NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI
ILMIY AXBOROTNOMASI, [2026-8]
ISSN:2181-1458
ISSN:2181-0427

03.00.00-BIOLOGIYA
journal.namdu.uz
BIOLOGICAL

FOREL BALIG‘ I UCHUN MAHALLIY IMPORT O‘ RNINI BOSUVCHI KOMBIKORMLAR YARATISHNING TEXNOLOGIK IMKONIYATLARI

E.F. Ikromov
A.Nazarov
Sh.N.Ataxonov
U.Mo‘ minov
Namangan davlat universiteti

Annotatsiya. *Zamonaviy akvakulturada baliq mahsuloti tannarxi va ishlab chiqarish samaradorligini belgilaydigan asosiy omillardan biri yuqori sifatli kombikormlar bilan ta’minlanganlik hisoblanadi. Kamalakrang forel-Oncorhynchus mykiss (Walbaum, 1792) yuqori hazmlanuvchan protein, muhim aminokislotalar va energiyaga talabchanligi sababli uni intensiv usulda yetishtirishda maxsus kombikormlardan foydalanish talab etiladi. Mazkur tahliliy maqolada forel balig‘ i uchun import o‘ rnini bosuvchi mahalliy kombikormalar ishlab chiqarishning resurs, biologik va texnologik imkoniyatlari tahlil qilindi. Ushbu tadqiqotda kunjara, shrot, kepak, dukkakli va don mahsulotlari, shuningdek, veterinariya-sanitariya talablariga javob beradigan baliqchilik, parrandachilik va boshqa oziq-ovqat sanoati ikkilamchi mahsulotlaridan protein manbai sifatida foydalanish istiqbollari ko‘ rib chiqildi. O‘ simlik xomashyolaridan foydalanishni cheklovchi fitatlar, tanninlar, proteaza ingibitorlari, kletchatka hamda muhim aminokislotalar disbalansi kabi omillarga alohida e’tibor berildi. Ularning salbiy ta’sirini kamaytirish uchun fermentativ gidroliz, mikrobiologik fermentatsiya, termik ishlov va ekstruziyadan iborat kompleks biotexnologik yondashuv taklif etildi. Xorijiy tadqiqotlar tahlili forel rasionlarida baliq unining muayyan qismini soya, kungaboqar, raps, no‘ xat, paxta protein konsentratlari, parrandachilik, chorvachilik ikkilamchi mahsulotlari, pivo sanoati qoldiqlari, mikrosuvo‘ tlari va boshqa alternativ proteinlar bilan muvaffaqiyatli almashtirish mumkinligini ko‘ rsatdi. O‘ zbekiston sharoiti uchun «mahalliy ikkilamchi xomashyo → sanitariya va ozuqaviy skrining → biokonversiya → komplementar protein kompleksi → muvozanatlashtirilgan reseptura → ekstruziya → biologik va iqtisodiy baholash» texnologik modeli taklif qilinadi.*

Kalit so‘ zlar: *forel, Oncorhynchus mykiss, kombikorm, import o‘ rnini bosish, baliq uni, o‘ simlik proteini, hayvonot proteini, ikkilamchi xomashyo, biokonversiya, fermentatsiya, ekstruziya.*

TEXNOLOGICHYeSKIYe VOZMOJNOSTI SOZDANIYA MESTNЫX IMPORTOZAMEЩAYUЩIX KOMBIKORMOV DLYA FORELI

Annotatsiya. *V obzornoy statye proanalizirovanы resursnыye, biologicheskiye i texnologicheskiye vozmojnosti sozdaniya importozameщayuщix kombikormov dlya radujnoy foreli Oncorhynchus mykiss. Rassmotrenы perspektivы ispolzovaniya vtorichnogo rastitelnogo i jivotnogo sыrya agropromыshlennogo kompleksa v kachestve istochnikov proteina i energii. Osoboye vnimaniye udeleno ogranicheniyam primeneniya rastitelnogo belka, svyazannыm s aminokislotnыm disbalansom, kletchatkoy, fitatami, tanninami i ingibitorami proteaz. Na osnovanii sovremennыx issledovaniy pokazano, chto effektivnost mestnogo sыrya mojet bыt suщyestvenno povыshena posredstvom fermentativnogo gidroliza, mikrobnoy fermentasii, termicheskoy obrabotki i ekstruzii. Analiz zarubejnыx issledovaniy svidetelstvuyet o vozmojnosti znachitelnoy zamenы rыbnoy muki konsentratami soyevogo, rapsovogo, podsolnechnogo, goroxovogo i xlopkovogo belka, a takje pererabotannыmi produktami ptisevodstva, pivovareniya i drugimi alternativnыmi istochnikami proteina. Dlya usloviy Uzbekistana predlojena konseptualnaya texnologicheskaya sxema, ob’yedinyayuщaya skrining mestnogo sыrya, biokonversiyu, formirovaniye komplementarnogo proteinovogo kompleksa, balansirovaniye rasiona po perevarimomu proteinu i nezamenimым aminokislotam, ekstruziyu i biologicheskuyu osenku kormov.*

Klyuchevыye slova: *radujnaya forel, Oncorhynchus mykiss, kombikorm, importozameщyeniye, vtorichnoye sыryo, rastitelnыy belok, jivotnыy belok, biokonversiya, fermentatsiya, ekstruziya.*

