

**PROJEKTAS NR. VP1-2.2-ŠMM-04-V-03-022**

## **RECIRKULIACINIŲ SISTEMŲ ĮRANGA IR ĮRENGIMAS (ŽUVŲ AUGINIMO ĮRANGA)**

### **KONSPEKTAS**

Parengė: UAB „Kingo Consult Baltic“

Parengtas įgyvendinant projektą Nr. VP1-2.2-ŠMM-04-V-03-022 „Žuvininkystės posričio modulinėms profesinio mokymo programoms skirtu mokymo priemonių rengimas ir modulių mokymo programų išbandymas“

## Turinys

ĮVADAS.....	3
1. SKYRIUS. PROCESAI, VYKSTANTYS DIRBTINĖJE RECIRKULIACINIŲ SISTEMŲ (UŽDARŲJŲ RECIRKULIACINIŲ SISTEMŲ) EKOSISTEMOJE .....	5
1.1. poskyris. Vandens regeneracija atliekant biologinę sorbciją, amonifikaciją, nitrifikaciją, denitrifikaciją.....	5
1.2. poskyris. Žuvų metabolizmo produktų koncentracija URS sistemose .....	6
1.3. poskyris. URS vandens kokybės valdymas .....	7
1.4. poskyris. Deguonies suvartojimas .....	12
1.5. poskyris. Žuvų profilaktika ir gydymas UR sistemose .....	13
2. SKYRIUS. URS SISTEMOSE NAUDOJAMA ĮRANGA .....	15
2.1. poskyris. Baseinai .....	15
2.2. poskyris. Mechaniniai filtrai .....	18
2.3. poskyris. Biologiniai filtrai .....	22
2.4. poskyris. Degazatoriai .....	28
2.5. poskyris. Oksigenatoriai .....	29
2.6. poskyris. Vandens dezinfekcijos įranga.....	32
2.7. poskyris. Įranga, užtikrinanti URS temperatūrinį režimą .....	34
3. SKYRIUS. RECIRKULIACINIŲ SISTEMŲ KONSTRUKCIJOS .....	38
3.1. poskyris. Reproduktorių laikymo tarp neršto periodų sistemos.....	38
3.2. poskyris. Reproduktorių priešnerštinio ir nerštinio laikymo sistemos.....	41
3.3. poskyris. Mailiaus auginimo sistemos .....	52
3.4. poskyris. Jauniklių auginimo sistemos .....	54
3.5. poskyris. Prekinės žuvies auginimo sistemos.....	58
3.6. poskyris. Žuvivaisos įmonių URS veisimo ir prekinių cechų išdėstymas .....	65
4. SKYRIUS. UR SISTEMŲ EKSPLOATAVIMO BIOTECHNINIAI IR EKONOMINIAI RODIKLIAI .....	82
4.1. poskyris. UR sistemų biotechniniai normatyvai esant skirtingiems eksploatavimo variantams .....	82
4.2. poskyris. URS sistemos veikimo ekonominio efektyvumo vertinimas.....	84

## ĮVADAS

Recirkuliacinės sistemos akvakultūroje buvo pradėtos taikyti amerikiečių, vokiečių ir rusų mokslininkų bei praktikų darbuose, kurie, naudodamiesi tvenkinių fondu, pabandė sukurti dirbtines uždaras ekosistemas. Jose daug kartų naudojant vandenį buvo auginami kanalo šamai, karpiai ir upėtakiai.

Nors kai kuriais atvejais tvenkiniuose cirkuliuojančio vandens daugkartinis naudojimas sukeldavo papildomą oksigenaciją (prisotinimą deguonimi), tačiau papildymas šviežiu vandeniu kiekvieną dieną siekė 100 ir daugiau procentų.

Kitais atvejais dalis tvenkinių buvo naudojami mechaniniam ir biologiniam technologinio vandens valymui. Tokiais atvejais baseino vandens dienos papildymas būdavo 20-50 %. Viena ar kita forma tokios recirkuliacinės sistemos yra naudojamos ir šiuo metu. Tačiau labai taupant vandenį, jose negalima pasiekti geresnių pagrindinių žuvininkystės proceso rodiklių: reproduktorių laikymo režimų optimizavimo ir iš jų gaunamų palikuonių kiekybės ir kokybės didinimo, sodinamosios (jauniklių) medžiagos ir prekinės žuvies auginimo laikotarpių sutrumpinimo, šių amžiaus grupių produkcijos žymaus padidinimo.

Todėl praėjusio amžiaus 60-ųjų metų pabaigoje ir 70-ųjų metų pradžioje recirkuliacinių sistemų kūrimas vyko stengiantis jas pritaikyti pramoniniam naudojimui, taikant ypatingos konstrukcijos baseinus, mechaninius ir biologinius filtrus, siekiant sukurti valdomą temperatūrinį, dujinį ir hidrocheminį režimus. Buvo įrodyta būtinybė recirkuliacinėse sistemose naudoti vandens dezinfekcijos įrenginius, kurie cirkuliuojančiame vandenyje slopina bakterijas ir kartu skaidrina vandenį, taip pat pradėti naudoti specialūs įrenginiai (oksigenatoriai), kurie vandenį prisotina deguonies iki 150-200 %. Tai sudarė galimybę kelis kartus padidinti žuvų laikymo tankį ir gaunamos žuvų produkcijos dydį.

Per visą minėtą laikotarpį iki pat šių dienų yra tobulinami techniniai mazgai ir pramoninės paskirties uždarujų recirkuliacinių sistemų, sutrumpintai vadinamų URS, konstrukcijos, taip pat žuvų ir kitų hidrobiontų (vėžiagyvių, moliuskų) veisimo ir auginimo biotechnika. Šiuo metu UR sistemose karpų, upėtakių, eršketų, kanalo šamų ir šamų plėšikų, tilapijų reproduktoriai jau veda palikuonis nuo 2 iki 12 kartų per metus, o kelios kartos sodinamosios medžiagos ir prekinių žuvų auginamos visus metus tuose pačiuose baseinuose. Tai reiškia, kad gaunama kelis kartus daugiau žuvies produkcijos.

Labai svarbu yra tai, kad URS yra ekologiškai saugios auginti žuvį, nes su cirkuliacinio vandens dalimi (5-20 % bendro tūrio per dieną) iš jų išleidžiami teršalai, kurie gali būti visiškai utilizuoti kaip organinės trąšos arba biologiškai aktyvūs hidrolizės ir fermentolizės produktai. Pastarieji gali būti dedami į žuvų ir šiltakraujų gyvūnų pašarus.

URS tikslinga naudoti ne tik kaip atskirai veikiančią prekinį žuvų auginimo įrangą, bet ir kaip įrangą, naudojamą siauresnėms funkcijoms, pavyzdžiui, per nustatytą terminą išauginti daug sodinamosios medžiagos prekiniams tvenkiniams, baseinų ir žuvidžių ūkiams. Atskyrus funkcijas, žymiai sutrumpinamas prekinės žuvies auginimo laikas arba padidinamas jos svoris.

Ypatingas dėmesys pramoninių recirkuliacinių sistemų tobulinimui skiriamas todėl, kad jose auginama žuvis pripažįstama kaip ekologiškai švari. Jos neveikia gamtos ir antropogeniniai veiksniai (medžioklės, žvejybos, žemės ūkio, kalnakasybos, transporto, pramonės ir kitų veiklos sričių poveikis aplinkai), kurie prisideda prie žuvų arealo taršos.

Čia pateikiamos žinios apie procesus, vykstančius dirbtinėse UR sistemose, apie vandens kokybės valdymo pagrindus, įrangos ir techninių mazgų, užtikrinančių URS darbą, sudėtį ir paskirtį, įvairios paskirties URS konstrukciją, biotechninius ir ekonominius URS eksploatavimo rodiklius.

# 1. SKYRIUS. PROCESAI, VYKSTANTYS DIRBTINĖJE RECIRKULIACINIŲ SISTEMŲ (UŽDARŲJŲ RECIRKULIACINIŲ SISTEMŲ) EKOSISTEMOJE

## 1.1. poskyris. Vandens regeneracija atliekant biologinę sorbciją, amonifikaciją, nitrifikaciją, denitrifikaciją

Biologinė sorbcija – tai tirpių ir netirpių teršalų nusodinimas biofilto medžiagų (polietileno granulės, ežiai, šepėčiai, gofruoti vamzdeliai ir pan.) paviršiuje ir ant organinių bei neorganinių dalelių (aktyvaus dumblo), judančių cirkuliuojančiame UR sistemų vandenyje.

Kadangi ant sorbuojančio paviršiaus masiškai vystosi bakterijos, kartu vyksta ir amonifikacijos (azoto organinių medžiagų skaidymasis iki amoniako ( $\text{NH}_3$ ), nitrifikacijos (biologinis procesas, kurio metu amoniakas oksiduojamas iki nitritų, o pastarieji oksiduojami iki nitratų; nitrifikacija naudojama šalinant azotą iš vandens nuotekų) bei denitrifikacijos (azoto išsiskyrimas iš nitratų, jų irimas dėl deguonies stokos) procesai.

Ant sorbuojančio paviršiaus užaugus bioplėvelei ir jai pasiekus kritinę masę (kai bioplėvelės susikaupia per daug), ji atsiskiria nuo substrato ir vanduo ją išneša iš biofilto. Vėliau sulaikoma mechaniniuose filtruose arba degazatoriuose.

Bioplėvelės atitrūkimo plote sorbcijos procesas sustiprėja. Todėl svarbu, kad biofilto nešėjų regeneracija (kritinės masės bioplėvelės pašalinimas) būtų reguliari. Prie to prisideda viso biofilto tūrio barbotavimas (burbuliavimas) iš orapūtės tiekiamu suspaustu oru. Biofiltrą suspaustu oru naudinga prapūsti 2 kartus per parą po 15 minučių, bet ne mažiau nei vieną kartą. Tai taikytina biofiltrams su stabilia nešėjų padėtimi.

Tačiau efektyvūs ir tokie biofiltrai, kurie veikia bioreaktorių režimu, kai per visą parą vykdomas viso tūrio, kurį užima nešėjai, barbotavimas. Kartu yra pasiekiamas dar vienas svarbus efektas – padidinamas biofilto gebėjimas praleisti didesnę vandens kiekį per laiko vienetą. Todėl naudojant biofiltrus su nejudančių nešėjų įkrova keisti vandenį baseine reikia vieną kartą per valandą. Naudojant bioreaktorių vanduo gali būti keičiamas 3-5 kartus per dieną.

Amonifikacija – tai skendinčių organinių medžiagų (išmatų, maisto liekanų, žuvusios žuvies, gleivių nuo žuvų kūno paviršiaus ir pan.) oksidacijos procesas dėl fermentinio bioplėvelės (bakterinės masės) poveikio, esant pakankamam deguonies kiekiui vandenyje. Vykstant oksidacijai išsiskiria amonis.

Nitrifikacija – tai amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) virsmas į nitritus ( $\text{NO}_2^-$ ) ir pastarųjų virsmas į nitratus ( $\text{NO}_3^-$ ).

Amonio transformaciją į nitritus atlieka autotrofinės Nitrosomonas genties bakterijos dalyvaujant deguoniui. Amonio transformacija aprašoma formule:



Nitritų transformaciją į nitratus atlieka Nitrobacter genties bakterijos dalyvaujant deguoniui ir ji aprašoma formule:



1 kg amonio oksidacijai iki nitritų reikia 3,43 kg deguonies. 1 kg nitritų transformuoti iki nitratų reikia 1,14 kg deguonies.

Dėl nitrifikacijos proceso metu išsiskiriančių vandenilio jonų biofiltre vanduo yra linkęs rūgštėti. Kitose URS dalyse (baseinuose, vamzdžiuose, degazatoriuose ir pan.) vyksta šarminimo procesai. Todėl vandens, patenkančio iš baseinų į biofiltrus, pH (vandenilio rodiklis) yra paprastai didesnis nei išeinančio, o didžiausias oksidacijos greitis pastebimas, kai pH 7-9. Optimalus pH dydis žuvivaisos baseinų vandenyje 6,5-7,5. Nepageidautina, kad jis būtų žemesnis nei 6.

Denitrifikacija – tai nitritų ir nitratų pašalinimo iš UR sistemų vandens procesas.

Denitrifikacijos proceso metu dujinis azotas pašalinamas į atmosferą.

