.1× Hoagland medium. Effluent-grown biomass contained higher N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn and Zn but lower Na, indicating nutrient balance and aquaculture feed potential.

Keywords: *Lemna gibba*, duckweed, biomass, aquaculture, wastewater, minerals, nitrogen, phosphorus, potassium, sodium, microelements, phytoremediation.

KIRISH: Buxoro viloyati baliqchilik hovuzlarida hosil bo‘ladigan oqova suvlar azot, fosfor, kaliy va boshqa mineral elementlarni saqlashi sababli ularni yuksak suv o‘simliklari yordamida qayta o‘zlashtirish ekologik hamda biotexnologik ahamiyatga ega. Suzuvchi suv o‘simliklar biomassasi suvdagi biogen elementlarni tez o‘zlashtirib, oqsil va mineral moddalarga boy ozuqa xomashyosiga aylantira oladi [1]. *Lemna gibba* kommunal oqova suvda ammoniyni faol o‘zlashtirib, yuqori protein hosildorligini ta’minlashi ko‘rsatilgan [2]. Suzuvchi suv o‘simliklar qoplamali tizimlarda *L. gibba* azot va fosforning sezilarli qismini bevosita biomassaga biriktiradi [3], O‘rta yer dengizi sharoitidagi bioreaktorlarda esa yuqori biomassa mahsuldorligi va N hamda P retensiyasi qayd etilgan [4]. Shu bilan birga, suvning

minerallashuvi va sho‘rlanishi *L. gibba* o‘sishini cheklashi mumkin [5]. Lemna biomassasidagi mineral va mikroelementlar miqdori yetishtirish sharoitiga kuchli bog‘liq bo‘lib, bu holat uning ozuqaviy qiymati va xavfsizligini belgilaydi [6]. Zamonaviy akvakultura adabiyotlarida duckweedlar, jumladan Lemna turlari, baliq yemlarida istiqbolli o‘simlik oqsili va mineral manbai sifatida baholanmoqda [7].

Oqova suv tizimlarida *L. gibba* mikroelementlar to‘planishiga sezgir bo‘lib [8], minerallashuv oshganda Na bilan bog‘liq ion stressi kuchayadi [9]. O‘simlik fiziologiyasida yuqori Na^+ esa K^+ gomeostazini buzuvchi muhim sho‘rlanish mexanizmlaridan biri hisoblanadi [10].

Tadqiqot Buxoro viloyati baliqchilik hovuzlaridan chiqadigan oqova suv va Hoagland 0,1× muhitida yetishtirilgan *Lemna gibba L.* biomassasining mineral tarkibini qiyosiy baholash hamda baliqchilikda ozuqaviy istiqbolini asoslashdan iborat bo‘ldi.

Biomassadagi N, P, K, Ca, Mg va Na miqdorini aniqlash; Fe, Mn va Zn to‘planishini qiyoslash; Na to‘planishi va K/Na nisbatidagi o‘zgarishni baholash; yetishtirish muhitining mineral ozuqaviy sifatga ta’sirini tahlil qilish; olingan natijalar asosida *L. gibba* biomassasini baliqchilik uchun qo‘shimcha ozuqa xomashyosi sifatida baholash kabi muhim ma’lumotlar ilmiy asoslngan.

METODOLOGIYA: Tadqiqotda *Lemna gibba* L. biomassasi ikki sharoitda: baliqchilik hovuzlaridan chiqadigan oqova suvda va Hoagland 0,1× ozuqa muhitida yetishtirildi. Biomassadagi N, P, K, Ca, Mg va Na foizda, Fe, Mn hamda Zn mg/kg birlikda qiyoslandi. O‘rtacha diapazonlar asosida Na ortishi va K/Na nisbatidagi o‘zgarish hisoblandi. Natijalar deskriptiv-qiyosiy usulda talqin qilindi hamda tegishli xalqaro ilmiy adabiyot ma’lumotlari bilan qiyosiy solishtirib baholandi.

TAJRIBA: Tajriba ikki qiyosiy variant asosida olib borildi. Birinchi variantda *Lemna gibba L.* baliqchilik hovuzlaridan chiqadigan oqova suv muhitida, ikkinchi variantda Hoagland 0,1× ozuqa muhitida yetishtirildi. Hosil qilingan biomassada asosiy makroelementlar (N, P, K, Ca, Mg, Na) hamda mikroelementlar (Fe, Mn, Zn) to‘planishi baholandi. Tahlil natijalari har bir element uchun qayd etilgan diapazonlar bo‘yicha qiyoslandi; Na va K ko‘rsatkichlari asosida ion muvozanatini tavsiflovchi K/Na nisbati hisoblandi.