TECHNOLOGICAL OPPORTUNITIES FOR DEVELOPING LOCAL IMPORT-SUBSTITUTING COMPOUND FEEDS FOR TROUT

Abstract. *This review analyses the resource, biological and technological potential for producing local import-substituting feeds for rainbow trout, Oncorhynchus mykiss, under the conditions of Uzbekistan. Particular attention is given to plant- and animal-derived agro-industrial by-products as potential sources of protein and energy. Major limitations associated with plant protein ingredients, including amino acid imbalance, dietary fibre, phytate, tannins and protease inhibitors, are discussed. Current evidence indicates that enzymatic hydrolysis, microbial fermentation, thermal processing and extrusion can substantially improve the nutritional value and digestibility of alternative feed ingredients. International studies demonstrate that fishmeal in rainbow trout diets can be partly and, under specific nutritional conditions, extensively replaced by soybean, rapeseed, sunflower, pea and cottonseed protein products, processed poultry by-products, brewery co-products, microalgal biomass and other alternative proteins. A technological model for Uzbekistan is proposed based on the sequence: local secondary raw materials → nutritional and sanitary screening → bioconversion → complementary protein complex → balanced formulation → extrusion → biological and economic evaluation. This approach may provide a scientific basis for reducing dependence on imported aquafeeds and developing a sustainable local feed industry for trout farming.*

Keywords: *rainbow trout, Oncorhynchus mykiss, aquafeed, fishmeal replacement, agro-industrial by-products, plant protein, animal protein, bioconversion, fermentation, extrusion.*

KIRISH

Akvakultura jahonda oziq-ovqat ishlab chiqarishning eng jadal rivojlanayotgan yo‘ nalishlaridan biri hisoblanadi. Akvakultura hajmining o‘ sishi baliqlar uchun yuqori sifatli ozuqaga bo‘ lgan talabning muttasil ortishi bilan kechmoqda. Rasion sifati nafaqat baliqning o‘ sish tezligi, balki yem konversiyasi, fiziologik holati, mahsulot sifati va ishlab chiqarishning ekologik samaradorligini ham belgilaydi [1–3].

Kamalakrang forel-*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) sanoat akvakulturasida muhim ob’yekt bo‘ lib, yuqori o‘ sish sur’ati, mahsulotining qimmatli ozuqaviy xususiyatlari va bozor talabining barqarorligi bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, mazkur baliq turi protein va energiyaga boy yuqori sifatli rasion talab qiladi.

Forel kombikormlarida an’anaviy ravishda baliq uni muhim protein manbai sifatida xizmat qilgan. Uning afzalligi yuqori protein konsentratsiyasi, yaxshi hazmlanuvchanlik, muhim aminokislotalarning maqbul nisbati va ozuqaning yuqori iste’mol qilinishi bilan bog‘ liq [4]. Biroq baliq uni resurslarining cheklanganligi, uning narxi va akvakultura sanoatining o‘ sishi alternativ protein manbalarini izlashni dolzarb ilmiy masalaga aylantirdi [5].

Bugungi kundagi tadqiqotlarda alternativ protein manbalari sifatida o‘ simlik proteinlari, chorvachilik, parrandachilik mahsulotlari, mikrosuvo‘ tlar va bir hujayrali organizmlar, hasharotlar va turli agrosanoat korxonalariningikkilamchi mahsulotlari o‘ rganilmoqda [6–9].

O‘ zbekiston uchun mazkur masala ayniqsa juda ahamiyatli. Ayni paytda aytish o‘ rinliki. Respublikamizda forelchilik xo‘ jaliklarining rivojlanishi ko‘ p jihatdan ularni sifatli kombikorm bilan barqaror ta’minlashni talab etadi. Tayyor import kombikorm yoki ayrim yuqori proteinli ingrediyentlar narxining tashqi bozorga bog‘ liqligi mahalliy baliqchilik korxonalari iqtisodiy samaradorligini cheklashi mumkin.

Shu bilan birga, mamlakatda moyli va donli ekinlar, paxta, dukkakli o‘ simliklar, parrandachilik, chorvachilik, baliqchilik va oziq-ovqat sanoatining keng resurs bazasi mavjud. Ushbu tarmoqlarda hosil bo‘ ladigan ikkilamchi mahsulotlar tegishli qayta ishlash texnologiyalari qo‘ llanilganda baliqlar uchun qimmatli protein va sifatli ozuqa manbaiga aylantirilishi mumkin.

FAO ning mahalliy xomashyolar asosida forel ozuqalarini yaratishga bag‘ ishlangan tajribasida ham mahalliy qishloq xo‘ jaligi va sanoat mahsulotlarini inventarizatsiya qilish, ularning miqdori, sifati, mavsumiyligi va narxini baholash hamda mavjud mahalliy uskunalar asosida kombikorm ishlab chiqarish tavsiya etilgan [10]. FAO loyihasida forel rasioniga soya shroti, raps shroti, bug‘ doy kepagi, pivo sanoati mahsulotlari, qon uni, pat uni va go‘ sht-suyuk uni kabi turli manbalar kiritilgan.