Didžiausias denitrifikacijos proceso efektyvumas pasiekiamas tada, kai vandenyje nėra deguonies. Pramoninėse URS denitrifikacijos blokas nenaudojamas, nes jo matmenys yra dideli ir kyla sunkumų sukuriant anaerobines sąlygas. Tačiau laboratorijos sąlygomis ir mažose UR sistemose naudojamas denitrifikacijos blokas. Tuo pačiu metu bioplėvelėje, kuri susidaro ant degazatoriaus, vamzdžių, baseino sienelių, vyksta denitrifikacijos procesai. Todėl šiose URS dalyse vyrauja vandens šarminimo procesas.

## 1.2. poskyris. Žuvų metabolizmo produktų koncentracija URS sistemose

Kaip buvo paaiškinta anksčiau, žuvų metabolizmo (gyvybinės veiklos) produktai UR sistemose yra transformuojami, todėl pasiekiamas laukiamas efektas – jų koncentracija sumažėja iki žuvims ir organizmams, gyvenantiems biofiltre ir kitose URS dalyse bei vykstantiems metabolizmo produktų utilizavimo funkciją, nepavojingo lygio.

Vertinant vandens kokybę URS baseinuose, pirmiausia reikia atkreipti dėmesį į vandenilio jonų koncentraciją (pH). Anksčiau buvo pažymėta, kad UR sistemose pageidautina neleisti pH sumažėti žemiau 6 ir padidėti daugiau nei iki 7,5. Kartu reikia atsižvelgti į tai, kad žuvų atsparumas žemoms pH reikšmėms su amžiumi didėja. Todėl baseinuose pH sumažėjus iki

5,5, suaugusios žuvys tam tikrą laiką gali išgyventi, o, pavyzdžiui, lervutės ir mailius neišgyvena. Be to, vanduo su tokia žema pH reikšme sutrikdys biofiltro darbą, o UR sistemoje kils vandens toksikozė. Todėl pH sumažėjus iki 6, būtina padidinti šio rodiklio dydį, o jam pakilus iki 8 – sumažinti. Kaip tai atlikti, bus paaiškinta toliau.

Kenksmingiausia žuvims yra nejonizuoto amoniako ( $\text{NH}_3$ ) koncentracija. Jo leidžiama reikšmė yra 0,025 mg  $\text{NH}_3$ /l vandens.

Visuotinai manoma, kad leistina nitritų reikšmė URS cirkuliuojančiame vandenyje neturi viršyti 0,2 mg/l šaltamėgėms žuvims (upėtakiams) ir 0,3 mg/l šiltamėgėms žuvims (karpiams). Lenkijos mokslininkai ir praktikai įrodė, kad ši reikšmė gali būti viršyta 5–10 kartų auginant ungurius ir šamus plėšikus.

Yra nitritų koncentracijos viršijimo problemos sprendimas, ypač biofiltro paleidimo metu: reikia, kad chloro jonų koncentracija vandenyje siektų 80-100 mg/l, tada sumažėja nitritų toksiškumas, net kai jų koncentracija yra 5-10 mg/l.

Nitratai – tai mažiausiai toksiška metabolinio azoto forma. Leistinos nitratų koncentracijos mailiui yra iki 50-60 mg/l, vyresnio amžiaus žuvims – iki 100 mg/l. Tačiau manoma, kad unguriams ir šamams plėšikams leistinas nitratų kiekis gali siekti iki 500 ir netgi 1000 mg/l.

URS vandenyje skenda (vandenyje pakibusios kietosios dalelės) daugiausia yra organinės kilmės, todėl jos įtaka žuvų gyvybinei veiklai nedidelė. Skenda turėtų būti laikoma kaip substratas įvairioms bakterijoms, tačiau tarp jų gali būti ir patogeninės formos bakterijų. Skendos leistina koncentracija – iki 60 mg/l.

### 1.3. poskyris. URS vandens kokybės valdymas

Formuojant URS vandens balansą, tikimasi, kad tai padės užtikrinti taupesnę vandens naudojimą, kuris būdingas UR sistemoms, palyginti su pratakinių tvenkinių ir baseinų žuvivaisos įmonėmis. Manoma, kad užauginti 1 kg žuvies UR sistemoje sunaudojama 150 l vandens, o pratakiniuose baseinuose – 150 m<sup>3</sup> vandens. Tačiau būtina atsižvelgti į tai, jog URS ekonominis efektyvumas tiesiogiai priklauso nuo joje auginamos žuvies kiekio. Čia kyla klausimas apie iš URS išleidžiamo technologinio vandens kiekį ir nuostolių papildymui naudojamo šviežio vandens kiekį.

UR sistemoje galima sukurti sąlygas, kad papildymo vanduo būtų naudojamas tik išgaravimo nuostoliams kompensuoti. Sulaikomų organinių nuosėdų kiekis bus toks mažas, kad jos nekels net minimalios vandens kokybės pablogėjimo grėsmės atskirame URS technologiniame mazge arba bendroje sistemoje. Tokia situacija yra galima, jeigu URS laikomų

žuvų tankis yra labai mažas, pavyzdžiui, parodose demonstruojant sistemoje laikomas žuvų kolekcijas, laikant ypač vertingų ir retų žuvų rūšių veislinius būrius, atliekant vyresnio amžiaus veislinių žuvų ir naujų žuvų rūšių reproduktorių karantiną.

Kai kalbama apie žuvų auginimą pramoniniu mastu, didžiausias dėmesys sutelkiamas į ekonomiką – gamybos pelningumo užtikrinimą. Šiuo atveju pajamų dalį sudaro parduodamos produkcijos vertė (ikrų, lervučių, mailiaus, sodinamosios medžiagos, prekinės žuvies). Tai, kas susiję su žuvies auginimo įrenginio darbu, yra išlaidos. Nepaisant to, jog URS vanduo naudojamas ekonomiškiau, šios išlaidos gali būti didelės, kadangi dažniausiai naudojamas artezinis vanduo, kuris daugelyje šalių yra brangus.

Todėl skaičiuojant žuvies auginimo URS ekonominę efektyvumą, būtina rasti pusiausvyrą tarp maksimalaus galimo auginti žuvies kiekio ir pakankamo papildymo vandens tūrio, tinkamai cirkuliuojančio vandens kokybei palaikyti. Taip pat būtina išsiaiškinti, koks būtinas vandens kiekis ir kaip dažnai juo reikia papildyti UR sistemą.

Kaip buvo minėta anksčiau, žuvų išskiriami metabolizmo produktai pereina kelis transformacijos etapus iš eilės: iš amoniako į amonį, paskui – į nitritus ir nitratų. Jeigu biologinis technologinio vandens valymas efektyvus, tai azoto sanakaupa recirkuliacinėje sistemoje tikėtina tik paskutiniame etape – nitratų forma.

Teoriškai įmanoma situacija, kad nitratai pereitų į transformavimosi į dujinio azoto stadiją. Tokią situaciją galima laikyti metabolinio azoto ir vandens kokybės atstatymo gamtinio transformavimo konvejerio pavyzdžiu. Tačiau UR sistemose nėra daugelio ekologinių ryšių, kurie egzistuoja gamtoje ir dalyvauja transformuojant organinę medžiagą. Be to, apie tai jau kalbėta anksčiau, denitrifikatorių, kuriuose nitritų ir nitratų azotas keičiamas į dujinį, naudojimas mažai tikėtinas ir labai brangus. Todėl, naudodami papildymo vandenį, mes praskiedžiame amonio, nitritų ir nitratų koncentraciją ir sumažiname jų galimą toksiškumą.

UR sistemose susidarančias ir mechaniniuose filtruose, biofiltrų, degazatorių kūgiuose sulaikomas organines nuosėdas iš sistemos reikia šalinti ne rečiau kaip kartą per parą, kad į cirkuliuojantį vandenį nepatektų toksiški, daugiausiai anaerobinio (be deguonies) puvimo, produktai. Todėl URS kasdien reikia papildyti vandeniu. Įrodyta, kad nors 90 % žuvų išskiriamo metabolinio azoto yra vandenyje tirpios formos ir tik 10 % – ekskrementuose, vis dėlto URS vandens kokybė priklauso nuo mechaninio filtro efektyvumo.

Būtina atsižvelgti ir į tai, kad tam tikras vandens praradimas UR sistemose įvyksta dėl išgaravimo. Esant 25°C vandens temperatūrai dėl garavimo vandens lygis tiesiasroviuose iki 1 m gylio baseinuose per parą sumažėja apie 1 cm, taigi kai 1 m gylio baseine vandens paviršiaus plotas yra 500 m<sup>2</sup>, gali išgaruoti iki 5 m<sup>3</sup> vandens. Todėl vandens papildymas, pakeičiantis išleidžiamą, URS yra būtinas.



Papildymo vandens kiekis priklauso nuo mechaninio ir biologinio valymo efektyvumo. Efektyvus mechaninis valymas yra, kai maksimaliai ir laiku organinės nuosėdos pašalinamos iš UR sistemos. Biologinio valymo efektyvumą parodo biofilto filtruojančiojo paviršiaus ir kokybinės bei kiekybinės mikroorganizmų sudėties santykis, sorbcinio, amonifikacijos ir nitrifikacijos procesų intensyvumas.

URS keičiamo vandens kiekis priklauso nuo sistemos konstrukcinių ypatumų, auginamų žuvų rūšių (skiriasi medžiagų apykaitos intensyvumas), laikomų žuvų tankio. Per parą gali būti pakeičiama nuo 2-3 % iki 100% URS vandens. Vandens papildyti užtenka 2-3 %, kai URS laikoma mažai žuvų (pavyzdžiui, reproduktorių), arba biofilto rezervas neišnaudojamas. O 100 % vandens pakeisti reikia tada, kai URS laikomų žuvų tankis yra labai didelis, ir biofiltras negali pakankamai efektyviai išvalyti vandens. Pavyzdžiui, Lenkijos įmonėse, auginančiose šamus plėšikus, URS sumontuotas biofiltras gali utilizuoti 30 t plėšriųjų šamų išskiriamus metabolizmo produktus, kai vandens pakeičiamumas yra 10%, tačiau kasdien keičiant 100 % URS vandens, galima laikyti 70-100 t žuvies.

Dažniausiai URS keičiama 5-20 % cirkuliuojančio vandens. Labai svarbu nuolat stebėti vandens kokybę ir žuvų elgseną.

Vandens kokybės rodikliai, kurie yra nustatomi kasdien, ne mažiau nei 2 kartus per parą, yra vandens temperatūra ir jame ištirpusio deguonies kiekis. Ne rečiau nei kartą per 3 paras (jeigu turima įranga leidžia, ir dažniau) pagal minimalią programą nustatomas nitritų kiekis, o pagal maksimalią – bendras amoniako, nitritų ir nitratų kiekis.

Vandens temperatūra baseinuose turi atitikti konkretaus auginimo etapo žuvų poreikius. Pavyzdžiui, intensyviai auginant sodinamąją medžiagą ir prekinius eršketus, ji turi būti 22-24°C, o laikant reproduktorius dirbtinio žiemojimo sąlygomis – 8-10°C. Jeigu yra laikomasi šių rodiklių, tai pasiekama geriausių žuvų augimo greičių, maisto įsisavinimo, lytinių produktų brendimo rezultatų. Į baseiną įtekančio vandens prisotinimas deguonimi gali siekti 150-200 % (lervutėms ir mailiui – 100 %). Jei vandens temperatūra – 22-24°C, tai deguonies kiekis vandenyje turi būti 9-10 mg/l. Baseino gale deguonies kiekis vandenyje neturi būti mažesnis nei 5-6 mg/l. Tik tada žuvis bus pakankamai aprūpintos deguonimi ir efektyviai jį vartos.

Kitokie yra šamų plėšikų poreikiai. Jie turi labirintinius organus ir pagrindinį deguonies kiekį gauna iš atmosferos oro, kurį reguliariai įkvepia. Todėl šamams plėšikams pakanka, kad deguonies vandenyje būtų ne mažiau 2 mg/l.

Bendro amoniako, nitritų, nitratų kiekio kontrolė leidžia įvertinti biofilto vandens valymo efektyvumą. Jeigu vandenyje amoniako yra iki 0,5-1 mg/l, nitritų – iki 0,2 mg/l, nitratų – iki 60-100 mg/l (apibūdinimas pateiktas pagal azoto kiekį medžiagoje), tai parodo, kad biofilto valomo vandens kokybė yra gera. Jeigu jie viršijami, ypač pirmasis ir antrasis rodikliai, tada

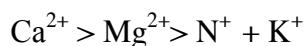
reikia keisti didesnę URS vandens kiekį. Kol nepagerės vandens kokybė, sumažinamas arba sustabdomas žuvų šėrimas. Pagerinus vandens kokybės rodiklius, pamažu grįžtama prie įprasto šėrimo intensyvumo.

