

ANALIZA MOGUĆNOSTI ZA RAZVOJ AKVAKULTURE – NA PRIMERU PODRUČJA PLANINE OZREN

Veselin BLAGOJEVIĆ*, Vanja ŠUŠTERŠIĆ, Dušan GORDIĆ
Fakultet inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu, 3400 Kragujevac
*e-mail:veso.doboj@gmail.com

REZIME

Raznovrsnost slatkovodnih vrsta ribe je velika, ali se gaji samo mali procenat i to pretežno vezan za vrste koje tradicionalno potiču sa nekog područja. Izbor je, takođe, uslovljen kvalitetom mesa i ekološkim karakteristikama ribe. Najvažnije odlike za uzgoj ribe su brzina rasta, ishrana, vrijeme dostizanja polne zrelosti, kao i tolerantnost odabranih vrsta na kvalitet vode u kojima se gaje. Što se tiče tolerantnosti na kvalitet vode ističu se ciprinidne vrste riba (šaran, bijeli i sivi tolstolobik, bijeli amur,...), koji čine najveći dio ukupne proizvodnje slatkovodne ribe. Na drugom mjestu po proizvodnji su salmonide (lososi i kalifornijska pastrmka). Pastrmka i losos se isključivo proizvode u intezivnim sistemima. Zbog povećanog zagađenja životne sredine otežana je i intezivna proizvodnja slatkovodne ribe. Globalno zagrijavanje, prirodne i vještačke katastrofe, divlje deponije, upotreba herbicida i pesticida u poljoprivredi - glavni su uzročnici onečišćenja životne sredine i faktori koji utiču na kvalitetnu proizvodnju ribe.

U ovome radu prikazana je analiza zemljišta i vode kao jednog od osnovnih preduslova za bavljenje akvakulturom i razvojem ribarstva. Kao primer se razmatra područje grada Doboja i planine Ozren. Predstavljene su različite mogućnosti za gajenje ribe, kao i njihov uticaj na životnu sredinu.

Ključne reči: akvakultura, kvalitet zemljišta, kvalitet vode, zagađivanje vode, Aquaponics sistem, životna sredina

1. UVOD

Negde 60-ih godina našeg vijeka u svijetu je šire počeo da se upotrebljava pojam akvakulture. Proizvodna aktivnost čovjeka na kopnu, u smislu produkcije hrane

na bazi obrađivanja i eksploatacije zemljišta, uobičajeno se naziva agrikulturom. U tom smislu, gajenje i proizvodnja organizama u vodi naziva se akvakultura.

Prvi i osnovni zadatak akvakulture je proizvodnja hrane za ljudsku potrošnju. To praktično znači da se kroz akvakulturu obavlja organizovano, plansko gajenje svih onih morskih i slatkovodnih organizama za koje čovek pokazuje interesovanje. Iako je rasprostranjeno laičko mišljenje da se funkcija akvakulture praktično iscrpljuje kroz gajenje različitih vrsta ribe, ovaj pojam obuhvata daleko šire aktivnosti. Sve više zemalja u svijetu se opredjeljuje za plansko gajenje različitih vrsta školjki i drugih mekušaca, rakova, žaba, pa čak i određenog broja vrsta vodenih biljaka [1].

Metodika istraživanja uslova za razvoj akvakulture prikazuje se na primeru planine Ozren, koji se nalazi u sjevernom dijelu Bosne i Hercegovine u pojasu nižih planina, smještena u međurječju rijeka Bosne prema zapadu i Spreče prema sjeveru. Ozren se proteže u pravcu jugoistoka gdje na jugu prati predivnu rijeku Krivaju i spaja se sa šumovitom planinom Konjuh, dok se obronci Ozrena prema istoku spuštaju ka jezeru Modrac. Ovaj predio karakterišu prostrani proplanci, bujni pašnjaci, termomineralni izvori, čisti planinski potoci i brojne rječice koji vijugaju kroz borove i hrastove šume. Klima je umjereno kontinentalna sa toplim ljetima i hladnim i ostrim zimama.

Grad Doboj koji je u podnožju Ozrena sa njegove sjeverne strane smješten je na tri rijeke: Usori, Bosni i Spreči. U podnožju Ozrena, obilazeći u smjeru kazaljke na satu, smješteni su još i gradić Petrovo (u Republici Srpskoj) kao i Gračanica, Lukavac, Zavidovići i Maglaj u FBiH [2], [4].

Najznačajnije ozrenske riječne doline čine rijeke: Rakovac, koja se ulijeva u Bosnu kod Maglaja, Bukovica (južna i sjeverna), koja se ulijeva u rijeku

Turiju, a Turija se ulijeva u jezero Modrac i rijeka Jadrina, koja nastaje ispod vrha Kraljice i ulijeva se u Spreču kod Petrova.

Najznačajnija ozrenska izvorišta smještena su na centralnom, najvišem dijelu planine. Mnoga izvorišta imaju ljekovita svojstva. Kisele termomineralne vode postoje u sprečanskoj rasjednoj zoni na lokalitetu Boljanića, Sočkovca i Kakmuža i u dijelu zapadnog Ozrena na prostoru naselja Rječica.

Rijeka Prenja izvire ispod najvišeg vrha Ozrena Ostravice (918 mnv). Na svom toku do ušća u rijeku Spreču prima brojne rječice i potoke koji se slijevaju sa ostalih ozrenskih visova. Najznačajnije pritoke Prenje su Velika Prenja, Mala Prenja i potok Vukovac. Voda sa česmi „Vukeljina voda” i „Krnjin točak” osvježava svojom hladnoćom i oštrinom zdrave planinske vode, a izvor alkalne vode (pH≈12) je izuzetna prevencija i lijek protiv kožnih bolesti i oboljenja bubrega. Prenja je stanište potočnih rakova što potvrđuje kvalitet njene vode i okruženja. Na Ozrenu se nalaze 2 vještačka jezera: Goransko jezero (opština Doboj) i Orlovo jezero (opština Petrovo). Goransko jezero građeno je od 1971. do 1976. godine. Jezero je locirano u selu Jošava na Jošavačkoj rijeci, a u krilu legendarne Preslice. Ova lokacija izabrana je u prvom redu zbog nezagađenog vodotoka iz kojeg će se puniti jezero. Akumulacija je nastala izgradnjom betonske brane na Jošavačkoj rijeci čija je širina 21 m i visina 5,5 m. Jezero je dužine 270 m, širine do 90 m i najveće dubine 5,5 m [2].

Na području Grada Doboja i Planine Ozren akvakultura nije razvijena [3]. Kako bi se uticalo na lokalno stanovništvo da pokrenu ovu delatnost, uradjena je studija koja obuhvata: analizu zemljišta, biohemijsku analizu vode i neke osnovne rezultate eksperimentalnog uzgoja ribe na Ozrenu.

