NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI
ILMIY AXBOROTNOMASI, [2026-9]
ISSN:2181-1458
ISSN:2181-0427

03.00.00-BIOLOGIYA
journal.namdu.uz
BIOLOGICAL

BUXORO VILOYATI BALIQCHILIK HOVUZLARI OQOVA SUVLARIDA YETISHTIRILGAN AZOLLA CAROLINIANA WILLD. 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 azotsiz Hoagland 0,4× muhitida yetishtirilgan Azolla caroliniana biomassasining mineral tarkibi qiyoslandi. Oqova suv variantida N, K, Ca, Mg, Fe, Mn va Zn yuqori, Na esa past bo'lib, ozuqaviy ustunlik hamda akvakultura istiqboli aniqlandi.*

Kalit so'zlar: *Azolla caroliniana; azolla; biomassa; akvakultura; oqova suv; minerallar; azot; kaliy; natriy; mikroelementlar; fitoremediatsiya; baliqchilik.*

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ БИОМАССЫ AZOLLA CAROLINIANA WILLD., ВЫРАЩЕННОЙ НА СТОЧНЫХ ВОДАХ РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВ БУХАРСКОЙ ОБЛАСТИ, И ЕЁ КОРМОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ В РЫБОВОДСТВЕ

Аннотация: *В исследовании сопоставлен минеральный состав биомассы Azolla caroliniana, выращенной в стоках рыбоводных прудов и безазотной среде Хоглаида 0,4×. В сточном варианте содержание N, K, Ca, Mg, Fe, Mn и Zn было выше, а Na ниже, подтверждая высокую кормовую перспективность биомассы.*

Ключевые слова: *Azolla caroliniana; азолла; биомасса; аквакультура; стоки; минералы; азот; калий; натрий; микроэлементы; фиторемедиация; рыбоводство.*

MINERAL COMPOSITION OF AZOLLA CAROLINIANA WILLD. BIOMASS CULTIVATED IN THE EFFLUENT WATERS OF FISH PONDS OF BUKHARA REGION AND ITS NUTRITIONAL VALUE IN FISH FARMING

Abstract: *This study compared mineral composition of Azolla caroliniana biomass cultivated in fish-farm effluent and nitrogen-free 0.4× Hoagland medium. Effluent-grown biomass contained higher N, K, Ca, Mg, Fe, Mn and Zn but lower Na, indicating superior mineral balance and aquaculture potential.*

Keywords: *Azolla caroliniana; azolla; biomass; aquaculture; wastewater; minerals; nitrogen; potassium; sodium; microelements; phytoremediation; fishery.*

KIRISH: Buxoro viloyati baliqchilik hovuzlaridan chiqadigan 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. Azolla suv yuzasida tez biomassaga aylanadigan, simbiont sianobakteriya bilan azot almashinuvida ishtirok etadigan makrofit bo'lib, ozuqaviy va fitoremediatsion istiqbolga ega [1]. Fish-farm effluent sharoitida *Azolla caroliniana* o'sishi va suv sifatiga ta'siri bevosita baholangan [2]. Sho'rlanish esa Azolla cyanobiontida Na+ to'planishini kuchaytirib, K+/Na+ va Ca2+/Na+ nisbatlarini pasaytirishi, oqsil hamda nitrogenaza faolligini cheklashi ko'rsatilgan [3]. *Azolla caroliniana* ning ozuqaviy va mineral tarkibi kultivatsiya sharoitiga bog'liq bo'lib, K, Ca, P, Fe va boshqa elementlar uning biologik qiymatini belgilaydi [4]. Turli Azolla turlarida P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn va Fe to'planishi mavsum hamda turga qarab o'zgarishi aniqlangan [5].

Akvakulturada Azolla biomassasi baliq yemining muqobil komponenti sifatida istiqbolli hisoblanadi [6]. Akvakultura oqova suvida yetishtirilgan Azolla Pangasius catfish ratsionida qisman protein manbai sifatida samarali qo'llangan [7], yangi Azolla esa Nile tilapia oziqlantirish tajribalarida o'sish va fiziologik ko'rsatkichlarga ta'sir ko'rsatgan [8]. Biroq yuqori sho'rlanish mineral muvozanatni buzishi mumkin [9].

Zamonaviy oziqlantirish tajribalari Azolla ozuqaning samaradorligi uning tarkibi, qo'llash darajasi va baliq turiga bog'liqligini ko'rsatadi [10].

