

OÜ Articer Sindi kalakasvandus

Projekt

Osad:

- Tootmisruumid
- Veekäitlus
- Toitainete koormus

1. Projekti eesmärk

Projekti eesmärgiks on kasvatada siiga või koha või vikerforelli või kaugemas tulevikus, turusituatsiooni muutudes, ka muid toidukalu juurdekasvuga ca 55 kuni ca 100 tonni aastas. Kalakasvandus on kavas ehitada olemasolevate basseinide ja veehaarderajatiste baasil, mis asuvad Pärnu maakonnas Sindi linnas Kalamaja tee 1 ja Kalamaja tee 3 kinnistutel.

2. Tootmisruumid

2.1 Mahutid

Tootmises kasutatavad veekogud on olemasolevad, betoonist valatud, voolava veega basseinid, kus kasvatusmaht on kokku umbes 1500 m³.

Osa olemasolevatest basseinidest (4 väikest basseini) asuvad olemasolevas viilkatusega hoones. Suur bassein on praegu hoonega katmata - selle suure basseini kohale ehitatakse projekti raames suur suletud hall.

Suurtes basseinides aetakse vesi ringlema propellerpumba abil, neljas väiksemas basseinis tekib vee horisontaalne ringlus põhjas asuva väljavooluava ümber tekkiva keerise mõjul.

2.2 Veepuhastusseadmed- ja ruumid

Jöest võetava vee mehhaanilise puhastamise seadmed paigaldatakse jõevee veehaarde lähedusse, maa-alusele veetorule, mis kulgeb jõevee veehaardest kalakasvandusbasseinidesse.

Või alternatiivina olemasoleva suure kalakasvatusbasseini kohale ehitatavasse suurde kalakasvatushalli.

Ringleva vee veepuhastusseadmed paigutatakse olemasoleva suure basseini sisse.

Süsteemist väljuva vee puhastusseadmed paigutatakse ehitatava suure halli nurka. Sinnasamasse ehitatakse mahutid läga lühiajalise säilitamise eesmärgil.

3. Veepuhastus

3.1 Puurkaevust ja jöest võetava vee kogused

Ajal, mil basseinides on kalad, hakatakse kalakasvanduse tarbeks võtma

1) jõeveett 3 kuni 10 liitrit sekundis ehk 259,2 kuni 864 kuupmeetrit ööpäevas

2) ja lisaks veel puurkaevuvett 0 kuni 0,11574 liitrit sekundis ehk 0 kuni 10 kuupmeetrit ööpäevas.

Ajal, mil basseinid on kaladeta, hakatakse kalakasvanduse basseinide, torustike, seadmete ja rajatiste hooldamise ja puhastamise tarbeks võtma

1) jõeveett 0 kuni 10 liitrit sekundis ehk 0 kuni 864 kuupmeetrit ööpäevas

2) ja lisaks veel puurkaevuvett 0 kuni 0,11574 liitrit sekundis ehk 0 kuni 10 kuupmeetrit ööpäevas

3.2 Jökke lastava puhastatud heitvee kogused

Ligikaudu sama palju vett nagu võetakse vett kokku puurkaevust ja jõest, lastakse puhastatud heitveena voolata välja jõkke.

3.3 Rajatises ringlev vesi

Basseinides ringlevat vett puhastatakse ringleva vee puhastusseadmetega, milleks on basseinides asuvad bioreaktorid.

Ringleva vee puhastusseadmete võimsus arvestatakse alljärgnevalt:

Tegelike kalakasutuspäevade arvuks arvestatakse 300 päeva aastas ja selle aja jooksul kasvatatakse umbes 55 t kala. Keskmine toitmine päevas on umbes 220 kg kui ööpäevane toitmine on 1% kalamassist ja söödakoeffitsient on 1,2.

Kuid ringlevat vett puhastavad bioreaktorid valitakse 290 kilogrammile ehk täiskasvanud kalade maksimaalsele toitmisele vastavale ammoniaagikoormusele.

Vee temperatuur kasvatusbasseinides on valitavast kalaliigist sõltuvalt 12-22 °C. Näiteks alljärgnevate konkreetsete liikide kasvatamisel on kasvatustemperatuurid:

Siig 17°C, vikerforell 17°C, arktiline forell 11°C, koha 20°C, lõhe 17°C

Arvutuslikult tekib kalatoidu kilogrammi kohta üldammoniaagilämmastikku (TAN) mitte enam kui umbes 60 grammi ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$)-N ehk 17 400 grammi ööpäevas.