2. ANALIZA KVALITETA ZEMLJIŠTA

Zemljište predstavlja prirodni kapital, u smislu značenja nasleđa koje tokom vremena obezbeđuje održivost životne sredine i ekonomskog razvoja. S obzirom na značaj zemljišta u održavanju funkcija ekosistema može se definisati kao ograničen, strateški i praktično, neobnovljiv prirodni resurs. Zemljište je prirodni dinamički sistem koji karakterišu fizički, hemijski i biološki procesi, vršeći čitav niz funkcija. Funkcije zemljišta objedinjene su u prirodne funkcije zemljišta, kulturna funkcija zemljišta i funkcije korišćenja zemljišta. Od posebnog značaja je prirodna funkcija

zemljišta za ekološku ravnotežu, naročito u kruženju vode i hranljivih materija. Zemljište ima takođe i funkciju filtera, pufera i transformatora između atmosfere, podzemnih voda i biljnog pokrivača, štiteći životnu sredinu i naročito rezerve podzemnih voda. Promjene u zemljištu koje su rezultat delovanja brojnih procesa, naročito globalnih, odvijaju se postepeno i teško su primetne u kraćim vremenskim intervalima, a uslovljavaju promjene funkcija ekosistema. Zbog toga se, poslednjih godina, intenziviraju proučavanja i analize sa aspekta ekološkog kvaliteta zemljišta, kao značajnog elementa održivog upravljanja terestričnim ekosistemima. Poznavanje ekološkog kvaliteta zemljišta je od velikog značaja za očuvanje produktivnosti zemljišta, a time i kvaliteta voda i uopšte životne sredine [5].

Radiološka analiza zemljišta

Da bi se moglo pristupiti razvoju akvakulture i uzgoju ribe, neophodno je obaviti radiološku analizu zemljišta na datom području, kako bi se utvrdilo eventualno prisustvo radionuklida i njihov uticaj na kvalitet vode. Iz navedenih razloga je neophodno uraditi analizu zemljišta, kako bi se osigurali bezbjedni uslovi za gajenje ribe.

Porijeklo radionuklida u prirodi. Postoje dve grupe radionuklida koji se mogu naći u životnoj sredini: prirodni i proizvedeni (veštački) radionuklidi.

a) **Prirodni radionuklidi.** Pojava prirodne radioaktivnosti vezana je za proces sinteze jezgara. Prva jezgra, i to uglavnom ona najlakša, formirana su prije nekoliko milijardi godina, kada je po nekim teorijama nastao Svemir, a proces nukleonsinteze se od tog momenta konstantno odvija u središtima zvijezda. Tom prilikom, osim poznatih stabilnih jezgara, formira se i veliki broj nestabilnih jezgara. Geološka starost planete Zemlje je dovoljno duga tako da se najveći dio nestabilnih jezgara koji je ušao u njen sastav prilikom formiranja sunčevog sistema već raspao. Do današnjih dana, preživeli su neki dugoživeći izotopi sa periodom poluraspada većim od 500 miliona godina, kao na primer 40 K, 235U, 238U itd.

Većina radionuklida koji postoje na Zemlji mogu se grupisati u tri prirodne radioaktivne familije ili niza: uranijum-radijumski, uranijum-aktinijumski i torijumski niz. Osim ova tri, u laboratorijskim uslovima putem nuklearnih reakcija stvoren je i četvrti, neptunijumski niz. Prirodni radioaktivni nizovi nastaju raspadom tri

radioizotopa ^{235}U , ^{238}U i ^{232}Th koji se zbog svog dugog perioda poluraspada još uvek nalaze u prirodi.

b) **Proizvedeni (veštački) radionuklidi.** U atmosferi, vodi i zemljištu osim prirodnih radioizotopa, mogu se naći i neki radionuklidi nastali nakon ljudskih (tehnoloških) aktivnosti. Najbrojnija grupa veštački stvorenih radioizotopa su fisioni produkti (ili fragmenti) koji nastaju nakon cijepanja teških jezgara, najčešće uranijuma i tortijuma. Fisioni procesi su osnovni izvor energije, kako nuklearnog oružja, tako i procesa koji se odvijaju u reaktorima nuklearnih elektrana. To znači da se putem nadzemnih proba nuklearnog oružja ili tokom havarija u nuklearnim elektranama oslobađa izvesna količina fisionih fragmenata. Najveći broj ovih radionuklida imaju veoma kratak period poluraspada i predstavljaju realnu opasnost po ljudsku populaciju neposredno nakon probe nuklearnog oružja ili havarije. Manji broj ovih radionuklida imaju velik period poluraspada i putem vazdušnih i vodenih strujanja transportuju se na velike distance da bi se konačno istaložili. Ovi se radioizotopi mogu naći u zemljištu. Nuklearne elektrane u određenim okolnostima mogu ispuštati izvesnu količinu radionuklida koji nisu fisioni fragmenti. Visok fluks neutrona u reaktoru može dovesti do aktiviranja mekih materijala od kojih su načinjeni pojedini dijelovi reaktora ili sistema njegovog hlađenja. Ovako nastali izotopi se mogu naći u životnoj sredini, najčešće u vodotokovima i sedimentu.

Radionuklidi u zemljištu. Zemljište je kompleksan materijal koji se sastoji od mineralne neorganske i organske komponente koja uglavnom nastaje raspadom biljnog materijala. Neorganska, ili mineralna komponenta zemljišta se sastoji od čestica nastalih erozivnim dejstvom raznih prirodnih faktora na stijene. Kako stijene koje ulaze u sastav zemljine kore posjeduju određenu koncentraciju prirodnih radionuklida, za očekivati je da se oni mogu naći i u zemljištu nastalom raspadanjem stijena.

3. METODOLOGIJA MJERENJA

Postupak analize uzoraka je proveden u nekoliko faza. Prvo su uzorci zemljišta sušeni na 105°C do konstantne mase. Nakon toga je izvršeno uklanjanje svih mehaničkih nečistoća, uglavnom kamenčića i dijelova biljnog materijala. Osušeni uzorci zemljišta mehanički su usitnjeni do forme finog praha i homogenizovani. Koncentracija aktivnosti radionuklida određena je metodom niskofonske gama-spektrometrije.

Gama-spektrometrijska mjerenja izvršena su pomoću dva visokorezoluciona HPGe detektora. Prvi od njih, proizvođača ORTEC nominalne efikasnost od 36% ima moć razledanja od 1.9 keV-a na 1332 keV. Detektor je smješten u specijalnu niskofonsku zaštitnu komoru sa olovnim zidovima debljine 12 cm i bakarnim unutrašnjim slojem. Drugi HPGe detektor, nominalne efikasnosti 22% je smešten u specijalnu niskofonsku zaštitnu komoru sa gvozdenim zidovima debljine 25 cm. Komora je izrađena od gvožđa livenog prije drugog svjetskog rata, tako da ne sadrži primjese veštačke radioaktivnosti i snižava nivo okolnog zračenja za oko 1000 puta [6].

Rezultati mjerenja. U svim uzorcima zemljišta detektovano je prisustvo ^{137}Cs porijeklom iz akcidenta u Černobilu, dok u ostalim mjerenim uzorcima nije primjećeno prisustvo ni jednog vještačkog radionuklida. Proces ispiranja i relokacije cezijuma mogu da dovedu do veoma neravnomjerne distribucije ovog radionuklida u jednoj oblasti. Najviša aktivnost ^{137}Cs od 318 ± 6 Bq/kg zabilježena je na lokaciji Jelova Borica. Poređenja radi, po važećoj regulativi Republike Srbije maksimalna aktivnost zbira aktivnosti svih vještačkih radionuklida koji se mogu naći u građevinskim materijalima namijenjenim u visokoj gradnji za enterijere iznosi 4000 Bq/kg. Koncentracija aktivnosti prirodnog ^{238}U kreće se u granicama od 4,2 do 50,5 Bq/kg. Donja granica znatno je niža od vrijednosti karakterističnih za vojvodanske zemlje, za koje postoji najbolja sistematika izmjerenih vrijednosti, dok kod maksimalnih vrijednosti ne postoji tolika razlika.