Maqolaning maqsadi-zamonaviy ilmiy adabiyotlar va xalqaro tajribalar asosida O‘ zbekistonda forel balig‘ i uchun import o‘ rnini bosuvchi mahalliy kombikormlar ishlab chiqarishning mavjud imkoniyatlarini baholash hamda istiqbolli texnologik yechimlarni asoslashdan iborat.

Forel yirtqich oziqlanish tipiga moslashgan baliq bo‘ lib, tabiiy sharoitda hayvonot kelib chiqishidagi ozuqalarni iste’mol qiladi. Shu sababli sanoat rasionida proteinning nafaqat miqdori, balki sifati muhimdir.

FAO ma’lumotlarida forel uchun boshlang‘ ich rasionlarida protein darajasi taxminan 50%, mayda baliqlarda 47%, tovar baliqlarda esa taxminan 45% darajasidan past bo‘ lmasligi tavsiya etilgan [10]. Bundan tashqari, zamonaviy yuqori energiyali rasionlarda protein-energiya nisbati baliqning yoshi, suv harorati va ishlab chiqarish texnologiyasiga muvofiq optimallashtiriladi.

Forel organizmi proteindan samarali foydalanadi, ammo rasionda energiya yetarli bo‘ lmasa, qimmatli aminokislotalar energiya manbai sifatida sarflanadi. Shu sababli rasionda «oqsil o‘ rnini bosuvchi» effektini ta’minlaydigan yetarli darajadagi lipid va hazmlanuvchan energiya manbai bo‘ lishi juda muhim.

Zamonaviy rasion tarkibida xom proteindan ko‘ ra, yaxshi hazmlanuvchan protein, hazmlanuvchan energiya, muhim aminokislotalar nisbati muhimroq mezon sifatida qaralmoqda [1, 11].

Bugungi kunda baliq yemi tarkibidaga asosiy komponent baliq unini almashtirish bo‘ yicha ilmiy tadqiqotlar jadal olib berilmoqda (1-jadval). Xususan, o‘ simlik proteinlari bilan almashtirish bo‘ yicha eng muhim klassik ishlardan biri bu raps-no‘ xat kombinatsiyasi, soya mahsulotlari va makkajo‘ xori glyuteni kabi manbalar hisoblanadi. Masalan, baliq uni proteinining 66%ini o‘ simlik proteinlari bilan almashtirganda o‘ sish va maxsus o‘ sish tezligi nazoratdan sezilarli farq qilmaganini ko‘ rsatgan [12].

Kaushik va hammualliflar [13] 50% baliq uni proteinini soya va makkajo‘ xori proteinlari bilan almashtirish muayyan rasion sharoitlarida o‘ sish va yemdan foydalanishni yomonlashtirmaganini qayd etganlar.

Soya protein konsentratidan foydalanilgan boshqa tajribada esa 33-100% darajada baliq uni proteinini almashtirish o‘ sish va ozuqa moddalaridan foydalanishga sezilarli salbiy ta’sir ko‘ rsatmagan, ammo oddiy soya uni natijalari ancha past bo‘ lgan [14]. Bu holat xomashyoning nomi emas, balki uning qayta ishlanganlik darajasi ham muxim ekanligini ko‘ rsatadi.

Larsen va hammualliflar [15] no‘ xat, dala loviyasi va raps protein konsentratlaridan iborat aralashma baliq uni proteinining 47%ini almashtirganda forelning SGR va FCR ko‘ rsatkichlarida sezilarli yomonlashish kuzatilmaganini aniqlagan.

1-jadval

Dunyoda bo‘ yicha Forel rasionida baliq unini alternativ proteinlar bilan almashtirish bo‘ yicha o‘ tkazilgan ayrim tadqiqotlar tahlili

Alternativ manba	Baliq unini almashtirish foizi	Asosiy xulosa	Manba
Aralash o‘ simlik proteinlari	66% gacha	O‘ sishda sezilarli pasayish kuzatilmagan	[12]
Soya + makkajo‘ xori proteinlari	50%	Yemdan foydalanish saqlangan	[13]
Soya protein konsentrati	33–100%	Konsentrat oddiy soya unidan samaraliroq	[14]
No‘ xat + dala loviyasi + raps konsentrati	47%	SGR va FCR saqlangan	[15]
Kungaboqar shroti	40%	Proteindan foydalanish soyaga yaqin	[16]
Paxta protein konsentrati	75% gacha	O‘ sishga salbiy ta’sir kuzatilmagan; 100%da pasayish kuzatilgan	[17]
Parrandachilik ikkilamchi mahsuloti	yuqori darajada	Lizin va metionin balanslash talab etiladi	[18]
Pivo achitqisi va sarflangan don	20% va 15%	Forel uchun istiqbolli ikkilamchi resurs	[19]
Mikrosuvo‘ tlari ikkilamchi biomassasi	100%	Tajribada o‘ sish va FCR nazoratga yaqin	[20]

Kungaboqar shroti bo‘ yicha tadqiqotda u baliq uni proteinining 40%gacha qismini almashtirganda soya shrotiga yaqin natijalar bergan, ammo uglevod fraksiyasi sababli hazmlanuvchan energiya darajasi cheklovchi omil bo‘ lgan [16].