1-jadval

***Lemna gibba* L. biomassasi mineral tarkibining yetishtirish sharoitiga bog‘liq o‘zgarishi**

№	Mineral ko‘rsatkich	Baliqchilik oqova suvi	Hoagland 0,1×
1	N, %	5,9–6,1	4,3–5,0
2	P, %	0,50–0,56	0,35–0,40
3	K, %	3,5–4,0	1,5–1,7
4	Ca, %	1,2–1,4	0,9–1,0
5	Mg, %	0,45–0,50	0,30–0,35
6	Na, %	0,4–0,45	2,5–3,0
7	Fe, mg/kg	780–820	500–550

8	Mn, mg/kg	240–280	200–220
9	Zn, mg/kg	120–150	60–80

NATIJALAR: Olingan natijalar yetishtirish muhitiga qarab mineral tarkibda aniq differensial o‘zgarishlar yuzaga kelganini ko‘rsatdi. Baliqchilik oqova suvida N miqdori 5,9-6,1% bo‘lgan bo‘lsa, Hoagland 0,1× muhitida 4,3-5,0% gacha kamaygan. P miqdori mos ravishda 0,50-0,56% va 0,35-0,40% ni tashkil etdi. K bo‘yicha farq yanada yaqqol: oqova suv variantida 3,5-4,0%, Hoagland 0,1× da esa 1,5-1,7% qayd etildi.

Ca miqdori oqova suv muhitida 1,2-1,4%, Hoagland 0,1× da 0,9-1,0%; Mg esa mos ravishda 0,45-0,50% va 0,30-0,35% bo‘ldi. Na miqdori buning aksi tarzida o‘zgardi: oqova suv variantida 0,40-0,45%, Hoagland 0,1× da 2,5-3,0% gacha oshdi. Diapazon markazlari bo‘yicha Na taxminan 6,5 marta ko‘paydi. K/Na nisbati 8,82 dan 0,58 gacha tushib, qariyb 15,2 marta pasaydi.

Mikroelementlar bo‘yicha oqova suv muhitida Fe 780-820 mg/kg, Mn 240-280 mg/kg va Zn 120–150 mg/kg bo‘ldi. Hoagland 0,1× variantida bu ko‘rsatkichlar mos ravishda 500-550, 200–220 va 60-80 mg/kg gacha kamaydi. Diapazon markazlari asosida Fe taxminan 34%, Mn 19%, Zn esa 48% ga past bo‘ldi. Natijalar oqova suv sharoitida fiziologik muhim mineral elementlarning nisbatan yuqori va Na ning past darajada to‘planganini ko‘rsatdi.

MUHOKAMA: Oqova suv muhitida N va P ning yuqoriroq to‘planishi Lemna turkumining suvdagi biogen elementlarni tez o‘zlashtirish qobiliyatiga mos keladi. *L. gibba* oqova suv tizimlarida ammoniy, umumiy azot va fosforni biomassaga biriktira olishi ilgari ham ko‘rsatilgan [2-4]. Shu jihatdan baliqchilik oqova suvi bir vaqtning o‘zida tozalash obyekti va o‘simlik biomassasi uchun mineral oziqa manbai sifatida qaralishi mumkin.

Hoagland 0,1× variantida Na ning keskin ko‘payishi va K/Na nisbatining qariyb 15 martaga pasayishi ion muvozanatining buzilganini ko‘rsatadi. *L. gibba* da sho‘rlanish ortishi biomassa hosil bo‘lishini cheklashi tajribaviy tasdiqlangan [5]. Yuqori Na^+ o‘simlik hujayralarida K^+ gomeostaziga xalaqit berishi, osmotik va ion stressini kuchaytirishi mumkin [10]. Shuning uchun K, Ca va Mg ning kamayishi faqat mineral miqdorning pasayishi emas, balki selektiv ion oziqlanishining o‘zgarishi sifatida ham talqin qilinadi.

Fe, Mn va Zn ning oqova suvda yetishtirilgan biomassada yuqoriroq bo‘lishi o‘sish muhiti mineral tarkibining duckweed biomassasiga bevosita ta’sir qilishini ko‘rsatadi. Lemna biomassasida mineral va iz elementlar konsentratsiyasi kultivatsiya sharoitiga kuchli bog‘liq [6], *L. gibba* esa oqova suvdan turli elementlarni faol o‘zlashtirish qobiliyatiga ega [8,9]. Bu xususiyat ozuqaviy jihatdan foydali bo‘lishi bilan birga, biomassani yem sifatida qo‘llashdan oldin og‘ir metallar va boshqa nojo‘ya elementlarni nazorat qilish zaruratini ham belgilaydi.

FAO sharhi va zamonaviy meta-tahlil duckweed biomassasining baliqchilikda ozuqa komponenti sifatidagi istiqbolini ko‘rsatadi [1,7]. Mazkur tadqiqotda oqova suvda yetishtirilgan *L. gibba* biomassasida N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn va Zn ning nisbatan yuqori, Na ning esa past bo‘lishi mineral ozuqaviy profilning qulayroq ekanini ko‘rsatdi. Biroq bu natijalar yem samaradorligini bevosita isbotlamaydi; amaliy qo‘llash uchun hazm bo‘lishi, xavfsizligi va baliq mahsuldorligiga ta’siri alohida oziqlantirish tajribalarida baholanishi zarur.