Vrijednosti koncentracije aktivnosti ^{238}U se nalaze u opsegu vrijednosti karakterističnih za zemljišta. Ni u jednom uzorku nije primjećena povišena aktivnost kako ^{238}U , ^{235}U , tako ni osiromašenog uranijuma.

Vrijednosti koncentracija aktivnosti ^{232}Th se kreću u opsegu od 3,5 do 61 Bq/kg. Najmanja izmjerena vrijednost znatno je niža od vrijednosti dobijene u Vojvodini, dok je maksimalna vrijednost koncentracije aktivnosti ^{232}Th neznatno niža od odgovarajuće vrijednosti zabilježene u Vojvodini. Isto se može reći i za ^{40}K , čije se vrijednosti koncentracija aktivnosti kreću u opsegu od 48 do 535 Ba/kg. Koncentracije aktivnosti ova dva izotopa kreću u se opsegu vrijednosti koje su karakteristične za zemljišta.

Vrijednosti teških metala kreću se u granicama datim u tabeli 1.

Tabela 1. Ukupan sadržaj teških metala u uzorcima zemljišta [6]

Lokacija	Cu mg kg	Zn mg kg	Pb mg kg	Cd mg kg	Ni mg kg	Cr mg kg
Kraljica	34,09	147,35	197,31	3,19	1696,49	471,95
Ostravica	22,6	95,3	24,16	1,26	2054,79	274,3
Prenja	11,99	134,38	9,46	1,29	1669,83	541,61
Karanovac -Koka	32,16	338,63	19,09	1,09	339,29	105,69
MDK	100,0	300,0	100,0	3,0	50,0	100,0

Poređenjem vrijednosti teških metala u uzorkovanom zemljištu sa maksimalno dozvoljenim količinama (MDK) može se zaključiti da je ukupan sadržaj razmatranih metala Cu, Zn, Pb i Cd u granicama dozvoljenih na svim lokalitetima izuzev Ni i Cr čije su vrijednosti daleko iznad MDK. Skoro na svim lokalitetima izmjerene su najveće količine za Ni, dok su izmjerene količine čak 40 puta veće od MDK na lokalitetu Ostravica.

Rezultati mjerenja udjela teških metala u uzorkovanom zemljištu sa razmatranih lokacija ukazuju na prisustvo većih količina Ni i Cr što odgovara geološkom sastavu zemljišta sa razmatranih lokacija.

4. ANALIZA KVALITETA VODA

Voda je osnovni preduslov za život svih živih bića na Zemlji. Zato, voda u kojoj žive ili koju koriste mora imati prirodan hemijski sastav i prirodne karakteristike. Kada se, usled čovjekovog delovanja, znatno promjeni hemijski sastav vode, kao i odnosi koji u njoj vladaju, kažemo da je zagađena.

Za procjenu stanja i upotrebljivosti voda postoji niz postupaka: fizički, hemijski, biološki i ekološki.

- Fizički pokazatelji obuhvataju temperaturu, miris i ukus, boju, mutnoću, transparentnost i provodljivost vode, zapreminske masene koncentracije čvrstih komponenata i suvog ostatka.

- Hemijski pokazatelji obuhvataju kiselost i baznost, tvrdoću, redoks potencijal (BPK5, HPK), koncentraciju čvrstih, tečnih i gasovitih komponenata u vodi i specifične hemijske analize. Od rastvorenih gasova najveći značaj se pridaje kiseoniku.

- Biološki pokazatelji obuhvataju bakteriološko ispitivanje vode, saprobiološke metode i kompleksne toksikološke metode. Biološku aktivnost karakteriše BPK kiseonika. U biološke pokazatelje pripada i utvrđivanje toksičnosti zagađenih voda.

- Ekološka analiza obuhvata procjenu stanja vode kao životnog prostora bioloških sistema poslije uvođenja otpadnih voda.

Na osnovu fizičko-hemijske i mikrobiološke analize vode i rezultata merenja izvršena je podjela voda prema klasama (tabela 2), kao i analiza hemijske ispravnosti uzoraka vode za piće (Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće, Sl. list SRJ br. 42/98 i 44/99.) (tabela 3).

Tabela 2. Podjela voda prema klasama [6]

Mjesto uzorkovanja vode – lokacija	Klase voda
Suva Jadrina - potok – gornji tok	III
Brezička škola – izvor	I
Manastir – izvor	I
Brezici – imanje Savić – izvor	II
Vukovac– potok	III
Etaža – vodovod Petrovo	I
Milinkovac – potok	III
Karanovac – seoski vodovod	II
Sočkovac - vodovod	II
Kakmuž – vodovod	I
Mala Prenja – potok	III

Tabela 3. Mišljenje o higijenskoj ispravnosti uzorka vode za piće (fizičko-hemijska analiza i mikrobiološka analiza) [6]

Mjesto uzorkovanja vode – lokacija	Mišljenje o higijenskoj ispravnosti uzoraka vode za piće
Suva Jadrina-potok–gornji tok	Ne odgovara
Brezička škola – izvor	Odgovara
Manastir – izvor	Odgovara
Brezici – imanje Savić– izvor	Ne odgovara
Vukovac– potok	Ne odgovara
Etaža–vodovod Petrovo	Odgovara
Milinkovac – potok	Ne odgovara
Karanovac–seoski vodovod	Ne odgovara
Sočkovac - vodovod	Ne odgovara
Kakmuž – vodovod	Odgovara
Mala Prenja – potok	Ne odgovara

5. MOGUĆNOST GAJENJA RIBE NA PLANINI OZREN

Uzgoj šarana

Šaranski ribnjak se može podići na različitim nepropusnim i slabopropusnim terenima sa osnovnim preduslovom da postoji mogućnost snabdijevanja ribnjaka vodom. Imajući u vidu širok dijapazon mogućnosti (obradive površine različite plodnosti, pašnjaci, zemljišta loše kvalitete, slatine, zamočvarene livade, barska ili šumska tla, poplavna zemljišta) treba imati u vidu i činjenicu da što je zemljište boljeg kvaliteta to će i prinosi na ribnjaku biti bolji, a proizvodnja ekonomičnija.

Prilikom izbora lokacije veoma je važno da budući ribnjak bude što bliži izvoru (potoku, rijeci, kanalu) vodosnabdijevanja, kako bi se smanjili troškovi dovodena vode (manji dovodni kanali) do ribnjaka. Od velike važnosti je i konfiguracija terena. Idealan je ravan teren sa blagim padom prema objektima za ispuštanje vode. Ukoliko teren nije ravan, već postoje manje ili veće depresije, treba izvršiti njegovu nivelaciju (ravnanje) ili, ukoliko to nije moguće, napraviti unutrašnji sistem kanala koji će prikupiti vodu iz depresija i provoditi je do ispusta iz ribnjačkog objekta. Postojanje depresija koje se ne mogu isprazniti, uslovljava zaostajanje uzgojene ribe prilikom izlova, zaostajanje divlje ribe, štetočina iz grupe insekata, parazita i drugih izazivača bolesti riba, lošijeg raspoređivanja riba tokom gajenja u raspoloživom prostoru i pogoršava kvalitete ribnjačke sredine.

Zavisno od mjesta izgradnje ribnjaci se mogu podijeliti:

Ribnjaci podignuti u riječnim rukavcima. Izgradnja ovakvih ribnjaka podrazumijeva podizanje brana (sa obaveznim ispuštanjem vode sa šuberom u najužem dijelu rukavca), jednog na početku, a drugog na kraju ribnjaka. Prednost ovakvih ribnjaka je u malim ulaganjima, jep se ne prave nasipi, a nedostatak što su ovakvi ribnjaci stalno protočni tako da postoji mogućnost od poplava, a stalna izmjena vode u šaranskim ribnjacima s ekstenzivnom i poluintenzivnom proizvodnjom nije poželjna.