Süsteemis olev hõljuvaine tekib kalade väljaheidetest, söömata jäävast kalatoidust ja surnud kaladest. Kõige tähtsam on püüda koguda tahke hõljum ja eemaldada see basseinidest niipea kui võimalik. Peamiseks tahke hõljumi eemaldusvahendiks on basseinides tegutsevad hüdraulikasüsteemid (koonused veekeeristega). Surnud kalade eemaldamine süsteemist on vajalik ja oluline vee kvaliteedi seisukohast.

Kalad toodavad hingamisel vette süsinikdioksiidi koguses, mis on seotud nende hapnikutarbimisega. Ühe kulutatud hapniku kilogrammi kohta tekib 1,375 kg süsinikdioksiidi ja samas hapniku tarbimine sõltub peamiselt kalade poolt kasutatava sööda kogusest. Arvestatakse et kala metabolismiprotsessides kulub kalal sööda kilogrammi kohta hapnikku umbes 250 g. Lisaks kulutab nitrifikatsioonireaktor umbes 4,2 g hapnikku iga ammoniaagigrammi kohta. Peale selle võib hapniku tarbimine põhjustada mitmesugust heterotroofset kasvu, kuid seda püütakse vältida, kõrvaldades kuivaine ringlusest võimalikult tõhusalt.

Aluselisus väheneb nitrifikatsiooni tagajärjel. Aluselisuse vähenemist tuleb korvata mingil viisil, nii et see jääks vastuvõetavale tasemele.

Aluselisust vähendavateks meetmeteks on näiteks söögisooda doseerimine või ringleva vee töötlemisel denitrifikatsiooniprotsessi lisamine vee töötlemisprotsessi.

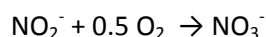
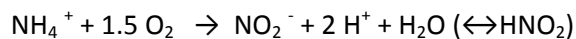
Vee hügieeni kontrollitakse näiteks vee osoneerimise ja ultraviolettkiirgustöötlemise abil, töödeldes osa basseinides ringlevast veest nende meetodite abil.

3.4 Puhastusprotsess

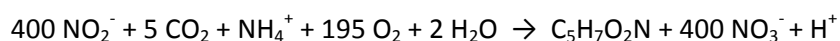
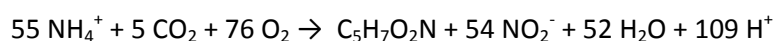
Rajatises olev vesi (nii rajatises ringluses olev kui ka rajatisest lahkuv vesi) puhastatakse lämmastiku osas bioloogiliselt (nitrifikatsioon ja denitrifikatsioon) ja fosfori osas keemiliselt.

Nitrifikatsioon toimub rajatise tsirkulatsioonivee töötlemiseks kasutatavates bioreaktorites.

Nitrifikatsioon tähendab ammoniaagi oksüdeerumist nitraadiks järgmistes võrrandites kirjeldatud reaktsioonides:



Kui võtta arvesse ka nitrifeerivate bakterite juurdekasv (rakkude süsinik süsihappegaasist), saadakse nitrifikatsiooni kogureaktsiooniks:



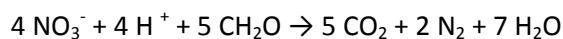
Oksüdatsioon toimub peamiselt *Nitrosomonas* perekonna ja *Nitrobacter* perekonna bakterite poolt. Nitrifikatsiooni esimeses etapis moodustuvad vesinik-ioonid alandavad vee pH-d, tagades vajaliku puhvri. Vee pH on oluline mitte ainult kaladele, vaid ka nitrifeerivatele bakteritele.

Kui pH on kõrge, on vees mitte-ioniseeritud ammoniaak ja juhul, kui pH on madal, siis on vees poolenisti ioniseerimata lämmastikuhape.

Mõlemate mitte-ioniseeritud vormide kontsentratsioonide kasvul on täheldatud olulist pärssivat mõju nitrifikatsioonile, eriti *Nitrobactersuvun* bakterite tegevusele. See tähendab, et nitritid sel juhul akumulatsioonid vees.

Praktilisele kalakasvatusele on sellel siiski üsna vähe tähtsust, sest baktereid takistavad kontsentratsioonid on suuremad kui otse kaladele probleeme tekitavad. Bakterid ka kohanevad suhteliselt laias pH vahemikus (vahemikus 6 - 9), tingimusel, et muudatused ei ole kiired. Siiski tuleks säilitada pH selle vahemiku alampiiril, et vältida ammoniaagi pH-st tulenevat kahju kaladele.