XULOSALAR: Baliqchilik hovuzlari oqova suvida yetishtirilgan *Lemna gibba L.* biomassasida N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn va Zn miqdori Hoagland 0,1× variantiga nisbatan yuqori, Na miqdori esa sezilarli past bo‘lib, mineral ozuqaviy profilning ustunligini ko‘rsatdi; Hoagland 0,1× sharoitida Na 2,5-3,0% gacha to‘planib, diapazon markazlari bo‘yicha taxminan 6,5 marta ortdi; K/Na nisbati esa 8,82 dan 0,58 gacha, ya’ni qariyb 15,2 marta pasaydi. Bu holat ion muvozanatining buzilganligini ko‘rsatuvchi muhim fiziologik indikator hisoblanadi; Oqova suvda olingan biomassaning muvozanatliroq mineral tarkibi *Lemna gibba* L. ni baliqchilikda qo‘shimcha ozuqa xomashyosi sifatida istiqbolli qiladi, biroq uning amaliy yem qiymati xavfsizlik va oziqlantirish sinovlari bilan tasdiqlanishi lozim.

ILMIY-AMALIY TAVSIYALAR: *Lemna gibba* L. biomassasini baliqchilik hovuzlaridan chiqadigan oqova suvda yetishtirishda suvning N, P, K, Na, mineralizatsiya va pH ko‘rsatkichlari muntazam monitoring qilinib, Na to‘planishini cheklovchi va K/Na nisbatini yuqori saqlovchi sharoitlar tanlansin; Oqova suvda yetishtirilgan biomassani baliq yemiga kiritishdan oldin Fe, Mn, Zn bilan birga Pb, Cd, As, Hg va boshqa xavfli elementlar, mikrobiologik ko‘rsatkichlar hamda antinutritiv birikmalar bo‘yicha majburiy xavfsizlik nazorati o‘tkazilsin; *Lemna gibba* L. ning yemdagi maqbul ulushini aniqlash uchun oq amur va boshqa maqsadli baliqlarda kamida uch konsentratsiyali, nazoratli oziqlantirish tajribalari o‘tkazilib, o‘sish sur’ati, yem konversiyasi, tirik qolish va fiziologik holat kompleks baholansin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

[1] Hasan, M.R.; Chakrabarti, R. (2009). Use of algae and aquatic macrophytes as feed in small-scale aquaculture: a review. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 531. Rome: FAO. 123 p. Elektron havola: https://www.fao.org/4/i1141e/i1141e00.htm

[2] Oron, G.; Porath, D.; Jansen, H. (1987). Performance of the duckweed species *Lemna gibba* on municipal wastewater for effluent renovation and protein production. Biotechnology and Bioengineering, 29(2), 258–268. Elektron havola: https://doi.org/10.1002/bit.260290217

[3] Körner, S.; Vermaat, J.E. (1998). The relative importance of *Lemna gibba L.*, bacteria and algae for the nitrogen and phosphorus removal in duckweed-covered domestic wastewater. Water Research, 32(12), 3651–3661. Elektron havola: https://doi.org/10.1016/S0043-1354(98)00166-3

[4] Ennabili, A.; Ezzahri, J.; Radoux, M. (2019). Performance of *Lemna gibba* bioreactor for nitrogen and phosphorus retention, and biomass production in Mediterranean climate. Journal of Environmental Management, 252, 109627. Elektron havola: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109627

[5] Demirezen Yilmaz, D. (2007). Effects of salinity on growth and nickel accumulation capacity of *Lemna gibba* (Lemnaceae). Journal of Hazardous Materials, 147(1–2), 74–77. Elektron havola: https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.12.047

[6] EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA) (2022). Safety of *Lemna minor* and *Lemna gibba* whole plant material as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. EFSA Journal, 20(11), e07598. Elektron havola: https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7598

[7] Minich, J.J.; Michael, T.P. (2024). A review of using duckweed (Lemnaceae) in fish feeds. Reviews in Aquaculture, 16(3), 1212–1228. Elektron havola: https://doi.org/10.1111/raq.12892

[8] Abhayawardhana, M.L.D.D.; Bandara, N.J.G.J.; Rupasinge, S.K.L.S. (2019). Removal of Heavy Metals and Nutrients from Municipal Wastewater using *Salvinia molesta* and *Lemna gibba*. Journal of Tropical Forestry and Environment, 9(2). Elektron havola: https://doi.org/10.31357/jtfe.v9i2.4469

[9] Topal, M.; Öbek, E.; Çelik, E.; Arslan Topal, E.I. (2026). Phytoremediation of elements in municipal wastewater treatment plant effluent by *Lemna gibba L.*: a full-scale study. International Journal of Phytoremediation, 1–15. Elektron havola: https://doi.org/10.1080/15226514.2026.2743765

[10] Munns, R.; Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59, 651–681. Elektron havola: https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911