Ribnjaci sa uzdužnim nasipom. Gornja strana im je omeđena prirodnim uzvišenjem, a donja, paralelna uz vodotok, nasipom. Preduslov za njihovu izgradnju je postojanje terena sa blagim padom prema vodotoku. Dovod vode se reguliše podizanjem brane na rijeci čime se omogućava gravitaciono punjenje ribnjaka vodom preko dovodnog kanala. Ispuštanje vode je takođe gravitaciono, zahvaljujući razlikama u nadmorskim visinama.

Ribnjaci na zabarenim terenima. Nastaju korišćenjem već postojećih vodenih površina. Predstavljaju najlošiju varijantu podizanja ribnjaka. Zabarene terene je potrebno dugo vremena kultivisati da bi se dobila ribnjačka površina. Snabdijevaju se vodom iz tekućica ili iz podvodnih izvora, koji onemogućavaju isušivanje ribnjaka i mineralizaciju postojećeg mulja, što je preduslov uspješne proizvodnje.

Ribnjaci okruženi nasipom. Karakteristični su za ravničarske terene. Predstavljaju jednu od najboljih varijanti podizanja ribnjaka. Uglavnom se snabdijevaju vodom iz obližnjih tokova (rijeka i kanala). Vodom se najčešće pune korišćenjem crpnih uređaja (pumpi), a prazne gravitacijom. Prilikom odabira lokacije treba imati u vidu činjenicu da je učešće cijene zemlje u ukupnim troškovima izgradnje ribnjaka mala, a značaj kvaliteta zemlje i konfiguracija terena za ekonomičnost proizvodnje izuzetno veliki [7].

Kvalitet i količina potrebne vode za napajanje šaranskog ribnjaka. Toplovodni ribnjaci se mogu snabdijevati vodom iz nizijskih tekućica (potoka, rijeka, kanala), stajaćih voda (jezera, akumulacija, bara), kao i iz bušenih bunara (manji ribnjaci).

Potrebna količina vode za punjenje ribnjaka obuhvata količinu vode za osnovno punjenje i količinu vode za zasićenje zemljišta. Količina vode potrebna za osnovno punjenje zavisi od površine ribnjačkih objekata i dubine (visine vodenog stuba). Izračunava se jednostavno množenjem ova dva podatka. Na primer, ako je ribnjački objekat površine 10 hektara (100.000 m²) i prosječne dubine 1,7 m, potrebna količina vode za punjenje objekta je 170.000 m³. Količina vode potrebna za zasićenje zemljišta, zavisi od vodenog kapaciteta zemljišta i debljine sloja zemljišta koji treba zasiti vodom. Obično ova količina iznosi 25-50% od zapremine za osnovno punjenje vodom. U konkretnom slučaju za 10 hektara površine to je 42.500 do 85.000 m³ što znači da bi za startno punjenje ribnjačkog objekta od 10 hektara trebalo osigurati ukupnu zapreminu vode od 212.500 do 255.000 m³. Potrebna količina vode za dopunavanje ribnjaka tokom proizvodnje zavisi od više faktora. Prije svega od primjenjene tehnologije gajenja, od intenziteta propuštanja vode kroz tlo i nasipe. Dnevni maksimalni gubitak vode iz ribnjačkih objekata podignutih na slabopropustljivim zemljištima u našim uslovima iznosi 1 cm vodenog stuba. Voda koja se planira za snabdevanje ribnjaka treba je I ili II klase kvaliteta. Vode II klase su bogatije biogenim materijama i uslovljavaju bolju produkciju u ribnjaku [7].

Gajenje pastrmke

Izbor lokacije za izgradnju pastrmskog ribnjaka, predstavlja prvi, ali i najvažniji korak budućeg proizvođača. Kriterijumi za izbor lokacije na kojoj se predviđa izgradnja pastrmskog ribnjaka su: • mogućnost obezbjeđivanja dovoljne količine vode adekvatnog kvaliteta, • postojanje odgovarajućeg terena na kome se planira izgradnja.

Za snabdijevanje ribnjaka najbolje je koristiti vodu kraških izvora (vrela). Osim vrela mogu se koristiti i hladnovodni vodotoci (potoci i rijeke) koji imaju dovoljnu količinu vode odgovarajućeg kvaliteta. Najčešći problem kod vodosnabdijevanja ribnjaka sa otvorenog toka je mućenje vode. Voda za vodosnabdijevanje ribnjaka se može osigurati i iz visinskih akumulacija iz kojih se crpi sa određene dubine gdje temperaturni uslovi odgovaraju.

Izvorska voda, sa stabilnom temperaturom se može koristiti za snabdijevanje svih objekata za proizvodnju ribe (uključujući i inkubatore za inkubaciju ikre, odnosno bazene za gajenje mlađi do jednog mjeseca starosti), dok voda sa otvorenog toka, zbog niskih i nestabilnih temperatura nije adekvatnih karakteristika za direktno korišćenje bez termoregulacije napajanje inkubatora, odnosno za gajenje osjetljivih uzrasnih kategorija mlađi, već samo za gajenje starijih uzrasnih kategorija mlađi i konzumne pastrmke.

Planirana površina mora se uspješno zaštititi od visokih voda tekućica iz kojih će se ribnjak snadbijevati vodom. Neophodni su i pristupni put, kao i dovod električne energije. Potreba za električnom energijom se može zadovoljiti i sopstvenom proizvodnjom, postavljanjem turbine manje snage (sa pratećom opremom) na tekućicu iz koje ce ribnjak snadbijevati vodom ili na dovodni kanal [7].

Kvalitet i količina potrebne vode za izgradnju pastrmskog ribnjaka. Kvalitet i količina vode od presudnog su značaja za uspješnost proizvodnje gajenih pastrmskih riba. Kvalitet vode određen je nizom fizičkih i hemijskih svojstava, koje je potrebno sagledati prije odluke o izgradnji ribnjaka, kao i pratiti tokom samog procesa proizvodnje. Manja odstupanja od optimalnih vrijednosti prilikom gajenja riba rezultuju smanjenjem proizvodnje, a veća mogu usloviti pojavu bolesti i uginuća gajenih riba.

Opseg temperaturne tolerancije kalifornijske pastrmke je $1\div 26^{\circ}\text{C}$. Optimalne temperature za gajenje su $12\div 17^{\circ}\text{C}$. Voda mora biti bistra. Mutnoća posle kiše ne smije

da bude duža od 2÷3 dana. Sadržaj suspendovanih materija mora odgovarati vodi I klase kvaliteta.

Voda iz prirodnih ekosistema predstavlja rastvor i suspenziju raznovrsnih čvrstih, tečnih i gasovitih materija u različitim količinama. Rastvorenog kiseonika u vodi za vodosnabijevanje pastrmskog ribnjaka treba da ima $7\div 11$ mg/L. Najbolji rezultati se postižu pri koncentraciji $9\div 11$ mg/L, odnosno sa vrijednostima blizu zasićenja vode kiseonikom. Vrijednosti manje od 5 mg/L su kritične za gajenu pastrmku.