Denitrifikatsiooni poolest vee nitraat taandub anaeroobsetes tingimustes vabaks lämmastikuks järgmises võrrandis kirjeldatud reaktsioonide alusel:



Denitrifeeruvad mikroorganismid on peamiselt *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Bacillus* ja *Micrococcus*-perekonda kuuluvad aeroobsed bakterid. Denitrifikatsiooniprotsessis nitraat-ioonid asendavad vaba hapniku nende bakterite ainevahetuses hapnikurikaste tingimustega võrreldes. Reaktsiooniks on vaja ka süsiniku allikat. Vee puhastamisel denitrifikatsioon toimub tavaliselt olukorras, kus orgaanilise süsiniku allikat ei ole (selgitatud, puhastatud vesi), mistõttu enne denitrifikatsiooni tuleb lisada süsinikku väljastpoolt. Süsteemi võib ehitada ka nii, et on võimalik kasutada süsiniku allikana süsteemi sisest orgaanilist süsinikku ehk muda. Kõige sagedamini kasutatakse selleks siiski metanooli, mille toimimise kohta on palju kogemusi, aga ka näiteks melassi, glükoosi ja äädika sobivust on uuritud.

Denitrifikatsiooniprotsess on võimalik paigutada kalakasvatussüsteemi nii, et nitraadid võetakse välja kas kogu aeg ringlevast veest (täis- või osavool) või lihtsalt süsteemist väljuvast heitveest.

Fosfor eemaldatakse süsteemist väljuvast veest enne selle väljajuhtimist jõkke. Fosfor sadestatakse raua või alumiiniumi abil. Lisakemikaalina kasutatakse polümeere, mille abil sadestunud peenosakesed ühendatakse suurematel osakestel, mida võib filtreerida lintfiltri abil veest välja.

Puhastamissüsteemide toimimist kontrollitakse vajalike analüüside abil.

4. Toitainekoormuse hindamine

4.1 Fosfori koormusest

Tootmises aasta jooksul kasutatavas söödas sisalduv fosfori kogus on umbes 590 kg. Sellest 590 kilogrammist fosforist seovad kalade kehad aastas ca 220 kg.

Kalade kehadest aastas üle jäävast $590 - 220 = 370$ kilogrammist fosforist on umbes 40 % ehk ca 148 kg võimalik kätte saada tahke hõljuvaine kõrvaldamise seadmetega (trummelsõel ja väljavoolukoonused).

Kalade kehadest ja tahke hõljuvaine kõrvaldamise seadmetest aasta jooksul üle jäävat ca $370 - 148 = 222$ kilogrammi fosforit, mis on basseini vees lahustunud kujul, sadestatakse keemiliselt floteerides ja kogutakse lintfiltri abil, mille tulemusena heitvee fosforisisaldus on võimalik saada palju väiksemaks kui 1 mg/l.

Jõkke suunatavasse heitvette jääb fosforit ca 50 kg aastas, mispuhul fosfori eemaldamisprotsent on umbes 86%.

4.2 Lämmastiku koormusest

Lämmastikukoormuse hindamisel tuleb võtta arvesse rohkem tegureid kui fosfori puhul. Kuna käesolevas süsteemis eemaldatakse lämmastik reaktori abil (denitrifikatsioon), hinnatakse koormuseks umbes 700 kg aastas, mis tuleks omakoormusena umbes 12.7 g kala kilogrammi kohta. Harilik väärtus ilma lämmastiku kõrvaldamiseta on umbes 40 g kala kilogrammi kohta, kusjuures arvutatud lämmastiku eemaldamine on umbes 70%.

4.3 Äravoolu mõõtmine

Rajatises kasutatava vee koguseid mõõdetakse magnetilise vooluhulga mõõturi abil.

4.4 Proovide võtmine

Toiteelementide sisaldust vees jälgitakse, võttes proove automaatse koguja abil hiljem kokkulepitava ajakava kohaselt.

5. Läga töötlemine

Rajatises tootmisel tekkivat muda viiakse mahutitest ära mujale vastavalt vajadusele. Eesmärgiks on leida mudale majanduslikult kasulik kasutusotstarve.

Kirjandus

Soderberg, R.W. 1995. *Flowing water fish culture*. Lewis Publishers, CRC Press, Florida, 147 p.

Timmons, M.B. & Ebeling, J.M. 2007. *Recirculating aquaculture*. Cayuga Aqua Ventures, NRAC Publication No. 01-007, Ithaca, New York, 975 p.