Farg‘ ona vodiysida mahalliy xomashyolarni tanlashda undan maksimal foydalanishda resursning faqat ozuqaviy qiymati emas, avvalo yillik hajmi, mavsumiyligi, barqaror foydalanish imkoniyati, narxi, saqlanuvchanligi; qayta ishlash imkoniyati, sanitariya-gigiyena xavfsizligi kabi ko‘ rsatkichlar ham baholanishi kerak.

O‘ zbekiston sharoitida istiqbolli komponentlar qatoriga paxta va kungaboqar kunjarasi va shroti, soya mahsulotlari, bug‘ doy kepagi, makkajo‘ xori mahsulotlari, dukkakli ekinlar, paxta sanoati proteinli mahsulotlari va boshqa mahalliy agrosanoat resurslarini kiritish mumkin (2-jadval).

Bizning mamlakatimizda paxtachilik sanoatining mavjudligi sababli paxta proteinlari alohida ilmiy qiziqish uyg‘ otadi. Oddiy paxta shroti bilan bog‘ liq asosiy cheklovlardan biri gossipol hisoblanadi. Shu sababli past gossipolli yoki chuqur qayta ishlangan paxta protein konsentratlaridan foydalanish afzal.

2022 yilda forelda o‘ tkazilgan tadqiqotda 46% xom protein va 16% lipidli rasionlarda baliq uni paxta protein konsentrati bilan 25, 50, 75 va 100% darajada almashtirilgan. 75%gacha almashtirish o‘ sish ko‘ rsatkichlarini sezilarli yomonlashtirmagan, ammo 100% variantda ozuqa iste’moli va o‘ sish pasaygan [17].

Bu natija O‘ zbekistonda paxta proteinini to‘ g‘ ridan-to‘ g‘ ri emas, balki detoksikatsiya, konsentrlash, fermentatsiya texnologiyalari asosida tadqiq qilish zarurligini ko‘ rsatadi.

O‘ simlik proteinlarining asosiy kamchiligi-muhim aminokislotalar nisbati va antinutritiv omillar bilan bog‘ liq bo‘ lsa, hayvonot proteinlarida aminokislota profili ko‘ p hollarda baliq talablariga yaqinroq bo‘ ladi.

Parrandachilik sanoati ikkilamchi mahsulotlari bunday resurslarning muhim misolidir. Fowler [18] parrandachilik ikkilamchi mahsulotlari uni forelda baliq unining qisman va yuqori darajadagi o‘ rinbosari bo‘ la olishini ko‘ rsatgan. To‘ liq almashtirishda, ayniqsa lizin va metionin bilan balanslash zarurligi ta’kidlangan.

2024 yilgi zamonaviy tadqiqotda parrandachilik ikkilamchi mahsuloti uni va gidrolizlangan pat unidan foydalanilgan rasion baliq unisiz sinovdan o‘ tkazilgan. O‘ sish, yemdan foydalanish va ichak salomatligida salbiy ta’sir qayd etilmagan [21].

2025 yilda Eronda forel uchun baliq unisiz rasionlarda parranda protein konsentrati, qon uni, past kulli parrandachilik mahsuloti uni, raps shroti va pat uni kombinatsiyalari tekshirilgan [22]. Bu natijalar yagona alternativ komponent emas, balki aralash protein tizimi istiqbolli ekanligini ko‘ rsatadi.

Mikrobiologiya sohasidagi ishlab chiqarishdan qoladigan achitqi va sarflangan don yuqori hajmda hosil bo‘ ladigan ikkilamchi resurslardan hisoblanadi. Estévez va hammualliflar [19] ushbu mahsulotlarni quritilgan va gidrolizlangan shaklda forel ozuqasida baholagan. Tadqiqot natijalari pivo sanoati ikkilamchi mahsulotlarini sirkulyar iqtisodiyot doirasida akvakultura uchun ozuqa manbaiga aylantirish mumkinligini ko‘ rsatgan.

Bu yondashuv O‘ zbekistonning oziq-ovqat sanoatidagi boshqa ikkilamchi biomassalar uchun ham qo‘ llanilishi mumkin.

O‘ simlik proteinlari arzon va keng tarqalgan bo‘ lsa-da, ularda o‘ simlik proteinlarini cheklovchi (foydalanishga to‘ sqinlik qiluvchi) antinutritiv omillar-fitatlar, tanninlar, tripsin va boshqa proteaza ingibitorlari, nokraxmal polisaxaridlar, yuqori molekulyar kletchatka, ayrim xomashyolarda gossipol yoki glikoalkaloidlar mavjud bo‘ lishi mumkin [5, 23].

Zamonaviy adabiyotlarda o‘ simlik xomashyosini termik ishlov, fermentatsiya, fermentativ qayta ishlash, ekstraksiya yoki funksional qo‘ shimchalar bilan boyitish orqali ushbu cheklovlarni sezilarli kamaytirish mumkinligini ko‘ rsatadi [5].

Kartoshka protein konsentrati misolida ham xomashyodagi glikoalkaloid miqdori uning forel uchun yaroqliligini belgilaydi. Past glikoalkaloidli komponent yuqori glikoalkaloidli variantga nisbatan xavfsizroq bo‘ lgan [24].