Tadqiqot baliqchilik hovuzlari oqova suvi va azotsiz Hoagland 0,4× muhitida yetishtirilgan *Azolla caroliniana* Willd. biomassasining mineral tarkibini qiyosiy baholash hamda baliqchilikdagi ozuqaviy istiqbolini asoslashdan iborat. N, P, K, Ca, Mg va Na miqdorini qiyoslash; Fe, Mn va Zn to'planishini baholash; Na va K/Na muvozanatini tahlil qilish; mineral tarkibdagi o'zgarishlarni stress fiziologiyasi bilan izohlash; olingan natijalarni akvakulturada foydalanish nuqtai nazaridan baholash kabi muhim vazifalar bajarilgan.

METODOLOGIYA: Tadqiqotda *Azolla caroliniana* Willd. biomassasi ikki sharoitda: baliqchilik hovuzlaridan chiqadigan oqova suvda va azotsiz Hoagland 0,4× ozuqa muhitida yetishtirildi. Biomassadagi N, P, K, Ca, Mg va Na foizda, Fe, Mn hamda Zn mg/kg birlikda qiyoslandi. Diapazonlarning o'rtacha qiymatlari asosida Na ortishi va K/Na nisbatidagi

o‘zgarish baholandi. Manba materialida instrumental protokol hamda biologik takrorlar soni ko‘rsatilmagani sababli natijalar deskriptiv-qiyosiy usulda ilmiy asosda batafsil ravishda talqin qilindi va xalqaro adabiyotlar bilan solishtirildi.

TAJRIBA: Tajriba ikki qiyosiy yetishtirish sharoitida tashkil etildi. Birinchi variantda *Azolla caroliniana* Willd. baliqchilik hovuzlaridan chiqadigan oqova suvda, ikkinchi variantda azotsiz Hoagland 0,4× ozuqa muhitida yetishtirildi. Hosil qilingan biomassada N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn va Zn miqdorlari baholandi. Mineral tarkib suv muhitining xususiyatlariga bog‘liq holda qiyoslandi; ayniqsa Na to‘planishi va fiziologik muhim K, Ca hamda Mg ning o‘zgarishiga e’tibor qaratildi.

1-jadval

***Azolla caroliniana* Willd. biomassasi mineral tarkibining turli yetishtirish sharoitlarida o‘zgarishi**

№	Mineral ko‘rsatkich	Baliqchilik oqova suvi	Azotsiz Hoagland 0,4×
1	N, %	4,3–4,8	3,0–3,4
2	P, %	0,45–0,50	0,40–0,50
3	K, %	2,8–3,0	1,9–2,4
4	Ca, %	1,0–1,3	0,8–1,0
5	Mg, %	0,30–0,40	0,25–0,30
6	Na, %	0,25–0,30	2,0–5,0
7	Fe, mg/kg	700–800	600–700
8	Mn, mg/kg	200–220	150–200
9	Zn, mg/kg	80–100	60–80

NATIJALAR: 1-jadval natijalari Azolla biomassasining mineral tarkibida yetishtirish muhitiga bog‘liq aniq differensial o‘zgarishlarni ko‘rsatdi. Baliqchilik oqova suvida N 4,3-4,8%, P 0,45-0,50%, K 2,8-3,0%, Ca 1,0-1,3% va Mg 0,30-0,40% bo‘ldi. Azotsiz Hoagland 0,4× muhitida bu ko‘rsatkichlar mos ravishda 3,0-3,4%, 0,40-0,50%, 1,9-2,4%, 0,8-1,0% va 0,25-0,30% gacha o‘zgardi.

Mineral tarkibdagi eng katta transformatsiya Na bo‘yicha kuzatildi. Oqova suv variantida Na 0,25-0,30% bo‘lgan bo‘lsa, azotsiz Hoagland 0,4× muhitida 2,0-5,0% gacha ko‘tarildi. Diapazon markazlari bo‘yicha Na 0,275% dan 3,5% gacha, ya’ni taxminan 12,7 marta ortdi. K/Na nisbati esa taxminan 10,55 dan 0,61 gacha kamayib, qariyb 17,2 marta pasaydi.