Prieš atliekant vandens analizę, jo kokybės nuokrypius preliminariai galima nustatyti pagal žuvų elgseną. Jeigu žuvis tampa vangios ir dažnai judina žiaunų dangtelius, tai gali būti deguonies deficito požymis. Jeigu žiaunų dangteliai yra atitraukti ir atrodo, kad žiaunos yra padidėjusios, – tai vandens persotinimo anglies dioksidu požymis. Jeigu žuvis vangios ir sunkiai kvėpuoja – tai azoto junginių koncentracijos viršijimo požymis.

Papildymo vandens kokybė turi atitikti geriamojo vandens kokybės reikalavimus. Kokybiškas vanduo gaunamas iš artezinių gręžinių, todėl jis ir naudojamas UR sistemose

Tačiau arteziniuose vandenyse dažnai būna daug geležies. Todėl, jeigu pagal daugelį rodiklių vanduo atitinka reikalavimus, o geležies jame daugiau (dažnai iki 1-4 ir daugiau mg/l), tai tokį vandenį tiekiant į URS pirmiausia reikia nugeležinti. Labiausiai žuvims pavojinga yra divalentė geležies forma, jos daugiausiai yra iš artezinio gręžinio atitekančiame vandenyje.

Artezinio vandens analizės gali parodyti daugelio rodiklių nuokrypius nuo leistinų reikšmių, bet tai nereiškia, kad jis netinkamas žuvims auginti. Lemiantis yra jonų santykis, kuris gėlame vandenyje turi būti toks:



Jūros vandeniui galioja atvirkščias santykis:



Vandeniui nugeležinti naudojama įranga, kurioje divalentė geležis tampa trivalente ir iškrenta nuosėdomis dribsnių forma; tos nuosėdos sulaikomos filtre. Jeigu artezinio vandens pH didesnis nei 7, tai pakanka jį perleisti per bokštą, kuriame dėl vandens sąlyčio su oru geležis nusėda. Jeigu pH mažesnis nei 7, tai geležies nusodinti neįmanoma be cheminio oksidatoriaus – kalio permanganato.

Vandens kietumas turi teigiamą įtaką vandens kokybei. Vandens kietumą sukuria kalcio (Ca), magnio (Mg), aliuminio (Al), geležies (Fe), mangano (Mn), cinko (Zn) jonai. Tačiau kietumo analizei užtenka nustatyti Ca ir Mg kiekį. Jų matavimo vienetai mg-ekv/l arba vokiški laipsniai (H°).

Kietumas nustatomas pagal kalcio oksido (CaO) 10 mg/l koncentraciją, kuri atitinka 1 H°, 1 mg-ekv/l kietumas prilygsta 2,8 H°.

Bendrasis kietumas nustatomas pagal formulę:

$$\text{Bendrasis kietumas} = \frac{\text{Ca}(\text{mg/l})}{20,04} + \frac{\text{Mg}(\text{mg/l})}{1226} (\text{mg-ekv/l})$$

Optimalios bendrojo kietumo reikšmės šilumą mėgstančioms žuvims (karpiams, šamams, tilapijoms) – 2-3 mg-ekv/l, šaltį ir vidutinės vandens temperatūras mėgstančioms žuvims (lašišinėms, eršketinėms) – 3,5-7 mg-ekv/l.

Kaip buvo pažymėta anksčiau, veikiančiame filtre vyrauja vandens rūgštinimo procesai, todėl vandens pH gali sumažėti žemiau 6. Tokiu atveju pH būtina padidinti iki neutralių reikšmių (7-7,5). Todėl į UR sistemoje cirkuliuojantį vandenį su dozatoriais lašeliniu būdu įterpiama silpno šarminio tirpalo (NaOH), ištirpinant 600 g granuliuoto šarmo 20 l vandens (darbinis tirpalas). Šis tirpalas, į vandenį patekdamas lašeliais, pamažu padidina pH iki reikiamos reikšmės. Kartu kas valandą matuojamas cirkuliuojančio vandens pH. Šios rodiklio didėjimo gradientas neturi viršyti 0,3-0,5 vieneto per valandą. Kai pH padidėja iki 7-7,5, šarmo tirpalo nebePilama.

Kaip reagentas gali būti naudojamos ir praskiestos vandeniui bei išfiltruotos nuo nuosėdų gesintos kalkės  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Jos į URS pateikiamos taip pat kaip šarmas.

Jeigu UR sistemoje vandens pH – šarminis (didesnis nei 7,5), toks dažnai pasitaiko dar nepaleidus darbo režimu biofilto arba sutrikdžius jo veikimą, tai neutralizavimui naudojamas silpnas druskos rūgštis tirpalas (0,5 %), kuris taip pat lašeliniu būdu per dozatorių įterpiamas į cirkuliuojantį vandenį. Reagentų įterpimo vieta turėtų būti už biofilto.

Svarbų vaidmenį URS ekosistemoje gali vaidinti chloridai, kurių gėlame vandenyje paprastai nedaug. Tačiau jų kiekis iki 300 mg/l užtikrina normalią auginamos žuvies būseną tuo atveju, jeigu vandenyje padidėja toksiškesnių formų nitritinio azoto kiekis. Kai chloridų koncentracija – iki 30 mg/l, nitritų saugi koncentracija yra 8 mg/l, o kai chloridų – 300 mg/l, nitritų gali būti 30 mg/l. Didesnis chloridų kiekis gali būti pražūtingas ir bakterijoms, gyvenančioms biofilte.

Paprastai arteziniame vandenyje sulfatų koncentracija, kuri UR sistemose yra leistina, neviršija 20-30 mg/l. Jeigu vandens prisotinimas deguonimi yra žemas, dėl didelės sulfatų koncentracijos vandenyje gali susidaryti sieros vandenilio. Todėl jeigu papildymo vandenyje yra didelės sulfatų koncentracijos (iki 100 mg/l), būtina prieš 6-12 valandų prieš paduodant vandenį į URS atlikti sustiprintą aeraciją suspaustu oru arba 2-3 valandas ozonuoti. Tokiu atveju tikėtina, kad oksiduojantis sulfatų koncentracijos sumažės iki leistinų reikšmių.

Jei UR sistemose naudojamas chloruotas vandens, jį būtina palikti parą nusistovėti nuolat barbotuojant suspaustu oru arba 6-12 valandų nuolat ozonuojant.

Svarbią reikšmę valdant UR sistemoje cirkuliuojančio vandens kokybę turi biofilto paleidimo periodas. Jeigu žuvis būtų įleista į UR sistemą su šviežiu, dar neįsidirbusiu biofiltru, tai vandens toksikozė ir žuvų žūtis būtų neišvengiama. Todėl biofiltras turi būti iš anksto paruoštas numatomam laikyti UR sistemoje žuvų kiekiui (biomasei).

Pagal konservatyvų būdą apskaičiuojamas pašarų kiekis (paros dozė), kurį reikės duoti žuvisms, įleidus jas į URS. Pavyzdžiui, 10 kg talpos biofiltro paleidimo periodas pagal šį būdą sudarys ne mažiau 30 parų. Todėl nurodytas pašaro kiekis padalinamas 30 parų laikotarpiui didėjančia tvarka.

10 kg yra padalinama iš 30 parų ir gaunama pašaro suspensijos (rūpestingai susmulkinto pašaro vandens tirpalas) įpylimo norma pirmą biofiltro paleidimo procedūros dieną – 10 kg / 30 parų = 0,33 kg.

Toliau kiekvienos dienos suspensijos dozė (nustatoma pagal pašaro svorį) yra didinama 0,33 kg, pavyzdžiui: 1-ąją dieną – 0,33 kg; 2-ąją dieną – 0,66 kg; 3-iąją dieną – 0,99 kg ir t.t.

Jeigu 30-osios paros analizė parodys, kad nitritų, nitratų ir amonio kiekiai vandenyje neviršija normų, tai į URS galima įleisti žuvis. Jeigu ne, reikia tęsti toliau: kiekvieną dieną įpilti 10 kg pašarų suspensijos pavidalu tol, kol normalizuosis vandens kokybė.

Dažnai biofiltrui paleisti naudojamos specialios skysčio arba miltelių pavidalo amonifikuojančiųjų ir nitrifikuojančiųjų bakterijų kultūros. Ant pakuotės nurodoma, kiek bakterinio preparato turi būti įpilama į URS tam tikram žuvų kiekiui. Naudojant specialias bakterijas biofiltras paleidžiamas greičiau, negu naudojant konservatyvųjį filtro paleidimo būdą. Tačiau ir šiuo atveju pirmąsias 5-10 parų vandenyje būtina palaikyti 30-50 mg/l chloridų koncentraciją. Tai pasiekama į vandenį įpylus valgomosios druskos (NaCl).

#### 1.4. poskyris. Deguonies suvartojimas

Deguonis UR sistemose reikalingas žuvisms kvėpuoti, organinių medžiagų oksidacijos ir nitrifikacijos procesams vykti. Biofiltro aerobinių bakterijų gyvybingumui užtikrinti pakankamas deguonies kiekis vandenyje yra 2 mg/l. Todėl, jeigu baseinų vandens ištekėjimo vietose („išėjimuose“) minimalus deguonies kiekis yra ne mažesnis nei 5 mg/l (optimali situacija), jo pakanka normaliam filtro veikimui. Bioreaktoriuose vanduo papildomai prisotinamas deguonimi, paduodamu su suspaustu oru, todėl jų produktyvumas 2-4 kartus didesnis nei biofiltrų su nejudančia polietileno granulių įkrova.

URS auginamų žuvų deguonies suvartojimas kvėpavimui, vykstant intensyviai medžiagų apykaitai, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$D = 0,22 \times F,$$

D – žuvų paros deguonies poreikis, kg/para.

F – žuvų paros pašaro poreikis, kg/para

Pavyzdžiui, pašaro paros norma yra 100 kg, tuomet  $D = 0,22 \times 100 = 22$  kg deguonies per parą arba apie 1 kg/val.

Tačiau žuvis per parą deguonies suvartoja netolygiai. Upėtakiai daugiausiai deguonies suvartoja 10-15 min. po šėrimo, praėjus 1-1,5 val. po šėrimo deguonies suvartojimas sumažėja, eršketai, atitinkamai, 15–20 min. ir 2–2,5 val.

Maksimalų deguonies suvartojimą po šėrimo galima apskaičiuoti pagal formulę:

$$D_{\text{maks/val}} = 1,5 \times D/24.$$

Deguonies balansas UR sistemose – tai ne vien jo suvartojimas oksidacijos procesams ir žuvų kvėpavimui.

Prisotinant vandenį deguonies iki 150-300 %, būtina atsižvelgti į tai, kad tam tikra jo dalis išgaruos iš vandens į atmosferą. Todėl laikoma, kad vandens prisotinimas deguonimi iki 120-150 % tik sumažina nuostolius dėl išgaravimo.

Normalaus vandens baseinuose prisotinimo deguonimi vertinimo kriterijus yra jo koncentracija prie vandens ištekėjimo angos, kuriame deguonies koncentracija turi būti ne mažesnė nei 5-6 mg/l. Maksimalaus deguonies suvartojimo periodo metu jo koncentracija gali laikinai sumažėti, tačiau neturi sumažėti mažiau negu 3 mg/l.

Skaičiuojant deguonį gaminančių generatorių galingumą, atsižvelgiama į tai, kad žuvies kilogramo prieaugiui sunaudojama 1-1,5 kg deguonies.

### 1.5. poskyris. Žuvų profilaktika ir gydymas UR sistemose

Pirmoji profilaktinė priemonė, kuri naudojama naujose UR sistemose arba atvežus žuvų į jau veikiančią žuvininkystės įmonę iš kitų žuvininkystės ūkių, yra žuvų karantinavimas. Karantinavimo metu nustatoma žuvų sveikatos būklė, ligos. Karantino trukmė – mėnuo. Per mėnesį kas penkias dienas atliekami parazitologiniai žuvų tyrimai. Aptikus ektoparazitų, kuriams profilaktikos arba gydymo metodai, kurie paskui pritaikomi.

Reikia atsižvelgti į tai, kad UR sistemose gali būti įvairių heterotrofinių bakterijų, kurių maistas yra cirkuliuojančio vandens pernešama nuosėdų organinė medžiaga. Šios bakterijos vadinamos sąlygiškai patogeniškomis (oportunistinėmis), nes esant tam tikroms sąlygoms (per didelis URS užterštumas organine medžiaga, dujinio režimo pažeidimas, avarijos, sukeliančios vandens cirkuliacijos sustabdymą ir kt.) gali sukelti žuvų ligas.