Vrijednosti koje gajena pastrmka toleriše za HPK (hemijsku potrošnju kiseonika) su do 10 mg/L, a za BPK5 (biohemijska potrošnja kiseonika) do 5 mg/L. Dopusštena koncentracija toksične frakcije amonijaka (NH_3) u vodama za gajenje pastrmki je 0,025 mg/L. Dopustene koncentracije slobodnog ugljendioksida u vodama za gajenje pastrmki kreću se do maksimalnih 20 mg/L. Optimalne vrijednosti su do 4mg/L. Gasova poput metana i sumporvodonika ni u malim količinama ne bi trebalo da bude u vodi za vodosnabdijevanje ribnjaka. Reakcija vode treba da je neutralna ($\text{pH}=7$) uz toleranciju $6,5\div 8,5$. Veoma niske (ispod 4,8) i veoma visoke (iznad 9,2) vrijednosti su smrtonosne za pastrmke. Teški metali, kao i svi druge štetne materije (deterdženata, fenola i dr.) u vodi za vodosnabdijevanje ribnjaka ne smeju preći koncentracije predviđene za prvu klasu kvaliteta.

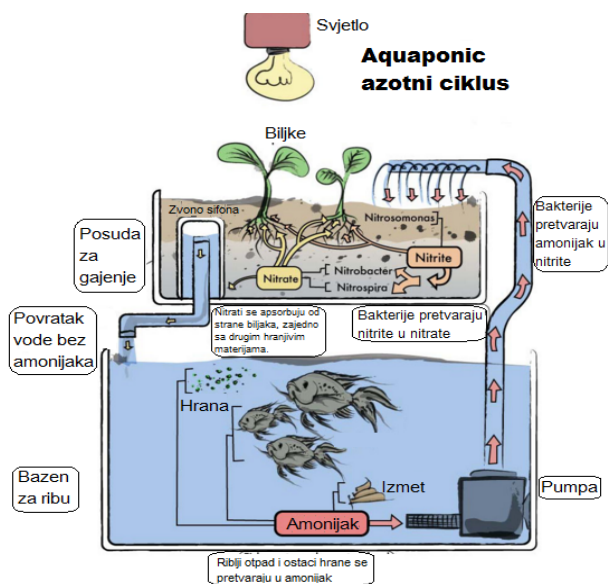
U intenzivnom gajenju pastrmki potrebno je obezbediti bar 50 izmjena vode u toku 24 časa u svakom bazenu. Najbolji proizvodni rezultati se postižu pri 72 izmjene vode u toku 24 časa. Povećanje i smanjenje broja izmjena u odnosu na optimalne vrijednosti smanjuju prinose po jedinici površine, odnosno smanjuju rentabilnost proizvodnje [7].

Aquaponics sistem

Osim klasičnih oblika gajenja riba, u novije vrijeme se koriste kombinovani sistemi gajenja riba i proizvodnje hrane - Aquaponics sistem. Aquaponics je sistem proizvodnje hrane koji kombinuje konvencionalne akvakulture (proizvodnja puževa, riba, rakova ili kozica u rezervoarima) i sahidroponicima (uzgajanje biljaka u vodi) u simbiotskom okruženju. Aquaponics (akvaponiks) je savremeni sistem uzgoja riba i povrća koji je nastao kombinovanjem dva do sada odvojena sistema uzgoja: Uzgoj ribe i Uzgoj biljaka. Sistem omogućava konstantnu proizvodnju povrća i ribe tokom čitave godine, ako su obezbjeđeni svi mikroklimatski parametri okoline.

Princip funkcionisanja Aquaponics sistema. Ribe u uzgoju proizvode hranjive materije potrebne za rast i razvoj biljaka, a njihovi ekskrementi se recikliraju. Voda se vraća nazad ribama, pročišćena od otpadnih produkata i obogaćena kiseonikom. Ovim principom smanjuje se zagađenje vode uzrokovano intenzivnom proizvodnjom riba, što je jedan od ograničavajućih faktora prilikom širenja novih ribogojilišta. Ovakav sistem funkcionise kao zatvoreni krug, a uz to se i sva voda reciklira.

Kod gajenja riba najveći problem je otpad koji onečišćuje vodu. Prilikom taloženja otpadaka hrane i ribljeg izmeta pojavljuje se amonijak. Bakterije svojom aktivnošću amonijak pretvaraju u nitrite i nitrate. Uklanjanje nitrata iz vode do sada uspešno je primenjeno postupcima: jonske izmjene, reversne osmoze uz membransku tehnologiju i ekstrakciju uz elektrodijalizu. Navedeni postupci primjenjeni su i na postrojenjima, ali uočen je zajednički nedostatak, nastanak koncentrovanog otpadnog materijala koji zahteva dodatni tretman ili uklanjanje. Alternativa navednim tehnologijama jeste biološka denitrifikacija. Biološka denitrifikacija je relativno jednostavan, jeftin proces za potpuno uklanjanje nitrata, uz oslobađanje azota, bez nastanka otpada [8].



Slika 1. Sistem funkcionisanja Aquaponics sistema

Osnovni dizajn i komponente sistema su: • uzgojni bazeni, • pumpe, • mehanički filter za odstranjivanje krutih otpadnih čestica (nepojedena hrana, feces), • biofilteri kao komponenta za naseljavanje

nitrifikacijskih bakterija (koje oksidiraju amonijak) i denitrifikacijskih bakterija koje razgrađuju nitrate, • komponenta za nadgledanje pH-vrijednosti i kontrolu, • komponenta za otplinjavanje, primarno za odstranjivanje ugljen dioksida, • komponenta za aeraciju ili oksigenaciju, • komponenta za sterilizaciju [9].

Plan razvoja vodoprivrede u Republici Srpskoj

Pitke vode predstavljaju izuzetno značajan resurs za svaku zemlju, pa tako i za Republiku Srpsku. Na osnovu dosadašnjih istraživanja pitkih voda [16], kako u okviru stijena sa integranularnim strukturnim tipom poroznosti, tako i u okviru stijena sa karstno-pukotinskim tipom poroznosti na teritoriji Republike Srpske, jasno je da se radi o značajnim rezervama od kojih je do sada iskorišten samo manji dio bilansnih rezervi. Sa aspekta obezbjeđenja neophodnih količina pitke vode značaj podzemnih voda je esencijalan. Analize provedene posljednjih godina su pokazale da se oko 80% pitkih voda na teritoriji Republike Srpske obezbjeđuje iz podzemnih izvora, bilo da se radi o bunarskim sistemima ili pak o kaptiranim izvorima [10]. Korišćenje voda za rekreaciju, turizam, obogaćivanje biodiverziteta i ambijentalnih vrijednosti tretira se kao vrlo važan, ravnopravni korisnik voda i akvatorija. Definišu se potrebne mjere da bi se to ostvarilo: upravljanje garantovanim protocima nizvodno od vodozahvata i akumulacija, korišćenje selektivnih vodozahvata za tu svrhu da ne bi došlo do termičkog zagađenja voda, stabilizacija nivoa u akvatorijama u toplom dijelu godine na nivoima koji su poželjni sa ekološkog i rekreacionog stanovišta, uređenje obala, plasiranje pozajmišta materijala za građenje brana ispod nivoa budućeg uspora akumulacija, korišćenje principa prirodne regulacije za uređenje vodotoka gdje god je to moguće, urbana regulacija rijeka u naseljima, da bi se gradovi skladno povezali sa akvatorijama, namjenska jezera za rekreaciju u blizini gradova, itd. Najveća dohodovnost se ostvaruje pri korišćenju vode za gajenje akvakultura. Zato se u ciljevima integralnog korišćenja voda veliki značaj daje ribarstvu i ribničarstvu. Toplovodni ribnjaci se mogu graditi bez ograničenja u priobalju rijeka, pod uslovom da svojim položajem ne ugrožavaju zaštitne sisteme. Prednost imaju lokacije na zemljištima nižih bonitetnih klasa, koje bi zahtijevale složene drenažne sisteme. Hladnovodni ribnjaci se mogu graditi samo na onim vodotocima najviših klasa kvaliteta koji nisu u cjelosti angažovani kao izvorišta. Kavezni uzgoj riba je dozvoljen samo u jezerima koja ne služe za snabdijevanje naselja vodom. Poribljavanje akvatorija smije se vršiti samo na osnovu ihtioloških studija, urađenih od strane za to licenciranih institucija.