Shuning uchun O‘ zbekiston sharoitida mahalliy resurslardan yuqori sifatli forel ozuqasi yaratishning asosiy kaliti xomashyoni shunchaki aralashtirish emas, balki maqsadli biokonversiya qilish hisoblanadi.

Biokonversiya natijasida yirik protein molekulalari kichik peptidlar va erkin aminokislotalarga transformatsiya bo‘ lishi mumkin. Shu bilan birga o‘ simlik hujayra devori qisman parchalanadi, fitat (fitin kislotasining tuzlari) miqdori kamayadi, murakkab uglevodlar parchalanadi, proteinning fermentlarga bog‘ lanishi oshadi.

Fermentatsiya qilingan o‘ simlik proteinlari bo‘ yicha tizimli meta-tahlil bunday qayta ishlash baliqlarning o‘ sishi, hazm fermentlari faolligi va ozuqa moddalaridan foydalanishiga ijobiy ta’sir ko‘ rsatishi mumkinligini ko‘ rsatadi [25].

O‘ simliklarni fyermentativ qayta ishlashda xomashyolarning xususiyatiga qarab, masalan proteaza-proteinlarni gidroliz qilish, fitaza-fitatlarni parchalash, syellyulaza-kletchatkani qisman gidroliz qilish, ksilanaza-nokraxmal polisaxaridlarni parchalash uchun qo‘ llanilishi mumkin.

Ferment dozasi xomashyoga nisbatan belgilashda xar bir substrat uchun rN, harorat, namlik, ferment konsentratsiyasi va reaksiya davomiyligi eksperimental optimallashtirilishi zarur bo‘ ladi.

Mikrobiologik fermentatsiya natijasida xavfsiz mikroorganizmlar substrat tarkibidagi murakkab birikmalarni o‘ z fermentlari yordamida modifikatsiya qiladi. Fermentatsiya samaradorligi mikroorganizm shtammi, harorat, rN, namlik, kislorod rejimi, fermentatsiya vaqti bilan belgilanadi. Shu sababli «bir xil fermentatsiya texnologiyasi barcha xomashyolar uchun mos» degan yondashuv to‘ g‘ ri emas.

Forel uchun mahalliy kombikorm yaratishda eng istiqbolli strategiya- baliq yemi tarkibidagi bir komponent bilan baliq unini to‘ liq almashtirish emas, balki bir nechta manbaning kuchli jihatlarini komplementar birlashtirishdir. Masalan: o‘ simlik proteini, hayvonot proteini, aminokislota korreksiyasi, biokonversiya kombinatsiyasi bir manbaning aminokislota yetishmovchiligini boshqa manba hisobiga kompensatsiya qilishi mumkin.

2012 yilda alternativ protein aralashmalari bilan o‘ tkazilgan tadqiqot ham soya protein konsentrati asosidagi aralashmaning yuqori almashtirish darajalarida boshqa alternativ aralashmalardan samaraliroq bo‘ lganini ko‘ rsatgan [26].

O‘ simlik proteinlarini aralashma modeli asosida optimallashtirish bo‘ yicha tajribada no‘ xat, raps, kartoshka va soya protein konsentratlari aminokislotalar hamda taurin bilan muvozanatlashtirilib, baliq unisiz forel rasionlari ishlab chiqilgan [27].

2-jadval

Baliq yemi uchun istiqbolli mahalliy xomashyo turlari va ularni qayta ishlash

Xomashyo	Afzalligi	Asosiy cheklov	Taklif etiladigan qayta ishlash
Kungaboqar shroti/kunjarasi	Protein, mahalliy resurs	Kletchatka	Maydalash, fermentatsiya, fermentlar
Soya mahsulotlari	Yuqori protein	Ingibitorlar	Termik ishlov, fermentatsiya
Paxta proteini	Keng mahalliy baza	Gossipol	Detoksikatsiya, konsentrlash, fermentatsiya
Bug‘ doy kepagi	Arzon, keng mavjud	Kletchatka, past protein	Syellyulaza/ksilanaza, fermentatsiya
Dukkakli ekinlar	Protein va kraxmal	Antinutritiv moddalar	Termik/fermentativ ishlov
Parrandachilik mahsulotlari	Yuqori protein	Sanitariya, kul	Termik sanitarizatsiya, gidroliz
Pat	Keratinga boy protein	Past hazmlanuvchanlik	Gidroliz/fermentativ parchalash
Baliqni qayta ishlash mahsulotlari	Aminokislota va lipidlar	Oksidlanish, saqlash	Termik ishlov, gidroliz, antioksidant nazorati
Pivo achitqisi	Protein, funksional moddalar	Hujayra devori	Gidroliz
Sarflangan pivo doni	Arzon ikkilamchi resurs	Kletchatka	Fermentativ/mikrobiologik ishlov

Shuni alohida ta’kidlash kerakki, 2025 yilda *Nannochloropsis* sp. dan moy ajratilgandan keyin qolgan biomassa forelda 33, 66 va 100% baliq uni almashtirish darajasida variantida ham baliqlarda o‘ sish, FCR va tirik qolish nazorat variantidan sezilarli farq qilmagan [20]. Bu natija ikki muhim xulosani beradi. Birinchidan, «qoldiq» deb qaraladigan biomassa yuqori qiymatli ozuqa ingrediyentiga aylanishi mumkin. Ikkinchidan, xomashyoning dastlabki nomi emas, qayta ishlangan komponentning ozuqaviy sifati hal qiluvchi ahamiyatga ega.