Pavojingiausios žuvims yra Aeromonas bakterijos ir enterobakterijos. Nustatytas tiesioginis ryšys tarp jų aktyvumo ir vandens temperatūros padidėjimo. Pakliuvusios į auginamų žuvų žarnyną, jos gali sukelti ligas ir žuvų žūtį. Susirgimai gali būti ūmūs, žuvis greitai nugaišta. Žuvų gydymas ūmaus susirgimo pradžioje kartu su veiksmiais vandens kokybei pagerinti gali sumažinti žuvų gaišenų kiekį.

Lėtinė ligos forma išoriškai gali nepasireikšti, tačiau užsikrėtusios žuvys lėtai auga, blogai įsisavina pašaro maistines medžiagas ir mažėja jų įmitimas. Todėl atliekant žuvų karantiną, profilaktiką ir gydymą UR sistemose dirbama dviem kryptimis: dezinfekuojamas visas vandens tūris ir jo sąlyčio vietos su biofiltrų nešėjais bei technologinių mazgų paviršiais; imamasi žuvų sveikatos profilaktikos ar, esant reikalui, gydymo.

Pirmoji kryptis – tai cirkuliuojančio vandens poveikis ultravioletine spinduliuote, kuri naikina bakterijas.

Cirkuliuodamas vanduo daug kartų per parą prateka per baktericidinį įrenginį ir yra dezinfekuojamas. Dezinfekcijos preparatai turi mišrų poveikį vandens aplinkai ir jame esančių objektų paviršiams. UR sistemose gerai veikia dezinfekcijos preparatai violetinis „K“ (ES maistinėms žuvims draudžiamas) (1 g koncentracija 200 l vandens; 1:200000) ir formalinas (1 ml 40 % formalino 500 l vandens; 1:500000). Tokios jų koncentracijos URS padeda atkurti visos dirbtinės ekosistemos ir žuvies sveikatą. Šių preparatų veikimo pobūdis: bakterijų ir pirmuonių slopinimas, nepakenkiant biofilto mikroflorai.

Antroji kryptis – terapinių vaistų naudojimas. Antibiotikų naudojimas žuvims gydyti UR sistemose nerekomenduojamas, nes kenkia biofiltrui. Todėl gydant bakterines ar pirmuonių sukeltas žuvų ligas, reikia naudoti nitrofuranus, pavyzdžiui, furazolidoną (ES maistinėms žuvims draudžiamas). Karpiams ir eršketams gerą poveikį turi preparato dozės, įmaišomos su vandeniu į granuliuotą pašarą prieš šėrimą (nuo 50 iki 100 mg žuvies masės kg). Gydymo kurso trukmė – 5 paros. Tokios dozės netinka storkiams. Universaliu veikimu visoms žuvims pasižymi 0,2 mg/l vandenyje furazolidono koncentracija (ES maistinėms žuvims draudžiamas) cirkuliuojančiame vandenyje. Pavyzdžiui, URS vandens tūris 50 m<sup>3</sup>. Reikia pasverti 10 g furazolidono (ES maistinėms žuvims draudžiamas), rūpestingai jį išmaišyti vandenyje ir įpilti į sistemą tarp biofilto ir baseinų. Pakartotinai, kaip ir violetinio „K“ preparato (ES maistinėms žuvims draudžiamas), kiti įpylimai atliekami po 3 parų.

Neabejotinai sveikatos stiprinimo poveikiu pasižymi probiotiniai preparatai. Naudojant juos URS, vandenyje ištirpinti preparatai dedami į granuliuotus pašarus (kasdien arba periodiškai: pvz., kas antrą mėnesį arba 2 mėnesius naudojami, vieną mėnesį daroma pertrauka).

Pavyzdžiui, probiotikas „Subtilis“ dedamas į pašarą koncentracija 0,5-1 ml/kg pašaro.

Geru profilaktiniu poveikiu pasižymi askorbo rūgštis (vitaminas C), kuri, ištirpdyta vandenyje, sumaišoma su pašarais prieš šeriant. Askorbo rūgštis dedama 0,2 g į 1 kg pašaro. Galima askorbo rūgštis miltelių įdėti į per biofiltrą pratekėjusį cirkuliuojantį vandenį. Askorbo rūgštis miltelių reikia dėti 0,5 mg į 1 l vandens, cirkuliuojančio UR sistemoje.

## 2. SKYRIUS. URS SISTEMOSE NAUDOJAMA ĮRANGA

### 2.1. poskyris. Baseinai

Baseinai pagal paskirtį skirstomi į:

- veislinių žuvų (lytiškai nesubrendusi genties bandos dalis) ir reproduktorių,
- lervučių,
- mailiaus,
- sodinamosios medžiagos,
- prekinės žuvies.

Pagal konstrukcinius ypatumus baseinai skirstomi į:

- tiesiasrovių (stačiakampius, ovalo formos, baseino priekyje turinčius vandens įtekėjimo angą ir ištekėjimo angą);
- kvadratinius su suapvalintais kampais, apvalius su centrine vandens išleidimo anga;
- siloso (cilindriniai, kai vandens gylis didesnis nei 2 m).

Baseinai veislinėms žuvims, reproduktoriams, lervutėms, mailiui ir jaunikiams laikyti paprastai formuojami iš stiklaplasčio, impregnuoto epoksidine derva. Jų paviršius padengiamas specialiais dažais. Baseinų gamybai naudojamos ir kitos plastmasės.

Baseinai prekinei žuviai laikyti taip pat gaminami iš tų pačių medžiagų, tačiau ekonominiais sumetimais juos tikslinga gaminti iš betono, o paskui paviršių padengti specialiais dažais arba kompozitinėmis medžiagomis.

Pagal dydį baseinai skirstomi į:

- veislinių žuvų ir reproduktorių – nuo 4 iki 20 m<sup>2</sup> ploto, kartais ir didesnio. Baseinų gylis – 1,2-1,5 m, įskaitant 1 m po vandeniu;
- lervučių – nuo 1 iki 4 m<sup>2</sup>. Baseinų gylis – iki 0,5 m, įskaitant 0,2-0,4 m po vandeniu;
- mailiaus – nuo 2 iki 10 m<sup>2</sup>. Baseinų gylis – 0,8-1 m, įskaitant 0,6-0,8 m po vandeniu;
- sodinamosios medžiagos – nuo 4-6 iki 20-30 m<sup>2</sup>. Baseinų gylis – 1-1,2 m, įskaitant 0,8-1 m po vandeniu;
- prekinų žuvų – nuo 10 iki 300 m<sup>2</sup>. Baseinų gylis – nuo 1,5 iki 6 m, įskaitant nuo 1 iki 5 m po vandeniu.



Būna ir tarpinių dydžių baseinų, kuriuose įvertinama skirtingų žuvų rūšių elgsena ir URS konstrukcinės savybės.

Svarbi konstrukcinė baseinų savybė yra gebėjimas savaime išsivalyti. Šis terminas nusako baseinų savybę kartu su iš baseino ištekancio vandens srove išnešti žuvų ekskrementus bei nesuėstą pašarą. Jie vamzdžiais patenka į mechaninius filtrus, kuriuose yra sulaikomi ir pašalinami iš URS.

Savaiminio išsivalymo efektas pirmiausiai pasiekiamas kvadratinuose su suapvalintais kampais, vėliau – apvaliuose ir siloso baseinuose. Šiuose baseinuose palei sienelės nukreipta į juos įtekančio vandens tėkmė ir dugno centrinė vandens išleidimo anga užtikrina vandens cirkuliaciją ratu. Nuo baseino sienelių link centrinės vandens išleidimo angos vandens tėkmės greitis didėja, todėl ant dugno nusėdusi organinė medžiaga išnešama su vandens srautu. Tam padeda ir aktyvus žuvų judėjimas, dėl kurio ekskrementai neužsilaiko atskiruose baseino ruožuose.

Savaiminio išsivalymo efektui padeda ir baseinų nuolydis link centrinės vandens išleidimo angos. Savaiminio išsivalymo efektas pradeda veikti, kai baseino dugno nuolydis yra ne mažesnis nei  $20^{\circ}$ .

Labai svarbu, kad baseinuose, turinčiuose centrinę vandens išleidimo angą, sienelės ir dugnas nebūtų užsiteršę.

Tiesiasroviuose baseinuose, kuriuose vanduo tiekiamas iš priekinės pusės, o išteka per kitą pusę, savaiminio išsivalymo efektas pasireiškia silpniau. Tam padeda nedidelio laipsnio nuolydis link vandens ištekėjimo angos. Tačiau jis žymiai mažesnis nei prieš tai aptartos baseinų grupės. Savaiminis išsivalymas tiesiasroviuose baseinuose labiausiai priklauso nuo didelio žuvų laikymo tankio ir aktyvaus jų judėjimo. Didžiąją dalį skendinčių ekskrementų srovė išneša iš tiesiasrovių baseinų, tačiau sunkesni nesuėsti pašarai paprastai lieka ant dugno ir užteršia baseinus.

Tiesiasroviuose baseinuose lervučių ir tam tikrą laiką mailiaus didesnė ekskrementų ir nesuėsto pašaro dalis nusėda tam tikrose baseino vietose. Todėl šių baseinų dugną būtina valyti ne rečiau kaip 2 kartus per parą (ryte, vakare). Nusėdusių organinių medžiagų valymas atliekamas rankomis su sifonais. Šis būtinas biotechninis procesas tiesiasroviuose baseinuose reikalauja didelių darbo sąnaudų.

Tiesiasroviuose baseinuose dažnai sienelės ir dugnas pasidengia bioplėvele. Tam palankus ir mažesnis jų vandens tekėjimo greitis. Tačiau sumažinti greitį ir užteršimą yra įmanoma, jeigu auginamos žuvis aktyviai juda prie baseino sienelių bei dugno, pavyzdžiui, eršketai, upėtakai. Toks pat rezultatas pasiekiamas ir žuvis baseinuose laikant dideliu tankiu.



70-80-aisiais praėjusio šimtmečio metais buvo padidėjęs susidomėjimas siloso baseiniais. Šie baseinai, turintys stiprų savaiminio išsivalymo efektą, buvo gilūs (4-6 m) ir talpino didelį vandens tūrį, todėl manyta, kad juose galima auginti 4–6 kartus daugiau žuvies, palyginti su 1-2 m gylio baseiniais. Tačiau auginamos žuvys tankiai susiburdavo tik ribotame baseino vandens sluoksnyje – 1-1,5 m gylyje, nes paviršiniame sluoksnyje paprastai yra daugiau deguonies. Gilesnėse dalyse jau pastebimas deguonies trūkumas, ypač praėjus 1-2 valandoms po šėrimo.

Šiuo metu siloso baseinai naudojami auginti upėtakius ir lašišas. Jie atitinka tuos žuvų laikymo tankius, kurie apskaičiuoti  $100-120 \text{ kg/m}^2$  produktyvumui.  $100-120 \text{ kg/m}^2$  produkciją galima gauti ir 1-2 m gylio baseinuose. Siloso baseinų geriausia naudoti auginant didelius upėtakius ir lašišas, nes jiems reikalingas didelis vandens tūris, atitinkantis jų matmenis.

Be to, nenaudinga naudoti gilius siloso baseinus žuvims, besimaitinančioms nuo dugno: karpiams, eršketinėms žuvims, šamams, tilapijoms, porcijinio dydžio upėtakiams.

Lervučių auginimui labiausiai tinka tiesiasroviai baseinai (padėklai), nes lervutės yra mažų matmenų, jas galima laikyti dideliu tankiu (dešimtis ir šimtus tūkstančių kvadratiniam metre). Tokiuose baseinuose efektyviau vyksta vandens apykaita ir nesusidaro stovinčio vandens zonų. Juose pašaro pasiekiamumas lervutėms yra geresnis nei didelio ploto baseinuose. Tokių baseinų dugną greičiau ir efektyviau galima išvalyti nuo ekskrementų ir nesuėsto pašaro. Nedidelis vandens gylis (0,2-0,4 m) atitinka žuvų organizmo vystymosi ypatumus. Ypač pirmosiomis augimo dienomis lervutėms reikia dažnai įkvėpti oro, kad užpildytų plaukiojimo pūslę, o tai padaryti yra lengviau, kai vandens gylis yra mažas. Nedidelis vandens gylis sudaro galimybę palaikyti geresnę vandens apykaitą baseinuose.