Mikroelementlar bo‘yicha Fe oqova suv sharoitidagi 700-800 mg/kg dan azotsiz Hoagland 0,4× da 600-700 mg/kg gacha, Mn 200-220 mg/kg dan 150-200 mg/kg gacha, Zn esa 80-100 mg/kg dan 60-80 mg/kg gacha kamaydi. O‘rtacha qiymatlar bo‘yicha Fe taxminan 13,3%, Mn 16,7%, Zn esa 22,2% past bo‘ldi.

MUHOKAMA: Azolla uchun umumiy kul miqdorining o‘zgarishini baholashda alohida elementlarning nisbati muhimdir. Azotsiz Hoagland 0,4× sharoitida foydali N, K, Ca, Mg, Fe, Mn va Zn ning kamayishi bilan bir vaqtda Na ning keskin ortishi umumiy mineral qoldiqning ko‘payishini ozuqaviy boyish sifatida talqin qilish mumkin emasligini ko‘rsatadi. Azolla turlarida mineral tarkib yetishtirish sharoiti va mavsumga bog‘liq o‘zgarishi ilgari ham qayd etilgan [4,5].

Azot miqdorining 4,3-4,8% dan 3,0-3,4% gacha kamayishi Azolla-cyanobiont tizimi uchun stressga bog‘liq metabolik cheklanish ehtimolini ko‘rsatadi. Biroq mazkur tajribada nitrogenaza faolligi yoki azot fiksatsiyasi bevosita o‘lchanmaganligi sababli «azot fiksatsiyasi kamaydi» degan qat’iy xulosa chiqarilmadi. Sho‘rlanishda *Azolla caroliniana* syanobiontida protein va nitrogenaza faolligining pasayishi, Na+ ortishi hamda K+/Na+ va Ca2+/Na+ nisbatlarining kamayishi xalqaro tadqiqotlarda ko‘rsatilgan [3].

K ning 2,8-3,0% dan 1,9-2,4% gacha pasayishi va Na ning keskin to‘planishi ionlar o‘rtasidagi antagonizm bilan mos keladi. *Azolla caroliniana* ishtirokidagi sho‘rlanish tajribalarida Na ortishi bilan K, Mg, Fe, Mn va Zn kabi elementlarning kamayishi qayd etilgan [9]. Shu sababli ushbu tadqiqotdagi K/Na nisbatining keskin pasayishi mineral stressning muhim integrativ indikatori sifatida baholandi.

Baliqchilik oqova suvida yetishtirilgan Azolla biomassasining N, K, Ca, Mg, Fe, Mn va Zn bo‘yicha nisbatan muvozanatli tarkibi uning ozuqaviy istiqbolini kuchaytiradi. FAO Azolla biomassasini baliq ozuqasi uchun potensial suv makrofiti sifatida ko‘rsatadi [1]; akvakultura oqova suvida yetishtirilgan Azolla proteinining Pangasius catfish ratsionida qisman qo‘llanishi samarali bo‘lgan [7]. Tilapiya bo‘yicha ishlar ham Azollaning ma’lum ulushlarda ozuqa komponenti sifatida amaliy imkoniyatini ko‘rsatadi [8,10]. Biroq ozuqaga kiritish darajasi tur, qayta ishlash usuli va mineral xavfsizlikka bog‘liq [6].

XULOSALAR: Baliqchilik hovuzlari oqova suvida yetishtirilgan *Azolla caroliniana* Willd. biomassasida N, K, Ca, Mg, Fe, Mn va Zn miqdori azotsiz Hoagland 0,4× variantiga nisbatan yuqori, Na miqdori esa sezilarli past bo‘lib, mineral ozuqaviy profilning nisbatan muvozanatli ekanini ko‘rsatdi; Azotsiz Hoagland 0,4× sharoitida Na 2,0-5,0% gacha to‘planib, diapazon markazlari bo‘yicha taxminan 12,7 marta ortdi; K/Na nisbati esa qariyb 17,2 marta pasaydi. Bu holat mineralizatsiyalanish va sho‘rlanish ta’siridagi ion muvozanati buzilishining asosiy indikatori bo‘ldi; Oqova suvda yetishtirilgan Azolla biomassasining yuqoriroq K/Na nisbati, past Na va nisbatan yuqori makro- hamda mikroelementlar tarkibi uni baliqchilik uchun istiqbolli ozuqa xomashyosi sifatida baholashga asos beradi; amaliy samaradorlik alohida oziqlantirish tajribalari bilan tasdiqlanishi lozim.