Strateške odrednice zaštite voda zasnivaju se na ključnim principima. • Zaštita voda je konstantna aktivnost - od izbora lokacija i proizvodnih tehnologija, primjene mjera za smanjenje emisije efluenta koncentrisanih i rasutih zagađivača, ekonomske stimulacije proizvođača da vodu koriste racionalno i višekratno, pa do integralnih vodoprivrednih mjera na slivovima. • Zaštita voda se prenosi na nivo većih slivova, i ostvaruje se primjenom optimalne kombinacije tehnoloških, vodoprivrednih i organizaciono-ekonomskih mjera zaštite [11, 16].

6. ANALIZA RAZVOJA AKVAKULTURE I UTICAJ NA ŽIVOTNU SREDINU

Iskustva i problemi razvoja akvakulture. Detaljnom analizom i praćenjem stanja ovoga sektora utvrđeni su glavni problemi koji su prisutni već niz godina: pravni status ribnjaka, nerealno visoke vodoprivredne naknade, neriješeni problemi koje konstantno uzrokuju ribojedne ptice, problem finansijske konsolidacije (dugovi, sudski procesi) i restruktucija koje onemogućuju prijašnji neriješeni problemi i, konačno, tehničko-tehnološka zastarjelost i nepostojanje marketinške strategije.

Rješavanje navedenih pitanja omogućilo bi i ribnjacima veće korištenje proračunskih i pretpristupnih sredstava za zootehničko osavremenjavanje proizvodnje, dodavanje nove vrijednosti proizvodima uzgoja ribe uz diversifikaciju proizvoda, što bi omogućilo tržišni napredak. Da bi se doprinjelo poboljšanju uslova za razvoj akvakulture, neophodno je unaprijediti i riješiti nekoliko problema koji su u direktnoj vezi sa akvakulturom.

Prijedlog mjera za rješavanje problema slatkovodne akvakulture su: • rješenje pravnog statusa ribnjaka, • vodoprivredne naknade, • šteta od zaštićenih vrsta životinja, • finansijska podrška i poboljšanje uslova za razvoj ovog sektora, • unapređivanje tehničko-tehnološke komponente sektora uz dodavanje nove vrijednosti i marketinškoga proizvoda slatkovodnog ribarstva. [12]

Otpad u akvakulturi. Kad je riječ o ekstenzivnoj akvakulturi, ona prvenstveno zavisi o raspoloživim prirodnim vodnim resursima i prirodnom prehrambenom lancu. Takva je akvakultura integralni dio okoline s kojim ostvaruje brojne interakcije.

Analogno poljoprivrednoj proizvodnji, i ekstenzivna akvakultura može uticati na prirodnu okolinu.

Otpad iz ekstenzivnog uzgoja primarno se sastoji od bioloških komponenti (proteini, lipidi, ugljikohidrati). Njihovom mineralizacijom nastaju nutrijenti i sedimentirajuće čestice, bilo da su disperzovane u vodenom stupcu ili direktno ulaze u ribnjačarski lanac ishrane (ribe, bakterije, bentoski organizmi). Teoretski, jedina opasnost za prirodnu okolinu proizlazi iz različite stope korišćenja supstanci. U ekstremnim uslovima mogu nastati hipoksični, rjeđe anoksični uslovi bliže dnu, tako da lokalni poliheti, školjkaši i infauna mogu biti ugroženi. Problem se komplikuje kada u anaerobnim uslovima kao posledica aktivnosti određenih anaerobnih bakterija nastaju toksični proizvodi kao što su H_2S , NH_3 i CH_4 .

Uzgajalište proizvodi otpad sa znatnom količinom organske tvari. Otpad uključuje nepojedene ostatke hrane, uginule organizme, feces i druge produkte metabolizma sa značajnim udjelom dušika i fosfora. U posljednjih je nekoliko godina fond informacija o utjecaju uzgoja ribe na prirodna riblja naselja znatno kompletiran. Opšte je mišljenje da uzgajališta imaju pozitivan efekat na tradicionalno ribarstvo sa zanemarivim efektom na bioraznolikost.

Oporavak ekosistema nakon prestanka uzgojnih aktivnosti. Procijenjeno vrijeme za oporavak sistema, strukture i biomase bentosa nakon prestanka uzgojnih aktivnosti iznosi od nekoliko mjeseci do pet godina, zavisno o veličini farme i trajanju uzgojne aktivnosti, kao i geografskom smještaju područja, tj. prevladavajućim ekološkim uslovima [13].

Smanjenje negativnog uticaja uzgoja ribe na životnu sredinu. U literaturi su dostupne brojne naučne i stručne podloge za procjenu i smanjenje negativnih uticaja na životnu sredinu. Radi smanjenja organskog opterećenja, najprije treba smanjiti rasipanje i količinu nepojedene i neprobavljene hrane. Emisija organske tvari u životnu sredinu zavisi u mnogome o sastavu hrane i načinu hranjenja. To su ujedno glavni uzročnici koji presudno utiču i na ekološke performanse uzgoja i na njegovu ekonomičnost.

Fleksibilna, optimalna i potpuno kontrolisana ishrana primjerena istinskim potrebama uzgajanih organizama temeljna je mjera za smanjenje nepotrebnog rasipanja hrane i organskog opterećenja okolnog ekosistema [13].

7. PRAKTIČNA PRIMJENA SAVREMENOG SISTEMA GAJENJA RIBE

Korištenje vodenih resursa u akvaponicima naspram intenzivne poljoprivrede i hidroponike. Štednja i racionalno korišćenje predstavljaju jedan od veoma efikasnih načina čuvanja vode od zagađenja. Čiste, pitke vode danas ima vrlo malo i ima je sve manje, tako da će u budućnosti ona biti sve skuplja. Zbog toga štednja i racionalno korišćenje vode odlažu i njeno neminovno poskupljenje. Pored aktivnih vidova zaštite, vodeni tokovi se štite i odgovarajućim zakonskim sredstvima. Nacionalni i međunarodni zakoni danas ograničavaju izbacivanje otpada u more i kopnene vode. Čiste vode koja se može upotrebiti za piće u prirodi je sve manje, a i količina koja postoji stalno se zagađuje. U rijeke, jezera i mora ispuštaju se vode iz kanalizacije, otpadne vode iz fabrika, izlivaju nafta i drugi tečni otpaci. Na taj način voda na Zemlji se zagađuje, a troši se i u industriji i poljoprivredi više nego što na Zemlju padne u obliku taloga. Zbog toga se rezerve vode stalno smanjuju, a čovječanstvu prijeti nestašica vode [14].