Mailiaus baseinuose (tiesiasroviuose ir turinčiuose centrinę vandens išleidimo angą) vandens gylis turi siekti 40-60 cm, nes žuvys paauga ir padidėja jų bendra biomasė. Todėl joms turi būti skirta didesnė vandens tūrio erdvė.

Sodinamosios medžiagos masė iš pradžių būna 1-3 g, auginimo pabaigoje – 20-50 g. Laikant 2-4 tūkst. vienetų, auginimo pabaigoje jų biomasė viename kubiniame metre sudaro 20-50 kg. Todėl tokioms žuvims vandens gylis padidinamas iki 0,6-0,8 m ar net iki 1 m.

Vandens gylis prekinės žuvies baseinuose jau aptartas anksčiau.

Svarbi baseinų eksploatacinė savybė yra vandens apykaitos lygis.

UR sistemose dažniausiai vyksta vienkartinė vandens apykaita. Tai reiškia, kad baseino vanduo visiškai pakeičiamas vieną kartą per valandą. Pavyzdžiui, 6 baseinų sistemoje (kiekvieno iš jų tūris –  $10 \text{ m}^3$ ) vandens sąnaudos kiekvienam baseinui turi sudaryti  $10 \text{ m}^3/\text{val.}$ , o visiems šešiams –  $60 \text{ m}^3/\text{val.}$  Tokia vandens apykaita turi būti auginant prekinės žuvis.

Naudojant bioreaktorių, turintį didelį vandens biologinio valymo pajėgumą ir cirkuliuojančio vandens pralaidumą, vandens apykaita gali būti ir 3-5 kartų per parą. Lervučių ir

mailiaus baseinuose vandens apykaita būtinai turi būti 2-5 kartų per parą, atsižvelgiant į baseinų dydį. Esant tokiai vandens apykaitai iš baseinų pašalinami žuvų metabolizmo produktai ir papildomas deguonies balansas.

Ekspluatuojant baseinus reikia atsižvelgti į vandens apykaitos ir deguonies kiekio vandenyje ryšį su žuvų laikymo tankiu. Padidinus vandens apykaitą ir deguonies kiekį vandenyje, galima didinti laikymo tankį, o tai reiškia – ir žuvies produkcijos kiekį.

## 2.2. poskyris. Mechaniniai filtrai

Mechaniniai filtrai atlieka svarbiausią vaidmenį iš visų techninių URS mazgų, sulaikydami ir pašalindami iš sistemos organinę skendą. Apie mechaninio valymo svarbą visame dirbtinės ekosistemos valymo balanse jau buvo kalbėta anksčiau.

Pagal pavarų konstrukcinius ypatumus mechaniniai filtrai gali būti skirstomi taip:

- nusodintuvai;
- tinkliniai filtrai;
- diskiniai filtrai;
- smėlio ir žvyro filtrai;
- filtrai su kintama grūdėto polietileno įkrova;
- hidrociklonai;
- flotaciniai filtrai.

### Nusodintuvai

Jų veikimo principas yra pagrįstas kietųjų skendinčių dalelių nusodinimu vandeniui pereinant specialią talpyklą. Pagal organinėmis dalelėmis užteršto vandens judėjimo kryptis nusodintuvai skirstomi į horizontaliuosius ir vertikaliuosius.

Horizontaliajame nusodintuve turi būti trys kameros. Pirmoji kamera skirta sumažinti įtekančio srauto vandens judėjimo greitį ir turbulentiškumą. Antroji kamera – nusėdų nusodinimo zona. Didžiausias nusodinimo efektas pasiekiamas, kai vandens judėjimo greitis mažesnis nei 0,8 m/s. Optimalus vandens buvimo laikas nusodintuve – 15-60 min. Nusodinimo zonoje sulaikoma iki 30 % skendos. Trečioji kamera – perėjimo zona prie didelio vandens judėjimo greičio, kurioje vanduo įsiurbiamas į siurbį.

Nusodintuvo matmenys projektuojami pagal rekomenduojamą vandens buvimo jame laiką. Jeigu numatomas vandens buvimo laikas nusodintuve yra 30 min., tai nusodintuvo tūris sudaro pusę viso URS cirkuliuojančio vandens tūrio.

Ekspluatuojant nusodintuvą ant jo dugno kaupiasi nuosėdos, sienelės pasidengia bioplėvele. Todėl būdina reguliariai jį plauti, o organinę skendą išleisti į kanalizaciją arba į organinės trąšos kaupiklį.

Valyti reikia ne rečiau nei kartą per 15-20 parų.

Vertikalūs nusodintuvai paplito labiau dėl savo kompaktiškumo ir efektyvumo, kuris pagal sulaikomų nuosėdų rodiklį siekia 70 %.

Vertikalus nusodintuvas yra cilindro formos su kūginiu dugnu. Viršutinėje cilindro dalyje yra galvutė išvalytam vandeniui priimti. Korpuso dugno nuolydžio kampas –  $45^{\circ}$ . Per cilindro centrą nuleistas vamzdis, kuriuo iš viršaus į apačią tiekiamas užterštas vanduo. Vamzdžio panardinimo gylis – 1,2-1,5 m. Žemiau po vamzdžio galu yra atmuštuvai, į kurių atsitrenkia vandens srovė. Kartu sumažinamas vandens judėjimo greitis ir keičiasi srovės kryptis, todėl paspartėja nuosėdų iškritimas. Nuosėdos krenta ir vandeniui kylant iš apačios į viršų. Optimalus vandens kėlimo greitis – 10 m/s. Vandens judėjimo greitis vandens teikimo vamzdžiu – 0,1 m/s.

Siekiant užtikrinti efektyvų vandens mechaninį valymą vertikalus nusodintuvas turi būti nemažų matmenų. Per jį per valandą pereinančio vandens tūris turi būti lygus UR sistemoje cirkuliuojančio vandens tūriui.

### **Tinkliniai filtrai**

Tinklinių filtrų veikimo principas pagrįstas vandens tekėjimu per tinklinį filtruojantį audeklą. Tai dažniausiai UR sistemose naudojamas mechaninių filtrų tipas.

Paprasčiausia konstrukcija pasižymi plokščio filtruojančio paviršiaus tinkliniai filtrai.

Tinklinio audeklo nuolydžio kampas yra apie  $45^{\circ}$ . Tinklo akučių skersmuo – 200-300 mikronų, todėl jis nesulaiko smulkių organinių dalelių. Tačiau nuosėdų sulaikymo efektyvumas naudojant šį filtrą yra pakankamai didelis (iki 80 %). Smulkios organinės dalelės, judėdamos tinklinio audeklo paviršiumi, prilimpa prie didesnių dalelių, arba sulimpa į didesnes agregacijas, ant tinklinio audeklo nusėda gleivės, todėl audinys turi būti reguliariai plaunamas. Tam prie tinklinio audinio tvirtinamas lynas, perkišamas per bloką. Užsiteršus tinkliniam audeklui, jis su lynu pakeliamas į vertikalią padėtį ir plaunamas su „Karcher“ siurbliu. Po to sugražinamas į pradinę padėtį.

Toks mechaninio filtro eksploatavimas reikalauja fizinio darbo, todėl padidina URS eksploatavimo darbo sąnaudas.

Norint per valandą praleisti  $50 \text{ m}^3$  vandens, pakanka  $1-1,5 \text{ m}^2$  tinklinio audeklo.

Mechaninio valymo procesas yra visiškai automatizuotas tinkliniuose filtruose, kuriuose tinklinis audeklas užtemptas ant būgno.

Tokių filtrų darbinis elementas yra cilindrinis būgnas (karkasas), aptemptas tinklu, kurio akučių dydis – nuo 20 iki 90 mikronų. Filtrų produktyvumas pagal išvalyto vandens kiekį – nuo 20 iki 120 m<sup>3</sup>/val. ir daugiau.

Šių filtrų veikimo principas toks: vandens srautas, tekantis iš baseinų, patenka į besisukančio būgno, aptempto tinklu, vidų. Vanduo yra filtruojamas per tinklinio audeklo akutes ir nuteka į priėmimo kamerą, iš kurios yra perpilamas į žemiau stovinčią talpyklą. Iš talpyklos išvalytas vanduo siurbliu nukreipiamas į biofiltrą.

Tinklinio audeklo valymas nuo prilipusių nuosėdų atliekamas nuolat įjungtu arba reguliariai įjungiamu plovimo įrenginiu. Šis įrenginys yra šukų pavidalo su daugybe mažų skylių, per kurias aukšto slėgio vanduo yra nukreipiamas į tinklelį. Šukos yra pastatytos virš tinklo išilgai būgno ašies. Iš kitos tinklelio pusės numušamas purvas patenka į lataką bei nuteka į kanalizaciją arba organinių nuosėdų priėmimo baseiną.

Būtina sąlyga eksploatuojant tokį filtrą yra savitakis vandens tekėjimas iš baseinų. Todėl filtras statomas žemiau baseinų dugno lygio. Tokių tinklinių filtrų su besisukančiu būgnu ypatumas yra labai mažas plovimo siurblio elektros energijos sunaudojimas. Valymo efektyvumas – ne mažesnis nei 90-95 %.

### **Diskiniai filtrai**

Diskiniuose filtruose nusodinimo principas toks pat kaip ir tinkliniuose filtruose. Tačiau šiuose filtruose filtruojama per tarpelius tarp diskų, užmautų ant veleno. Tarpelių dydį galima nustatyti bet koki. Tam tikrų sunkumų kyla valant tarpeliuose tarp diskų susikaupusias nuosėdas. Užsiteršus tarpeliams, filtrą tenka reguliariai stabdyti. Spaustuvai, suspaudžiantys diskus, atlaisvinami ir į prasiplėtusius tarpelius nukreipiamos plovimo vandens srovės. Po plovimo diskai spaustuvais sugražinami į pradinę padėtį.

Šių filtrų trūkumas yra jų reguliarus stabdymas, todėl reikia turėti dubliuojantį filtrą. Tokie filtrai naudojami žymiai rečiau ir nedidelėse URS sistemose.

Dažniau naudojami diskiniai filtrai, kuriuose diskai, užmauti ant bendro veleno, yra pagaminti iš tinklinio audeklo, kurio akutės panašios į būgninio filtro. Užterštas vanduo teka per diskus ir yra valomas. Užsiteršusi disko dalis, esanti po vandeniui, pasukama į kitą padėtį (virš vandens) ir plaunama didelio slėgio srovėmis. Nuplautos nuosėdos latakais pašalinamos į kanalizaciją arba organinių nuosėdų surinktuvą.

Gali būti ir filtras su pastoviai besisukančiais diskais bei reguliaraus plovimo sistema. Tokių diskinių filtrų produktyvumas gali būti didesnis nei būgninių.

### **Smėlio ir žvyro filtrai**



Smėlio ir žvyro (atgaliniai) filtrai retai naudojami URS.

Greitieji smėlio filtrai naudojami inkubavimo cechuose, nedidelėse URS, kuriose žuvis auginama nedideliu tankiu. Žuvivaisos įmonėje Rusnėje greitas smėlio filtras naudojamas valyti vandeniui, kuris imamas iš nusodintuvo tvenkinio ir tiekiamas į URS veisimo cechą.

Greitojo smėlio filtro veikimo principas pagrįstas siurbliu tiekiamo vandens leidimu per hermetišką talpyklą, užpildytą smulkiu smėliu (dalelių dydis – 0,2-0,5 mm). Valymo efektyvumas pakankamai didelis (iki 80-90 %), tačiau vanduo vėl greitai užsiteršia, nes jame yra daug skendinčių dalelių. Filtras yra plaunamas atgaline suslėgto vandens srove. Dažniau naudojamas eksperimentinėse arba nedidelėse URS.

### **Filtrai su plaukiojančia įkrova**

Tai efektyvūs pagal vandens išvalymo (nuskaidrinimą) laipsnį (iki 92 %) filtrai.

Mechaninis filtras su plaukiojančia įkrova – tai cilindras su kūginiu dugnu. Nuolydžio kampas – 45°. Filtruojantis polietileno granulių sluoksnis (0,5-0,8 m) supiltas viršutinėje cilindro, turinčio galvutę, dalyje. Vandens išleidimas iš jo vyksta per tinklinę sienelę, kuri juosia cilindrą ir yra 0,5 m aukščio. Vanduo į cilindrą iš baseinų paduodamas vamzdžiu. Apatinis vamzdžio galas įleistas po granulių sluoksniu 0,5-0,7 m. Vanduo vamzdžiu patenka į apatinę cilindro dalį ir nuo tada prasideda nuosėdų iškritimas. Tačiau pagrindinė skendos dalis sulaikoma granulių sluoksnyje vandens judėjimo kryptimi – iš apačios į viršų. Reguliariai, 1-2 kartus per parą, 15 min. yra įjungiamas barbotžas (per purkštukus, esančius po granulių sluoksniu), o užterštas vanduo patenka į galvutę ir per kolektorių yra pašalinamas iš URS.