AMALIY TAVSIYALAR: *Azolla caroliniana* Willd. biomassasini baliqchilik oqova suvlarida yetishtirishda suvning mineralizatsiyasi, Na, K, P, pH va elektr o‘tkazuvchanligi muntazam nazorat qilinib, K/Na nisbatining keskin pasayishiga yo‘l qo‘ymaydigan kultivatsiya sharoiti tanlansin; Oqova suvda olingan Azolla biomassasini baliq yemiga kiritishdan oldin Na bilan bir qatorda Pb, Cd, As, Hg va boshqa potensial toksik elementlar, mikrobiologik xavfsizlik hamda antinutritiv omillar bo‘yicha nazorat o‘tkazilsin; Azolla biomassasining ozuqadagi optimal ulushini aniqlash uchun oq amur va boshqa

maqsadli baliq turlarida nazoratli oziqlantirish tajribalari tashkil etilib, o‘sish, ozuqa konversiyasi, tirik qolish, tana tarkibi va fiziologik ko‘rsatkichlar 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. Toledo, J.J.; Penha, J. (2011). Performance of Azolla caroliniana Willd. and Salvinia auriculata Aubl. on fish farming effluent. Brazilian Journal of Biology, 71(1), 37–45. Elektron havola: https://doi.org/10.1590/S1519-69842011000100007

3. Yadav, R.K.; Tripathi, K.; Ramteke, P.W.; Varghese, E.; Abraham, G. (2016). Salinity induced physiological and biochemical changes in the freshly separated cyanobionts of Azolla microphylla and Azolla caroliniana. Plant Physiology and Biochemistry, 106, 39–45. Elektron havola: https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.04.031

4. Winstead, D.; Di Gioia, F.; Jauregui, M.; Jacobson, M. (2024). Nutritional properties of raw and cooked Azolla caroliniana Willd., an aquatic wild edible plant. Food Science & Nutrition, 12(3), 2050–2060. Elektron havola: https://doi.org/10.1002/fsn3.3904

5. Ruschel, A.P.; Silveira Filho, A.; Santos, A.B.; Zimmermann, F.J.P. (1989). Pigmentação e composição mineral de diferentes espécies de Azolla. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 24(4), 431–436. Elektron havola: https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab1989.v24.15522

6. Yohana, M.A.; Ray, G.W.; Yang, Q.; Tan, B.; Chi, S.; Asase, A.; Shiyu, K.; Derrick, A. (2023). A Review on the Use of Azolla Meal as a Feed Ingredient in Aquatic Animals’ Diets. Aquaculture Research, 2023, 2633412. Elektron havola: https://doi.org/10.1155/2023/2633412

7. Rahmah, S.; Nasrah, U.; Lim, L.-S.; Ishak, S.D.; Rozaini, M.Z.H.; Liew, H.J. (2022). Aquaculture wastewater-raised Azolla as partial alternative dietary protein for Pangasius catfish. Environmental Research, 208, 112718. Elektron havola: https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.112718

8. Refaey, M.M.; Mehrim, A.I.; Zenhom, O.A.; Areda, H.A.; Ragaza, J.A.; Hassaan, M.S. (2023). Fresh Azolla, Azolla pinnata as a Complementary Feed for Oreochromis niloticus: Growth, Digestive Enzymes, Intestinal Morphology, Physiological Responses, and Flesh Quality. Aquaculture Nutrition, 2023, 1403704. Elektron havola: https://doi.org/10.1155/2023/1403704

9. Sufian, J.; Golchin, A.; Avanes, A.; Moradi, S. (2022). The effect of three types of aquatic plants on water purification and removal of cadmium under different salinity conditions in northwestern Iran. AQUA — Water Infrastructure, Ecosystems and Society, 71(2), 301–311. Elektron havola: https://doi.org/10.2166/aqua.2022.134

10. Sallam, G.R.; Helal, A.M.; Mabrouk, H.A.H.; Hermina, A.H.F.G.; Habib, Y.J.; Fayed, W.M.; Dossou, S.; El Basuini, M.F.; Shehata, A.I. (2024). Comparative impact of replacing fish meal with azolla on growth, water quality, and physiology of red tilapia fingerlings at varying salinities. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 108(5), 1370–1382. Elektron havola: https://doi.org/10.1111/jpn.13980