Ovo je područje gdje akvaponski sistem pokazuje izvrsne rezultate. Modernim poljoprivrednim metodama gubi se velika količina vode, ili isparavanjem za toplijeg vremena, ili prelazi preko korijena bilja i odlazi u podzemne vode, povlačeći za sobom i umjetna gnojiva, pesticide i herbicide i time onečišćuje podzemne rezervoare vode. Akvaponica je, s druge strane, zatvoreni cirkulacioni sistem. Jedini gubitak vode u sistemu preuzet je od strane biljaka isparavanjem s vrha spremnika za uzgoj ili pomoćnih spremnika (većina spremnika je zatvorena tako da je isparavanje svedeno na minimum). Efektivnija je u uštedi vode i od hidroponike. Budući da je hidroponički sistem umjetno stvoren sistem, potpuno kontrolisanih uslova, hemijske hranjive materije dodaju se u vodeni cirkulacioni sistem. Višak hemijskih hranjivih tvari se gomila u vodi i nakon nekog vremena postaje toksičan (u hidroponici ne postoje biofilteri vode). Zbog toga, svake dvije do sedmice cijeli spremnik vode, potrebno je zamijeniti svježom vodom s hemijskim hranjivim materijama. Otpad hranjivih tvari u hidroponskom sistemu pun je hemijskih mineralnih soli koje treba pažljivo zbrinuti i spriječiti oticanje u potoke, rijeke ili jezera i podzemne vode. Budući da je akvaponica organski ekosistem u kojem su hranjive materije u ravnoteži, ne dolazi do nakupljanja hranjivih materija te nema potrebe za zamjenom vode u sistemu. Promjenu vode u sistemu može uzrokovati jedino nagli porast količine amonijaka, kada biofilteri nemaju mogućnost pretvaranja amonijaka u kraćem vremenu, a on je vrlo toksičan za ribe. Do toga

može doći uginućem riba u sistemu, ako je ne uklonimo iz sistema na vrijeme. Tada je potrebno zamijeniti samo dio vode u sistemu kako bi se razrijedila količina amonijaka. To se događa vrlo rijetko, jer jednom kad je sistem uravnotežen, on predstavlja zdravu, prirodnu okolinu, kako za ribe, tako i za biljke. Voda koju promijenimo iz sistema je potpuno organska i može koristiti zemljištu koje se zalijeva njome [16].

Klimatske promjene i akvaponica. Ne može se sa sigurnošću tvrditi da akvaponica može prečišćavati ugljen dioksid iz atmosfere i doprinijeti stabilizaciji klime, međutim, akvaponski sistem predstavlja sistem uzgoja hrane koji ima nulti utjecaj na okolinu, pogotovo ako su pumpe i grijači sistema pokretani putem obnovljivih izvora energije. Osim prirodnih sistema hrane, poput okeana i šuma, i permakulturnih tehnika, ne postoji niti jedan drugi sistem uzgoja hrane bez štetnog utjecaja na okolinu. S druge strane, današnja poljoprivreda ima najveći pojedinačni doprinos emisiji ugljen dioksida. Akvaponica za svoju proizvodnju ne zahtijeva niti jedan od navedenih segmenata. Naftne potrebe u akvaponskom sistemu svedene su gotovo na nulu. Riba ne proizvode metan kao stoka u stočarskoj proizvodnji, te nema potrebe za dodavanjem hemijskih umjetnih gnojiva u akvaponski sistem. Jedna od glavnih prednosti akvaponike naspram današnje poljoprivredne proizvodnje je ta što se akvaponski sistem može pokrenuti bilo gdje. Iako možda i nije pogodna za uzgoj ogromnih žitnih polja, akvaponica može proizvoditi mnoge vrste voća, sve vrste povrća i ribe, na način koji je produktivniji po kvadratnoj jedinici prostora od klasične poljoprivredne proizvodnje, čak i u urbanom okruženju. Svaku napuštenu tvornicu ili zgradu (u posljednje vrijeme njihov broj raste) trebali bi gledati kao potencijalno mjesto za izgradnju akvaponske farme [16].

Analiza kvaliteta vode u porodičnom akvaponik sistemu. Na području Karlovca (Hrvatska), u porodičnom domu Ozimec, napravljen je mali akvaponik sistem gajenja ribe i uzgoja hrane. Za izgradnju sistema korišteni su reciklirajući materijali, kako bi projekat u potpunosti bio ekološki opravdan. Sistem je nasaden riječnom ribom. Birane su uglavnom otporne i lako prilagodljive vrste poput babuške (*Carassius gibelio*), patuljastog somića (*Ictalurus nebulosus*), grgeča (*Perca fluviatilis*), žutooke (*Rutilus rutilus*) i sunčanog karasa (*Lepomis gibbosus*). Još jedna prednost riječnih riba je i prehrana. Sakupljanjem kišnih glista tokom večeri, uzgojem kalifornijskih glista na vrtnom kompostištu, lovljenjem muha, skakavaca i puževa, osigurano je dovoljno hrane za ribe te nije bilo potrebe za kupovanjem gotove riblje hrane. Riba se

hrane se jedanput dnevno, a potrebno je pratiti koju količinu hrane pojedju prvih 10 minuta, jer je sva ostala hrana višak. Na temelju toga odredi se koliko hrane im je potrebno za normalan razvoj. U biofilter su zasađene razne vrste sezonskog povrća.

Tokom uzgojnog ciklusa provedeno je praćenje kvaliteta vode, koje pokazuje sledeće okvirne pokazatelje:

- Amonijak (NH_4) se održava u granicama $\leq 0,25$ mg/L, nakon stabilizacije sistema, dok je pre toga bilo u granicama $0,25 \div 0,5$ mg/L.
- Nitriti (NO_2) su najčešće bili oko vrednosti 'nula', i nikada nisu prešli granicu $0,25$ mg/L.
- Nitriti (NO_3) su se održavali u granicama $0,5 \div 1$ mg/L, samo sa dva 'proboja' kada su bili u granicama $1 \div 5$ mg/L.
- Vrijednost pH je najčešće bila u granicama $8,1 \div 8,5$, sa retkim spuštanjem na vrednosti oko 7 [16].

U početku pokretanja sistema, mjerenja su provedena jednom sedmično kako bi se imao uvid u stanje sistema i imalo vremena reagovati kod previsokog nivoa amonijaka (ako je nivo amonijaka viši od $2,5$ mg/L potrebno je zamijeniti dio vode, kako bi se koncentracija amonijaka smanjila). Nivo nitrita, zajedno sa nivom amonijaka, ukazivao je na prisustvo populacije bakterija *Nitrosomonas* sp. i *Nitrobacter* sp. Ako je nivo amonijaka ili nitrata viši od dopuštenog, to znači da nema dovoljno bakterija u sistemu.

Nitrati iznad $0,38$ mg/L ukazuju da u sistemu nema dovoljno biljaka da preuzmu azot proizveden od strane azotnih bakterija.

U početku je nivo amonijaka bio u granicama $0,25 \div 0,5$ mg/L, a nakon uravnoteženja se spustio ispod $0,25$ mg/L. To je pokazalo da se razvila dovoljna kolonija azotnih bakterija koja sav proizvedeni amonijak pretvara u nitrite. Manjim porastom nivoa nitrata, povećana je količina bilja u koritu dodavanjem sadnica ljetne salate, pošto je zimsko otišla u cvijet. Pošto je sistem uravnotežen, povećana je i količina ribe u sistemu. Konačno, nivo amonijaka, nitrita, nitrata i bakterija je u savršenoj ravnoteži, a pH je optimalan [15].

8. ZAKLJUČAK

Na primjeru područja planine Ozren uz lijevu stranu rijeke Spreče razmatrana je metodika istraživanja za potrebe gajenja riba. Analizama zemljišta i voda došlo

se do zaključka da postoje osnovni preduslovi za gajenje riba, kao i za razvoj organske proizvodnje hrane. Analizom zemljišta je utvrđeno da na predmetnim lokacijama nije registrovano prisustvo radioaktivnih materijala – osiromašenog uranijuma.