Vamzdis, kuriuo tiekiamas išvalytas vanduo į biofiltrą, šiuo periodu yra uždaromas. Reguliariai (1–2 kartus per parą) išpilamos ir nuosėdos, kurios susikaupia apatinėje kūginėje cilindro dalyje. Filtruojančio sluoksnio optimalus granulių dydis yra 2,5-3 mm. Granuliuoto polietileno tankis – 0,93-0,95 kg/m<sup>2</sup>. Esant mažesniai polietileno tankiui, didelė granulių dalis bus aukščiau filtro vandens lygio ir nedalyvaus filtravime.

### **Hidrociklonai**

Ši mechaninių filtrų rūšis URS taikoma rečiau, tačiau mažoms sistemoms ji yra priimtina. Jų veikimo principas pagrįstas sukamojo vandens judėjimo naudojimu ir nuosėdų atskyrimu. Hidrociklonas yra cilindrinio vamzdžio formos, kurio skersmuo – iki 50-70 cm. Vamzdžio dugnas – kūginis, o jo apačioje yra antgalis, per kurį pašalinamos nuosėdos. Cilindro sienelėje, 2/3 jos aukštyje, pagal žemyn nukreiptą liestinę yra įmontuotas antgalis, per kurį atiteka užterštas vanduo iš baseinų. Didžiausias efektas pasiekiamas, jeigu vanduo teka 5-6 atmosferų slėgiu

(vandens išvalymo laipsnis būna iki 70 %). Jeigu vanduo bėga savitaka (be slėgio), tai išvalymo efektas neviršija 15 %.

Į cilindrą patekęs vanduo juda spirale žemyn, o organinės dalelės išnešamos prie cilindro sienelių. Spiralinis vandens srautas iš pradžių juda žemyn, o paskui centru aukštyn. Tarp šių dviejų srautų susidaro neutralaus greičio tėkmės zona. Prie sienelių ir šioje zonoje vyksta nuosėdų iškritimas, ir nuosėdos per apatinį antgalį yra pašalinamos iš cilindro.

### **Flotaciniai filtrai**

Flotacija kaip valymo metodas dažniau naudojama valyti vandeniui, kuris išteka iš URS. Tačiau jeigu UR sistemoje naudojamas degazatorius, flotacija naudojama iš biofiltrų išeinančiam vandeniui valyti.

Flotatorius efektyvu naudoti kaip atskirus techninius mazgus technologinio vandens baigiamajam valymui nuo skendos, kai UR sistemoje naudojami mechaniniai filtrai, sulaikantys didesnes organines daleles.

Tarp flotatorių yra suspausto oro purškimo technologijos filtrai ir vandens persotinimo oru technologijos filtrai.

## **2.3. poskyris. Biologiniai filtrai**

Biologinio valymo efektyvumas tiesiogiai priklauso nuo savitojo nešėjų ploto (biofilto įkrovos). Todėl priimta atsižvelgti į tai, koks skirtingų nešėjų tūris tenka biofilto tūriui, kurį jie užima. Tai išreiškiama santykiu  $m^2/m^3$ , t.y., savitojo nešėjų paviršiaus ploto, tenkančio tūrio vienetui. Žymimas raide „S“ – savitasis. Kuo didesnis jo dydis, tuo daugiau bakterijų apsigyvena ant nešėjų paviršiaus, o tai lemia didesnę biofilto valymo pajėgumą.

Į biofiltrą patenkančio vandens teršalų valymas vyksta pirmiausiai juos sorbuojant bioplėvele, susidarančia ant nešėjų paviršiaus. Teršalų dalelėms patekus ant bioplėvelės, vyksta jų amonifikacija, kurios galutinis produktas yra amonis. Vandenyje tirpi amonio forma ir amonifikacijos metu gautas amonis yra utilizuojami kitame etape Nitromonas bakterijomis. Nitrifikacijos proceso metu amonis oksiduojasi iki nitritų. Toliau, trečiajame etape, vykstant nitrifikacijos procesui, dalyvaujant Nitrobakter bakterijoms, susidaro nitratai.

Remiantis anksčiau pateiktais duomenimis, nitratai yra mažiau toksiška azoto junginių forma nei nitritai. Žuvų sveikatai nekenkia iki 60-100 mg/l nitratų koncentracija, o šamų plėšikų ir ungiurių – iki 500 ir netgi 1000 mg/l nitratų koncentracija.

Kalbant apie biologinio valymo efektą, lemiantį bakterijų apsigyvenimo ant nešėjų reikšmę, reikia pažymėti, kad bioplėvelės susidarymas pirmajame etape yra susijęs su jos storio

padidėjimu. Todėl tarp bioplėvelės sluoksnių pradeda vyrauti organinių medžiagų, tarp jų – ir nunykusių bakterijų, anaerobiniai (be deguonies) puvinimo procesai. Todėl, kai pasiekama kritinė masė ir bioplėvelė atsiskiria nuo nešėjų paviršiaus arba suardomas bioplėvelės gyvo (bakterinio) paviršiaus vientisumas, toksiški anaerobinio irimo produktai patenka į per filtrą tekančią vandenį ir jį užteršia. Todėl svarbu riboti bioplėvelės storio augimą. Su tuo susijęs procesas, vadinamas bioplėvelės regeneracija, vykstanti biofiltruose. Kasdieniame gyvenime šis procesas vadinamas granuliuoto polietileno regeneracija (ežių, šepėčių ir pan.).

UR sistemose naudojami biofiltrai skiriasi pagal konstrukciją, pasižymi skirtingu gebėjimu valyti vandenį nuo organinių medžiagų, kurias išskiria žuvis. Šiuolaikinis šių ypatybių vertinimas leidžia klasifikuoti juos taip:

- biofiltrai su besisukančiais diskais;
- biofiltrai, turintys plokščią perforuotą paviršių;
- biofiltrai, turintys besisukančią būgną ir chaotiškai judančią įkrovą;
- biofiltrai, turintys statinę tūrinę įkrovą;
- biofiltrai, turintys chaotiškai judančią įkrovą iš polietileno granuliuoto (šepėčių, ežių ir pan. modifikacijos);
- biofiltrai, turintys nuolat regeneruojančią plūduriuojančio arba neplūduriuojančio granuluoto polietileno įkrovą.

### **Biofiltrai su besisukančiais diskais**

Šio tipo biofiltrų veikimo principas pagrįstas nuolatiniu nešėjų fazių keitimu – jie būna tai vandenyje, tai ore. Nešėjai yra diskai, užmauti ant veleno ir sandariai prispausti vienas prie kito. Atstumas tarp diskų – 0,2-0,5 cm. Veleną su ant jo užmautais diskais suka elektrine pavara. Velenas su diskais yra panardinti į talpyklą, per kurią pastoviu lygiu teka technologinis vanduo. Sukantis diskams, ant kurių paviršiaus susidaro bioplėvelė, ji periodiškai keičia savo padėtį. Ją dengiantis plonas vandens sluoksnis, būdamas ore, yra prisotinamas deguonimi. Kai diskas su bioplėvele paneria į vandenį, susidaro oro burbulai, kurie taip pat padeda bioplėvelę plaunantį vandens sluoksnį praturtinti deguonies. Tuo metu, o taip pat vandens slėgiui veikiant diską, vyksta „senos“ bioplėvelės atplėšimas, t.y. nešėjo paviršiaus regeneracija.

Apskaičiuotas optimalus diskų sukimosi greitis yra nuo 0,1 iki 1 apsisukimo per minutę. Tokio biofiltro savitasis nešėjų paviršius yra 50-80 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.

Vokietijos įmonė „Stellermatik“ 80-aisiais praėjusio šimtmečio metais patobulino diskų konstrukciją ir padarė juos tuščiavidurius. Tuštumų viduje buvo įmontuotos plokštės iš banguoto plastiko, diskų paviršiuje buvo padaryta daug skylių. Tai leido padidinti filtruojančio paviršiaus plotą apie 2 kartus. Jeigu pirmuoju atveju diskų konstrukcija leidžia utilizuoti žuvų

metabolizmo produktus, išskiriamus suėdus 0,4 kg pašaro per parą skaičiuojant 1 m<sup>3</sup>, kurį užima biofiltro nešėjai, tai antruoju atveju – nuo 0,8 kg/ m<sup>3</sup>.

### **Plokščio perforuoto paviršiaus biofiltrai**

Tokių biofiltrų veikimo principas pagrįstas stacionariai įtvirtintų ir kampu pakreiptų perforuotų (padidinto paviršiaus ploto) plokščių nuolatinio plono vandens sluoksnio aptekėjimu. Dažniau šios plokštumos komponuojamos kaip kasetės. Atstumas tarp plokščių – 0,5-1 cm.

Iš viršaus į priėmimo horizontalų lataką atiteka technologinis vanduo ir per daugelį kiaurymių jame patenka ant plokštumų, kuriomis nuteka žemyn ir patenka į priėmimo baseiną, o iš jo savaime nuteka į baseinus su žuvimi. Dalį vandens siurblys tiekia į oksigenatorių, kuriame vanduo prisotinamas deguonies.

Tokių biofiltrų privalumas yra konstrukcijos paprastumas ir palyginti nedidelis svoris (naudojama plastmasė). Bet reikalingos papildomos darbo sąnaudos, kadangi reikia reguliariai keisti kasetes, jas plauti ir nuo jų nuvalyti kritinę bioplėvelės masę. Reguliariai turi būti valomas ir viršutinis latakas, kurio kiaurymės ilgainiui apauga bioplėvele.

Filtrų matmenys gali skirtis pagal užimamą plotą ir pagal aukštį. Juos galima naudoti kaip konstruktorius, kurių darbiniai elementai yra kasetės. Dėlioiant kasetes horizontalioje ir vertikalioje plokštumose galima surinkti reikalingo pajėgumo biofiltrą.

Reikia atsižvelgti į tai, kad 1 m<sup>3</sup> tūrio filtras savyje talpina nešėjų, kurių paviršiaus plotas yra apie 100 m<sup>2</sup>. Šių filtrų išvalymo pajėgumas yra apie 0,5 kg pašaro per parą.

### **Biofiltrai, turintys besisukantį būgną ir neorganizuotą įkrova**

Šio tipo biofiltrų veikimo principas panašus į diskinio. Tačiau vietoje diskų ant veleno pritvirtintas tinklinis būgnas. Būgnas yra sandarus ir užpildytas rutuliukais.

Biofiltro privalumai: yra savaiminis apsirūpinimas deguonimi, filtruoja visas tinklinio būgno (nešėjo) tūris, vyksta savaiminis apšvalymas nuo „senos“ bioplėvelės dėl nuolatinio rutuliukų trynimosi vienas į kitą, didelis užteršto vandens sąlyčio plotas su nešėjų paviršiumi.

Savitasis nešėjų, esančių būgne, paviršius sudaro apie 185 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>. Jų santykinis pajėgumas pagal pašarą – beveik 1 kg per parą.

### **Biofiltrai, turintys statinę tūrinę įkrova**

Šių biofiltrų veikimo principas panašus į aprašytą plokščio perforuoto paviršiaus filtrų veikimo principą. Tačiau čia nešėjai yra blokai iš sintetinės medžiagos su kiaurymėmis, panašiomis į bičių korį. Savitasis nešėjų (blokų) paviršiaus plotas yra 100-200 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>. Jų produktyvumas jie panašus į filtrų su besisukančiais būgnais.



Biofiltro konstrukcija nesudėtinga, surenkama iš blokų. Siekiant užtikrinti tolygų vandens pasiskirstymą viršutinėje biofiltro dalyje ir jo tekėjimą per visas blokų angas (korius), naudojamas Segnerio ratas. Jis sudarytas iš ratu besisukančios stiklinės (talpyklos), iš kurios simetriškai išeina vamzdžiai su kiaurymėmis. Technologinis vanduo patenka į stiklinę ir iš jos išteka vamzdžiais. Per vamzdžių kiaurymes vanduo išsipila į viršutinius blokus, tolygiai pasiskirstydamas jų paviršiuje, o paskui per kiaurymes (korius) nuteka žemyn ir patenka į priėmimo baseiną.