2026 yilda o‘ tkazilgan gidrolizlangan yomg‘ ir chuvalchangi proteinini forel rasionida sinashda ham 10% almashtirish eng yaxshi o‘ sish ko‘ rsatkichlarini bergan va hazm fermentlari faolligini yaxshilagan [28].

Forel uchun yuqori sifatli kombikorm yaratishda ekstruziya muhim bosqich hisoblanadi. Ekstruziya, bu granula strukturasini shakllantiradi, kraxmal jelatinizatsiyasini ta’minlaydi, suvda barqarorlikni oshiradi, granulaning zichligi va suzish xususiyatini boshqaradi, ayrim mikroorganizmlarni kamaytiradi, moy bilan keyingi qoplash uchun qulay struktura yaratadi. Biroq ekstruziyada haroratning ortiqcha oshishi ayrim aminokislotalarning barqarorligini kamaytirishi mumkin.

Shu sababli mahalliy xomashyoga asoslangan har bir reseptura uchun namlik, harorat, bosim, vint tezligi, ushlab turish vaqti alohida optimallashtirilishi kerak.

Ilmiy adabiyotlarni o‘ rganish natijalariga asosan Namangan viloyati sharoitida boqilayotgan forel uchun mahalliy kombikorm yaratish quyidagi bosqichlarda amalga oshirilishi maqsadga muvofiq:

I- bosqich. Xomashyo resurslarini inventarizatsiya qilish

Har bir resurs uchun yillik hajm, narx, mavsumiylik, transport xarajatlari, saqlash va foydalanish imkoniyatlarini aniqlash.

II- bosqich. Kimyoviy skrining

Quyidagilar aniqlanishi lozim. Xususan, xom protein, lipid, kletchatka, kul, minerallar, aminokislotalar, antinutritiv moddalar va boshq.

III-bosqich. Xavfsizlik skriningi. Mikrobiologik va zarur toksikologik tekshiruvlarni amalga oshirish.

IV-bosqich. Biokonversiya. Fermentativ gidroliz va/yoki mikrobiologik fermentatsiyani amalga oshirish.

V bosqich. Qayta baholash

Biokonversiyadan so‘ ng protein hazmlanuvchanligi, peptidlar, erkin aminokislotalar, fitat, kletchatka, boshqa cheklovchi omillar qayta aniqlanadi.

VI-bosqich. Formulyasiya. Rasionlar xom protein bo‘ yicha emas, balki hazm bo‘ luvchi protein-muhim aminokislotalar va energiya tizimida hisoblanadi.

VII-bosqich. Ekstruziya. Granulaning texnologik va fizik ko‘ rsatkichlari optimallashtiriladi.

VIII- bosqich. Biologik sinov. Forel balig‘ idagi vazn ortishi, SGR, FCR, PER, tirik qolish va ADC aniqlanadi.

IX-bosqich. Iqtisodiy baholash

1 kg yem narxidan ko‘ ra, 1 kg baliq biomassasi o‘ sishiga sarflangan yem qiymati asosiy iqtisodiy mezon sifatida qaraladi.

3-jadval

Forel balig‘ i uchun mahalliy kombikormini ishlab chiqish bo‘ yicha taklif etilayotgan tajriba sxemasi

Guruh	Import proteinni mahalliy kompleks bilan almashtirish	Maqsad
K_0	0%	Nazorat
K_1	25%	Past almashtirish
K_2	50%	O‘ rta darajada almashtirish
K_3	75%	Yuqori almashtirish
K_4	100% yoki maksimal eksperimental	Almashtirish chegarasini aniqlash

3-jadvalda forel uchun import o‘ rnini bosuvchi mahalliy kombikormlarning samaradorligini eksperimental baholash sxemasi keltirilgan**.** Taklif etilayotgan yondashuvda nazorat rasioni (K_0) bilan bir qatorda import protein komponentining 25, 50, 75 va 100% yoki maksimal mumkin bo‘ lgan qismi mahalliy protein kompleksi bilan almashtirilgan tajriba rasionlari (K_1–K_4) ko‘ zda tutiladi. Bunday gradasion sxema mahalliy protein ulushining ortishi bilan forelning o‘ sishi, yemdan foydalanishi va fiziologik holatida yuz beradigan o‘ zgarishlarni aniqlash, shuningdek, import proteinini almashtirishning biologik va iqtisodiy jihatdan optimal chegarasini belgilash imkonini beradi.

Tajriba rasionlarini shakllantirishda ularning izoprotein va izoenergetik bo‘ lishi, shuningdek, lizin, metionin, treonin va boshqa muhim aminokislotalar bo‘ yicha imkon qadar tenglashtirilishi muhim hisoblanadi. Bu mahalliy protein kompleksining ta’sirini rasiondagi umumiy protein yoki energiya miqdori o‘ zgarishidan ajratgan holda ob’yektiv baholash imkonini beradi. Almashtirish samaradorligini baholashda baliqlarning vazn ortishi, maxsus o‘ sish tezligi (SGR), yem konversiya koeffisiyenti (FCR), protein samaradorligi koeffisiyenti (PER), tirik qolish darajasi va ozuqa moddalarining hazmlanuvchanligi asosiy mezonlar sifatida qo‘ llanilishi maqsadga muvofiq.