Analizom vode je utvrđeno da je kvalitet vode na izvoru u skoro svim slučajevima klase I, dok se zbog onečišćenja vodotoka u donjem dijelu taj kvalitet mijenja. Kvalitet vode se može popraviti rešavanjem vještačkih zagađivača, i sanacijom postojećeg zagađenja.

Uzgoj ribe na planini Ozren je skoro nepoznanica, osim eksperimentalnog bazena za uzgoj kalifornijske pastrmke u mjestu Kakmuž, u središnjem dijelu Kameničke rijeke, u blizini izvorišta za vodovod Kakmuž, smještenom u ekološkom okruženju borove šume. Bazen za smještaj ribe je betonski, dimenzija $7,5 \times 2,5 \times 1,1$ m, sa dovodnim kanalom dužine 60 m, izdvojen od korita Kameničke rijeke i zaštićen od plavljenja. U periodu od 2005. do danas je proizvedeno nekoliko generacija konzumne pastrmke. Ribnjak nema mrestilište i druge prateće objekte, pa je iz tog razloga poribljavan sa jednomjesečnom mlađi. Praćenja tokom cijele godine su evidentirala prilično jednake uslove, gdje su odstupanja u temperaturi i kvalitetu vode bila veoma mala, što je još jedan praktični pokazatelj da je gajenje kalifornijske pastrmke na Ozrenu moguće.

Iz svih navedenih podataka može se zaključiti da postoje odlični preduslovi za razvoj akvakulture i ribarstva, te bi iz tih razloga lokalno stanovništvo trebalo bolje upoznati sa svim mogućnostima koje im okolina pruža.

Kako je reljef analiziranog područja veoma različit (ravnice i brda) moguće je graditi sve vrste ribnjaka. Kao veoma interesantna činjenica se javlja i najsavremeniji pristup uzgoju ribe Aquaponics sistem, koji objedinjuje dvije različite djelatnosti: ribarstvo i poljoprivredu. Na taj način se otvara niz mogućnosti za cjelogodišnju proizvodnju, kako ribe tako i organske hrane.

Ovaj sistem osim toga nudi mogućnost rešavanja niza problema sa kojima se susrećemo kod klasičnog gajenja riba. Jedan od najčešćih problema klasičnog gajenja riba je onečišćena voda koja se iz ribnjaka ispušta u vodotok. Aquaponics sistem je najefikasnije rešenje. Prilikom funkcionisanja ovog sistema nema potrošnje, a niti ispuštanja vode iz sistema. Jedini gubici vode se javljaju prilikom isparenja. Onečišćena voda iz ribarskog bazena se prečišćava u biološkom filteru, koji je ujedno prostor

namijenjen za uzgoj organske hrane. Na taj način ovaj sistem pruža višestruku korist.

Ovaj rad može da posluži kao metodološka osnova za razmatranje mogućnosti razvoja akvakulture, te bi za konačnu realizaciju trebalo provesti niz dodatnih istraživanja koja bi obuhvatila određivanje lokacija, veličinu ribnjaka, vrstu ribe koja bi se gajila, zakonsku regulativu, itd.

LITERATURA

- [1] Soldatović B. (1988): *Biologija i gajenje riba*, Naučna knjiga, Beograd
- [2] <http://www.ozren.org/index.php/srl/ekologija/item/66-hidrografske-karakteristike-ozrena> (21.12.2015)
- [3] <http://www.bistrobih.ba/nova/ribogojilista-u-bosni-i-hercegovini/> (21.12.2015)
- [4] http://www.ozren.org/images/stories/gallery/mape_ozrena/mapa_ozren_engl.jpg (21.12.2015)
- [5] Kadović R. et al. (2007): *Ekološki kvalitet zemljišta u slivu i uticaj na kvalitet voda buduće akumulacije "Selova"*, Šumarski fakultet, Univerziteta u Beogradu
- [6] Bašić Đ. et al. (2004): *Analiza uticaja kvaliteta zemljišta i vode na životnu sredinu*, FTN, Novi Sad
- [7] Mitrović Tutundžić V., Marković Z. (2003): *Gajenje riba*, Zadužbina Andrejević, Beograd
- [8] Ljubisavljević D. et al. (2012): *Uklanjanje nitrata iz vode za piće primenom biološke denitrifikacije*, *Vodoprivreda*, No 44, str. 163-167
- [9] Jug-Dujaković J. et al. (2009): *Recirkulacijski sustavi u uzgoju slatkovodne ribe*, *Uzgoj slatkovodne ribe, stanje i perspektive-Zbornik radova*, Zagreb
- [10] Toholj N. et al. (2012): *Pitka voda u sistemu vodosnabdijevanja stanovništva u Republici Srpskoj*, *Vodoprivreda*, No 44, str. 241-246
- [11] Bratić R. et al. (2006): *Okvirni plan razvoja vodoprivrede Republike Srpske*, *Vodoprivreda*, No 38, str. 119-129
- [12] Katavić I., Jahutka I. (2009): *Aktualna problematika slatkovodnog uzgoja (akvakultura) – stanje i problemi s prijedlogom mjera*, *Uzgoj slatkovodne ribe, stanje i perspektive - Zbornik radova*, Zagreb
- [13] Katavić I. (2009): *Okolišni aspekti akvakulture s posebnim osvrtom na organski otpad i prihvatni kapacitet uzgajališta*, *Uzgoj slatkovodne ribe, stanje i perspektive - Zbornik radova*, Zagreb
- [14] Kitanović R., Šušteršič V. (2013): *Tretman otpadnih voda*, *Vojnotehnički glasnik*, LXI, No 3, s. 122-140
- [15] Ozimec B. (2015): *Pilot projekt akvaponskog sustava, završni rad*, Veleučilište u Karlovcu
- [16] *Strategija upravljanja voda u Republici Srpskoj* (2012), *Zavod za vodoprivredu*, Bijeljina

ANALYSIS OF OPPORTUNITIES FOR THE AQUACULTURE DEVELOPMENT IN THE AREA OF OZREN MOUNTAIN

by

Veselin BLAGOJEVIC*, Vanja SUSTERSIC, Dusan GORDIC
Faculty of Engineering - Kragujevac University, Kragujevac *e-mail: veso.doboj@gmail.com

Summary

The diversity of freshwater fish species is high, but it is grown only as a small percentage, mainly related to species that traditionally come from an area. The selection is also conditioned by the quality of meat and ecological characteristics of fish. The most important characteristics of fish farming are growth rate, nutrition, time to reach sexual maturity and tolerance of selected species on the quality of water in which they are grown. Regarding tolerance to water quality cyprinid fish (carp, white and bighead carp, grass carp ...) are stand out, who make up the largest part of the total production of freshwater fish.

In addition to these types, the second place in the fish production are salmonids (salmon and rainbow trout). Trout and salmon are exclusively produced in intensive systems. Intensive production of freshwater fish has

become more difficult due to increased environmental pollution. The consequences of global warming, natural and man-made disasters, illegal dumping, the use of herbicides and pesticides in agriculture are some of the main causes of the contaminated environment and factors affecting the quality of fish production.

This paper presents the analysis of soil and water as one of the basic prerequisites for engaging in aquaculture and fisheries development in the area of Doboj town and Mountain Ozren. In addition different options for growing fish are presented, as well as their impact on the environment.

Keywords: aquaculture, soil quality, water quality, water pollution, Aquaponics system, environment.

Redigovano 08.11.2016.