**Biofiltrai, turintys neorganizuotą įkrovą iš polietileno granulių (modifikacijos – šepečiai, ežiai ir pan.)**

Apie granulių kaip bioplėvelės nešėjų naudojimą jau buvo minėta anksčiau. Tačiau anksčiau minėtuose filtruose (tinklinis būgnas su granulių arba rutulių įkrova) vandens biologinio valymo galimybes riboja biofiltro konstrukcija.

Geriausiai vanduo valomas, kai granulės įkrautos į cilindrą – biofiltro korpusą. Tada pasiekiamas maksimalus nešėjų paviršiaus savitojo ploto ir erdvės, kurioje jie yra įkrauti, tūrio santykis.

Šio santykio matavimo rezultatai skirtingo skersmens granulėms parodė tokias reikšmes:

$$S_{ud2,5-3mm} = 1800-2200 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

$$S_{ud6mm} = 600 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

Todėl išvalymo pajėgumą pagal pašarą 4-5 mm skersmens granulėms ar šepečiams, ežiams ir pan. reikia laikyti  $4 \text{ kg}/\text{m}^3$  nešėjų per parą, o granulėms, kurių skersmuo 2,5-3 mm, – iki  $10 \text{ kg}/\text{m}^3$  nešėjų per parą

Granules išmesti iš biofiltro galima tik keturiais atvejais:

- jeigu granulės biofiltre atsidūrė sąstovio (judėjimo sustojimo) zonoje, apaugo bioplėvele arba sulipo į stambias agregacijas ir todėl sumažėjo jų plūdrumas;
- jeigu atitekančio vandens srautas paviršiuje pasiskirsto netolygiai, o padidinto hidraulinio slėgio vietose granulės yra veikiamos didelio slėgio vandens tėkmės;
- jeigu granulės tampa mažo plūdrumo, artimo nuliniam;
- jeigu į biofiltrą įkrautos nerūšiuotos granulės, o tinklelio, kuris ribojasi su filtro galvute, akutės pritaikytos nustatytam granulių dydžiui.

Rekomenduojamas savitasis polietileno granulių tankis yra 0,93-0,95. Esant didesniai tankiui, granulės gali būti išneštos iš biofiltro, o esant mažesniai tankiui, tam tikras biofiltro nešėjų tūris bus vandens paviršiuje ir nedalyvaus biofiltravime, jeigu vanduo per juos pereis iš apačios į viršų ir bus išleidžiamas į filtro galvutę per ribojantį tinklelį.

Todėl galima nagrinėti du vandens perėjimo per biofiltro įkrovą atvejus.

- Pirmasis – kai vanduo dėl Segnerio rato ar virš biofiltro nešėjų įrengto dangtelio su daugybe kiaurymių tolygiai pasiskirsto jų paviršiuje ir pereidamas per granuliuotą sluoksnį ar dėl nešėjų modifikacijų yra valomas visu nešėjų paviršiumi. Išeinančio iš filtruojančios biofiltro dalies vandens srauto kryptis pasikeičia į korpuso sienelių pusę, vanduo pakyla per praėjimą tarp korpuso sienelės ir vidinio cilindro, kuriame yra nešėjai. Pasiekęs filtro galvutę vanduo perpilamas į kitus po biofiltru esančius techninius URS blokus.

- Antrasis – kai vanduo vamzdžiu patenka į apatinę biofiltro, sudaryto iš vieno korpuso, dalį, o paskui kyla į viršų, pakeliui pereidamas visus nešėjų sluoksnius, išsilieja į galvutę per tinklinę sienelę, atskiriančią galvutę nuo vidinės biofiltro dalies.

Abiem atvejais, norint išvengti didelio nešėjų apaugimo bioplėvele, būtina reguliariai, ne rečiau kaip 1-2 kartus per parą, barbotuoti visus nešėjų sluoksnius (ne mažiau 15 min.). Tai padeda pašalinti „senos“ bioplėvelės organines medžiagas.

Biofiltro galvutėje yra dvi nupylimo angos: viena – į išvalyto vandens cirkuliacijos kolektorių, kita – į nuosėdų išpylimo į kanalizaciją kolektorių arba į priėmimo baseiną – nuosėdų surinktuvą.

Prieš įjungiant barbotavimą, švaraus vandens nupylimo anga yra uždaroma, o nuosėdų nupylimo anga atidaroma. Dėl visų nešėjų sluoksnių maišymosi su oro burbuliukais ir vandens srovės iš biofiltro darbinės zonos yra išnešamas purvas. Norint pasiekti skaidrią išeinančio iš barbotavimo zonos vandens fazę paprastai užtenka 15 min.

### **Biofiltrai, turintys nuolat regeneruojančią teigiamo arba neigiamo plūdrumo granuliuoto polietileno įkrova**

Apie nešėjų paviršiaus regeneracijos reikšmę jau buvo kalbėta anksčiau. Biofiltrai, kuriuose regeneracija vyksta nuolat, yra patys produktyviausi iš visų žinomų. Jie vadinami bioreaktoriais. Šio tipo biofiltrus, kuriuose nešėjai – teigiamo plūdrumo, galima suskirstyti į:

- bioreaktorių, tiekiančius technologinį vandenį ant nešėjų paviršiaus;
- bioreaktorių, tiekiančius technologinį vandenį per biofiltro centre esantį vamzdį į apatinę jo dalį.

Tuo atveju, kai vanduo patenka ant nešėjų paviršiaus, jis iš pradžių (kai tik išeina iš vamzdžio) ant 0,5 m skersmens stalo suskaidomas į daug srovių (ir į sroves, išeinančias iš daugybės kiaurymių stalo). Vandens srovės patenka į „verdantį“ (dėl barbotavimo) granuliuotą sluoksnį ir pasiskirsto biofiltre ant nešėjų paviršiaus. Organinės dalelės ir vandenyje tirpūs azoto junginiai sąveikauja su bioplėvele ir yra utilizuojamos. Primename, kad 90 % metabolinio azoto žuvis vandenyje išskiria tirpia forma (per žiaunas) ir tik 10 % – ekskrementų sudėtyje.

Tuo atveju, kai vanduo patenka per vamzdį į apatinę biofiltro dalį po „verdančių“ granuliu sluoksniu, vandens srovė, išeinanti iš vamzdžio, atsimuša į atmuštuvą ir keičia judėjimo kryptį į viršų, link tarpo tarp sienelės korpuso ir cilindro, kuriame yra nešėjai. Viršutinėje dalyje vanduo patenka į filtro galvutę.

Abiem išnagrinėtais atvejais bioreaktorių su plaukiojančiomis granulėmis biofiltrų sienelės ir kūginis dugnas atlieka nuosėdų kaupimo bei jų transformavimo į vandens ir purvo pulpą, kuri yra išleidžiama pro apatinę išleidimo angą, funkcijas.

Reikšmingą poveikį valant ir skaidrinant vandenį bei mažinant eksploatacines sąnaudas daro hidraulinio lifto ir kintamo granuliu sluoksniu barbotavimas.

Hidraulinio lifto viršutinėje dalyje, paviršinio granuliu sluoksniu lygyje, yra piltuvėlis. Piltuvėlio apatinė dalis pereina į vamzdį, kuris nuleistas žemiau granuliu sluoksniu ir nesiekia atmuštovo per 50-70 cm. Piltuvėlio pagrindą sudaro vamzdis, kuriuo technologinis vanduo paduodamas į biofiltrą. Padavimo vamzdis yra kelis centimetrus įleistas į vamzdį, einantį nuo piltuvėlio viršaus. Veikiant slėgiui į piltuvėlį įeinanti vandens srovė kartu su granulėmis stumiama link atmuštovo. Teigiamo plūdrumo granulės (tankis – 0,92-0,95), atsitrenkusios į atmuštuvą, kyla į viršų ir yra vėl įtraukiamos į apykaitą (regeneraciją) hidraulinio kėlimo veikimo zonoje.

Naudojant teigiamo plūdrumo granules biofiltro skersmuo gali siekti 2-3 m ir daugiau, o naudojant neigiamo plūdrumo granules cilindro skersmuo neviršys 1-1,2 m. Todėl norint užtikrinti didesnę išvalymo pajėgumą, būtina sukurti sudėtingos konstrukcijos bioreaktorių su neigiamo plūdrumo „baterija“.

Tačiau bioreaktoriai yra produktyviausiai vandenį išvalantys biofiltrai. Produktyvumas pagal pašarą sudaro iki 20-25 kg/m<sup>3</sup> per parą.

Kuriant ir eksploatuojant URS kartais stengiamasi suderinti paprastos konstrukcijos ir eksploatavimo biofiltrus su pagal šiuos rodiklius sudėtingais biofiltrais.

Pavyzdys — biofiltro su statine tūrine įkrova darbas. Tai lašelinis filtras, kuriame filtravimo pagrindas yra kasetės, užpildytos vertikaliai sudėtais gofruotais (perforuotais) plastmasiniais vamzdžiais. Jų valymo pajėgumas pagal pašarą sudaro 1 kg/m<sup>3</sup>. Pažvelgus į ankstesnius pavyzdžius, matyti, kad metabolizmo produktų, susidarančių žuvims suėdus 200 kg pašaro, utilizavimui reikės:  $\frac{200 \text{ kg}}{1 \text{ kg/m}^3} = 200 \text{ m}^3$  nešėjų.

Kai tūriniuose filtruose užauga kritinė bioplėvelės masė ir kiaurymės užauga organinė medžiaga, jie turi būti reguliariai valomi. Valymo metu, paprastai ne ilgiau nei 1-2 val., sistemos filtravimas perjungiamas į rezervinį biofiltrą, pavyzdžiui, į bioreaktorių. Šiuo periodu atsisakius šėrimo, sumažinus vandens temperatūrą, žuvų metabolizmo produktų išskyrimas ir deguonies

suvartojimas sumažėja apie 2 kartus. Todėl bioreaktoriaus nešėjų tūris šiuo atveju gali būti:

$$\frac{200\text{kg}}{20\text{kg}/\text{m}^3 \times 2} = 5 \text{ m}^3.$$

Norint bioreaktorių išlaikyti darbingą, reikia jų drėkinti. T.y., kad ant jo nešėjų paviršių augtų bakterijų kolonijos, į bioreaktorių reikia nuolat tiekti nedidelį kiekį technologinio vandens; arba nitrifikacijos režimu dirbusį bioreaktorių, pasibaigus jo naudojimui, kai valomas lašelinis filtras, reikia išdžiovinti, o prieš numatomą kitą lašelinio filtro valymą, išdžiūvusį bioreaktorių iš anksto (prieš 1 ar 2 dienas) reikia užpilti technologiniu vandeniu ir paleisti.

Yra paprastesnis metodas nustatyti produktyviausių biofiltrų (turinčių nuolat regeneruojančią chaotiškai judančią granuliuto polietileno įkrovą ir bioreaktorių) būtiną tūrį, užtikrinantį vandens išvalymą nuo pramoniniais (maksimaliais) kiekiais auginamos žuvies metabolizmo produktų. Biofiltrams su granuliuto polietileno įkrova taikomas toks santykis: 1 kg auginamos žuvies turi tekti 1 l granuliuto polietileno (granulių dydis – 2,5-3 mm). Bioreaktoriuose 1 kg auginamos žuvies turi tekti 0,5 l granuliuto polietileno (granulių dydis – 2,5-3 mm). Granulių dydžio didinimas arba kitų modifikacijų naudojimas neišvengiamai padidins šį santykį – didės biofiltro tūris.

#### 2.4. poskyris. Degazatoriai

Degazatorių paskirtis yra šalinti anglies dioksido perteklių ir smulkias organines daleles (seną bioplėvelę) iš vandens, perėjusio biofiltrą. Degazatoriaus veikimo principas panašus į tą, kuris yra aprašytas skyriuje „Mechaniniai filtrai“, „Flotacinių filtrų“ poskyryje, prie sustiprinto barbotavimo varianto.

Oras yra pučiamas per daugybę kiaurymių vamzdeliuose. Vienos kiaurymės skersmuo yra apie 1 mm. Tai nulemia ir oro burbuliuko dydį.

Didelis degazacijos ir organinių medžiagų pašalinimo efektas būtų pasiekiamas, jeigu kiaurymės būtų mažesnės (optimalus dydis – 100-300 mikronų), tačiau eksploatuojant kiaurymės užauga organinė plėvelė. Todėl degazacijos ir organinių medžiagų šalinimo efektas žymiai sumažėja. 1 mm kiaurymės ilgiau užtikrina oro praėjimą ir lengviau yra išvalomos vamzdelius valant šepetėliais arba „Karcher“ siurbliu purškiant suslėgtą vandenį.