Bunda 100% almashtirish oldindan maqbul natija sifatida qabul qilinmasligi kerak. Aksincha, K_1-K_4 variantlarini nazorat bilan taqqoslash orqali mahalliy protein kompleksining qaysi darajasi forelning o‘ sishi va yem konversiyasini pasaytirmasdan import komponentini maksimal darajada almashtira olishi eksperimental ravishda aniqlanadi. Shu tariqa mazkur sxema import o‘ rnini bosishning nafaqat texnik imkoniyatini, balki uning biologik samarali va iqtisodiy maqbul darajasini belgilashga xizmat qiladi.

XULOSA

Adabiyotlar tahlili forel balig‘ i uchun import o‘ rnini bosuvchi mahalliy kombikormlar yaratishning yetarli ilmiy va texnologik asoslari mavjud ekanligini ko‘ rsatadi.

Birinchidan, forel rasionlarida baliq unini alternativ protein manbalari bilan sezilarli darajada almashtirish mumkinligi ko‘ plab tajribalarda isbotlangan. Ayrim o‘ simlik protein aralashmalarida 47–66% darajada almashtirish o‘ sish va yem konversiyasini jiddiy yomonlashtirmagan [12, 15]. Chuqur qayta ishlangan soya va paxta proteinlarida yana yuqori natijalarga erishilgan [14, 17].

Ikkinchidan, proteinning manbasi bilan bir qatorda uni qayta ishlash texnologiyasi hal qiluvchi ahamiyatga ega. Oddiy o‘ simlik shroti bilan protein konsentrati bir xil biologik natija bermaydi.

Uchinchidan, forel kombikormlarida mahalliy o‘ simlik va hayvonot proteinlarini komplementar birlashtirish muhim aminokislotalar disbalansini kamaytirish imkonini beradi.

To‘ rtinchidan, fermentativ gidroliz, mikrobiologik fermentatsiya va ekstruziya kabi texnologik usullar mahalliy xomashyoning protein hazmlanuvchanligi va biologik qiymatini oshirishning asosiy vositalari bo‘ lishi mumkin.

Beshinchidan, O‘ zbekistonda kungaboqar, paxtachilik, donchilik, dukkakli ekinlar, parrandachilik, baliqchilik va oziq-ovqat sanoati ikkilamchi mahsulotlaridan samarali foydalanish uchun resurs imkoniyatlari mavjud. Biroq har bir xomashyoning protein tarkibi, aminokislota profili, antinutritiv moddalari va xavfsizligi eksperimental baholanishi shart.

Shu asosda O‘ zbekiston sharoiti uchun eng maqbul ilmiy-texnologik model quyidagicha ifodalanishi mumkin: mahalliy o‘ simlik va hayvonot ikkilamchi xomashyolari →resurs va sanitariya skriningi →mexanik-termik qayta ishlash → fermentativ va/yoki mikrobiologik biokonversiya →yuqori hazmlanuvchan protein komponentlari →komplementar protein kompleksi →aminokislota va energiya bo‘ yicha muvozanatlashtirish →ekstruziya →forelda biologik sinov → iqtisodiy baholash →texnologik reglament →mahalliy sanoat ishlab chiqarishi.

Ushbu yondashuv forelchilikda import ozuqalarga qaramlikni bosqichma-bosqich kamaytirish, agrosanoat ikkilamchi resurslarini yuqori qo‘ shimcha qiymatli mahsulotga aylantirish, mahalliy kombikorm sanoatini rivojlantirish va respublikada intensiv forelchilikning barqaror ozuqa bazasini shakllantirish uchun ilmiy asos bo‘ lishi mumkin.

Maqola yakunida ta’kidlash mumkinki, O‘ zbekiston sharoitida birinchi marta mahalliy o‘ simlik va hayvon mahsulotidan bo‘ lgan ikkilamchi xomashyolarning komplementar protein potensiali kompleks baholanadi, ularni maqsadli fermentativ va mikrobiologik biokonversiya qilish asosida forel balig‘ i uchun import o‘ rnini bosuvchi yuqori hazmlanuvchan kombikormlar yaratishning ilmiy-texnologik asoslari ishlab chiqiladi va u amaliyotda, ya’ni forelchilik tarmog‘ ini barqaror rivojlantirishda muhim drayver vazifasini bajarishi mumkin.

Mazkur yondashuvda asosiy yangilik bu mahalliy xomashyo, o‘simlik va hayvonot proteinlarining komplementarligi, biokonversiya, yuqori hazmlanuvchan protein asosida formulyasiya, import o‘rnini almashtirish darajasining eksperimental aniqlash va ularni bir tizimda birlashtirilishidadir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. National Research Council. **Nutrient Requirements of Fish and Shrimp.** Washington, DC: National Academies Press; 2011.
2. FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture.** Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
3. Tacon A.G.J., Metian M. Feed matters: satisfying the feed demand of aquaculture. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture.*
4. Hardy R.W. Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. *Aquaculture Research.* 2010.
5. **Substitution of fishmeal: Highlights of potential plant protein sources for aquaculture sustainability.** *Heliyon.* 2024;10. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e26573.
6. Gatlin D.M. et al. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture Research.* 2007; 38:551–579.
7. Krogdahl Å. et al. Effects of antinutrients on fish performance and nutrient metabolism. *Aquaculture Research/Aquaculture Nutrition.*
8. Growth and welfare of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in response to graded levels of insect and poultry by-product meals in fishmeal-free diets. 2022.
9. Complete replacement of fishmeal with unconventional animal protein sources: effects of mealworm, earthworm and zooplankton in rainbow trout. *Aquaculture Reports.* 2024; 39:102512.
10. Tacon A.G.J. **Fish Feed Formulation and Production.** FAO Field Document 8. Rome: FAO; 1990.
11. FAO. **Oncorhynchus mykiss — Cultured Aquatic Species Information Programme.**
12. Gomes E.F., Rema P., Kaushik S.J. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): digestibility and growth performance. *Aquaculture.* 1995; 130:177–186. doi:10.1016/0044-8486(94)00211-6.
13. Kaushik S.J. et al. Replacement of fish meal by plant proteins in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): effect of the quality of the fishmeal based control diets on digestibility and nutrient balances. *Water Science and Technology.* 1995;31(10):205–211. doi:10.1016/0273-1223(95)00440-X.
14. Kaushik S.J. et al. Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture.* 1995;133:257–274. doi:10.1016/0044-8486(94)00403-B.
15. Larsen B.K. et al. Replacement of fish meal with a matrix of organic plant proteins in organic trout (*Oncorhynchus mykiss*) feed, and the effects on nutrient utilization and fish performance. *Aquaculture.* 2011; 321:259-266. doi:10.1016/j.aquaculture.2011.09.028.
16. Sanz A. et al. Sunflower meal compared with soybean meals as partial substitutes for fish meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets: protein and energy utilization. *Aquaculture.* 1994; 128:287–300. doi:10.1016/0044-8486(94)90318-2.
17. Effects of replacing fishmeal with cottonseed protein concentrate on growth performance, blood metabolites, and intestinal health of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Frontiers in Immunology.* 2022.
18. Fowler L.G. Replacing fish meal with poultry by-product meal in diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture.* 1994;124:27–34. doi:10.1016/0044-8486(94)90351-4.
19. Estévez A., Padrell L., Iñarra B., Orive M., San Martin D. Brewery by-products (yeast and spent grain) as protein sources in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) feeds. *Frontiers in Marine Science.* 2022; 9:862020. doi:10.3389/fmars.2022.862020.
20. Towards sustainable aquafeeds: microalgal (*Nannochloropsis* sp. QH25) co-product biomass can fully replace fishmeal in the feeds for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Foods.* 2025;14(5):781. doi:10.3390/foods14050781.
21. Effects of poultry by-product meal and complete replacement of fish oil with alternative oils on growth performance and gut health of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): a FEEDNETICS validation study. *BMC Veterinary Research.* 2024.
22. Assessment of the nutritional and effluent properties of potential fish-meal-free diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Iran. *Aquaculture International.* 2025;33:165. doi:10.1007/s10499-025-01841-z.

23. Krogdahl Å., Penn M., Thorsen J., Refstie S., Bakke A.M. Important antinutrients in plant feedstuffs for aquaculture: an update on recent findings regarding responses in salmonids. *Aquaculture Research.*

24. Feeding fish according to organic aquaculture guidelines: influence of potato protein concentrates containing various glycoalkaloid levels on health status and growth performance of rainbow trout. *Aquaculture.* 2011; 319:122-131. doi:10.1016/j.aquaculture.2011.06.035.

25. Mugwanya M. et al. Replacement of fish meal with fermented plant proteins in the aquafeed industry: a systematic review and meta-analysis. *Reviews in Aquaculture.* 2023;15:62–88. doi:10.1111/raq.12701.

26. Replacing fishmeal with blends of alternative proteins on growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and juvenile Atlantic salmon. *Aquaculture.* 2012;334–337:110–116. doi:10.1016/j.aquaculture.2011.12.044.

27. Optimizing plant protein combinations in fish meal-free diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by a mixture model. *Aquaculture.* 2012;360–361:25–36. doi:10.1016/j.aquaculture.2012.07.003.

28. Hydrolyzed earthworm protein as a fishmeal substitute in rainbow trout diet: effects on growth, nutrient utilization, digestive physiology, intestinal morphology and growth-related gene expression. *Aquaculture Reports.* 2026;47:103386. doi:10.1016/j.aqrep.2026.103386.

29. Tusche K., Nagel F., Arning S., Wuertz S., Susenbeth A., Schulz C. Effect of different dietary levels of potato protein concentrate supplemented with feed attractants on growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Animal Feed Science and Technology.* 2013. doi:10.1016/j.anifeedsci.2013.05.005.

30. Effects of plant proteins on postprandial free plasma amino acid concentrations in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture.* 2012;326–329:90–98. doi:10.1016/j.aquaculture.2011.11.028.