Kartais iš filtro išplaunamas per didelis organinių medžiagų kiekis, pavyzdžiui, plaunant biofiltrus (nešėjų paviršiaus regeneracija). Šiuo atveju degazatoriai nespėja organinės medžiagos išskirti į putų sluoksnį. Tada organinės medžiagos dalis, prilipusi prie oro burbuliukų paviršiaus, išnešama iš degazatoriaus ir kaip putų „kepurė“ išeina iš ventiliacinės šachtos. Šis faktas patvirtina, kad ventiliacinės šachtos yra būtinos vandens perėjimo kelyje iš biofiltro iki baseinų.

Degazatoriaus matmenys nėra tiksliai nustatyti. Praktika rodo, kad didelis degazacijos ir putų pašalinimo efektas pasiekiamas, jeigu vanduo degazatoriaus kameroje išbūna ne ilgiau nei 10 min. Kai vanduo degazatoriuje būna trumpiau, negaunamas didelis organinės medžiagos pašalinimo su putomis efektas (tačiau jis yra visada). Degazatorius pašalina anglies dioksido dujų perteklių į atmosferą.

UR sistemose, kuriose įrengti bioreaktoriai su tūrine nešėjų įkrova (lašeliniai biofiltrai), diskiniai ar kitokie filtrai, kuriuose didelis vandens plotas yra nuolat veikiamas atmosferos, degazatoriai nėra būtini.

Tokiais atvejais iš biofiltro išnešamas organines medžiagas sugauna bioplėvelė, esanti ant vamzdžių, sienelių ir baseinų paviršių, taip pat organinės medžiagos, judėdamos vandens tėkmėje, išsiskiria su nuosėdomis mechaniniame filtre. Pažymėtina, kad šios organinės medžiagos, judėdamos vandens tėkmėje, ir toliau atlieka vandens valymo funkciją. Tai susiję su tuo, kad organinių dalelių paviršiuje nuolat yra amonifikuojančių ir nitrifikuojančių bakterijų.

Tačiau kai vandenyje atsiranda daug smulkių organinių dalelių ir daug bakterijų, vanduo susidrumsčia. Drumzlinas vanduo riboja auginamos žuvies vizualinę kontrolę. Be to, bakterijų masėje atsiranda heterotrofinių (naudojančių aplinkoje esančias organines medžiagas), sąlyginai patogeniškų (oportunistinių) bakterijų rūšių.

Siekiant apriboti bakterijų skaičių UR sistemoje cirkuliuojančiame vandenyje, jį reikia skaidrinti. Todėl atliekama vandens dezinfekcija. Apie dezinfekcijos efektą ir jo pasiekimo būdus bus pasakojama toliau.

## 2.5. poskyris. Oksigenatoriai

Žuvų auginimas UR sistemose nepraturtinant vandens deguonimi galimas, jeigu kaip biofiltras naudojamas bioreaktorius, o žuvų biomasės apkrova neviršija  $5-10 \text{ kg/m}^3$ . Perteklinis deguonis, kurio nesugeria bioplėvelė, užtikrina minimalius UR sistemoje laikomų žuvų poreikius.

Garantuoti būtiną vandens prisotinimą deguonimi galima tik oksigenuojant vandenį techniniu deguonimi specialiuose įrenginiuose – oksigenatoriuose.

Dažniausiai URS naudojami slėginiai oksigenatoriai ir neslėginiai oksigenatoriai.

Neslėginiai oksigenatoriai – be siurblio. Tokie oksigenatoriai yra ekonomiškesni eksploatuoti, juos tikslinga naudoti, kai biofiltrai yra didelio aukščio (ne mažesni nei 6 m). Tokiu atveju, vandens nutekėjimo iš viršutinės biofiltro galvutės iki baseinų vertikalėje įmontuojamas neslėginis oksigenatorius. Hermetiško indo viduje yra „fleita“, per kurią vanduo iš biofiltro purškiamas į oksigenatorių. Į apatinę oksigenatoriaus dalį iš šono yra atvestas atvamzdis su

reduktoriumi ir manometru, atvamzdžiu tiekiamas techninis deguonis. Iš „fleitos“ tekantis vanduo susikaupia apatinėje oksigenatoriaus dalyje, iš kurios veikiant deguonies slėgiui yra išstumiamas baseinų kryptimi. Deguonies burbuliukai oksigenatoriuje pereina per nedidelį vandens sluoksnį ir išgaruoja.

Dujos juda į viršutinę oksigenatoriaus dalį, kurioje yra viršslėgio vožtuvas. Kylančios dujos deguonimi prisotina plonas nutekančio vandens sroveles. Vandens prisotinimo deguonimi laipsnis – iki 100-150 %. Deguonies nuostoliai oksigenatoriuje dėl išleidimo per vožtuvą į atmosferą yra iki 20 %.

Slėginiame oksigenatoriuje į hermetišką kamerą (indą) patenka suslėgtas ir vanduo, ir deguonis. Vanduo paimamas iš specialios talpyklos, į kurią patenka iš biofiltro išeinantis vanduo, arba iš degazatorius. Šios talpyklos reikalingos, kad iš jų siurbliu būtų paimamas ir į oksigenatorių tiekiamas vanduo. Paprastai oksigenacijai naudojama nuo 30 iki 50 % URS sistemoje cirkuliuojančio vandens, o likusi URS vandens dalis susimaišo su iš oksigenatoriaus išėjusiu vandeniu kitoje jo judėjimo dalyje. Galiausiai į baseinus patenkančio vandens prisotinimo deguonimi laipsnis sudaro nuo 100 iki 300 %.

Į oksigenatorių per reduktorių tiekiamas suslėgtas techninis deguonis. Į oksigenatorių patenkančio vandens slėgis reguliuojamas vožtuvais, deguonies – reduktoriumi. Maksimalus vandens prisotinimo deguonimi efektas pasiekiamas oksigenatoriaus „oro“ aplinkoje. Jeigu deguonies slėgis sumažėja, tai oksigenatoriaus kamera užsipildo vandens ir prisotinimo efektas žymiai sumažėja.

Geresnis vandens prisotinimas deguonimi oksigenatoriuje užtikrinamas po vandens srove įrengus aeracinį staliuką. Atsitrenkdama į jį, vandens srovė pasidalina į smulkesnes sroveles ir yra efektyviai prisotinama deguonies.

Slėginio oksigenatoriaus eksploatavimui būtina jo viršutinėje dalyje naudoti atvamzdį su čiaupu. Per čiaupą reguliariai, ne rečiau kaip 2 kartus per parą, išleidžiamas susikaupęs azotas ir kitos dujos.

Kartais, siekiant padidinti vandens ir deguonies paviršiaus kontaktą, į viršutinę oksigenatoriaus dalį po vandens srove supilamos polietileno granulės arba įrengiamos grotelės su mažomis skylutėmis. Tačiau ilgą laiką per šias kliūtis tekant santykinai užterštam vandeniu, jos uždumblėja. Atitinkamai sumažėja vandens sąnaudos ir vandens prisotinimas deguonimi. Susikaupus nuosėdoms, tokie vandens purkštuvai praplaunami „Karcher“ siurbliu. Ši procedūra trumpa ir nereikalauja daug pastangų, tačiau yra būtina, jeigu žuvys auginamos pramoniniu būdu maksimaliai galimais žuvų laikymo tankiais.

Kai deguonies koncentracija vandenyje yra 200-300 %, jo difuzija į orą gali sudaryti reikšmingą dalį. Todėl rekomenduojama deguonies prisotintą vandenį į baseinus tiekti po

vandens paviršiumi. Šviežias vanduo greitai susimaišo su viso baseino vandeniu ir deguonies nuostoliai dėl išgaravimo žymiai sumažėja.

Tačiau auginant lervutes ir mailių, į baseinus įtekančio vandens prisotinimas deguonimi neturi viršyti 100-110 %. Vanduo turi būti tiekiamas į paviršių, kad neįvyktų lervučių ir mailiaus dujų embolija. Didelė lervučių ir mailiaus dujų embolijos tikimybė atsiranda ir tada, kai į baseino paviršių tiekiamas stipriai deguonies prisotintas vanduo (150-200 %), o vandens apykaita yra didesnė nei 1,5-2 karto.

### **Deguonies generatoriai**

Oksigenatoriuose naudojamas techninis deguonis. Būtent šis deguonis, nešamas su vandeniu per sistemą, veikiant slėgiui ištirpsta vandenyje ir sudaro normalias sąlygas žuvims kvėpuoti ir vykti amonifikavimo bei nitrifikavimo procesams. Todėl oksigenatoriaus funkcionavimas, netiekiant į jį deguonies, neįmanomas. Deguonies šaltiniai yra specialūs techniniai įrenginiai:

- rezervuarai (balionai) su suslėgtu (150 atm.) deguonimi, atvežami iš įmonių, gaminančių technines dujas;
- skysto deguonies laikymo talpyklos (dujų cisternos);
- deguonies generatoriai, kuriuose deguonis gaunamas skaidant atmosferos orą į sudedamąsias dalis.

### **Dujinis deguonis balionuose**

Dujų balione telpa apie 6 kg deguonies. Jie naudojami nedidelėse sistemose: reproduktorių laikymui, inkubaciniuose, veisimo cechuose, mažo pajėgumo ūkiuose. Teisingai nustačius oksigenatorių normaliam dujiniam režimui URS palaikyti, kai sistemos tūris – 50 m<sup>3</sup>, o žuvų produkcijos dydis yra 40-50 kg/m<sup>3</sup>, deguonies atsargų iš baliono pakanka parai, o kai produkcijos dydis – 100 kg/m<sup>3</sup>, deguonies pakanka 12 val.

Balionai su deguonimi paprastai yra laikomi specialiose metalinėse spintose. Spintoje kiekvienam balionui yra skirta vieta su laikikliu (spaustuvu), įtvirtinančiu jį vertikaloje padėtyje. Nuo spintos eina magistralė, kuria deguonis tiekiamas vienam ar keliems oksigenatoriams.

Iš baliono deguonis teka į reduktorių, esantį ant baliono galvutės atvamzdžio. Reduktorius yra montuojamas su manometru. Slėgio diapazonas, kuris nustatomas manometre reduktoriaus membranos reguliavimo rankenėle, paprastai yra nuo 0,5 iki 2 kg/cm<sup>2</sup>. Tai leidžiama UR sistemoms, kurių cirkuliuojančio vandens tūris – iki 100 m<sup>3</sup>.

Taigi tik iki 100 m<sup>3</sup> vandens tūrio UR sistemose tikslinga ir įmanoma naudoti balionų deguonį.

Taip pat reikia atsižvelgti į tai, kad dujinis deguonis brangesnis nei skystas ir nei tas, kuris gaminamas vietoje skaidant orą.

### **Skystas deguonis**

Skystas deguonis laikomas specialiose talpyklose – cisternose. Kitaip šios cisternos vadinamos šaldymo kriogeniniais dujų generatoriais. Jie skirti laikyti skystą deguonį ir versti jį į dujinį.

Dujų generatorių sudaro skysto deguonies saugojimo kamera (paprastai ne didesnė nei 10 m<sup>3</sup>) ir garintuvas rezervuaro dujinės produkcijos papildymui.

Iš generatoriaus dujinis deguonis kompresoriumi tiekiamas į išlyginamąjį rezervuarą. Išlyginamojo rezervuaro slėgio davikliuose nustatytos minimalios ir maksimalios slėgio reikšmės. Slėgiui sumažėjus iki minimumo dėl dujų sunaudojimo magistraliniame vamzdyje, įsijungia kompresorius, ir išlyginamasis rezervuaras užpildomas deguonimi. Pasiekus maksimalią slėgio išlyginamajame rezervuare reikšmę, kompresorius išsijungia. Tada deguonis magistraliniame vamzdyje yra naudojamas. Sumažėjus jo slėgiui iki minimalaus, deguonies papildymo procesas pakartojamas.

Skysto deguonies saugyklų naudojimas yra patogus tuomet, kai yra gaminamos techninės dujos. Tačiau didesnį autonomiškumą ir populiarumą turi adsorbciniai (adsorbicija – ištirpusių arba dujinių medžiagų sugėrimas kieto arba skysto kūno paviršiumi) deguonies generatoriai.

Jų veikimo principas pagrįstas oro skaidymu į deguonį ir azotą. Oras skaidomas jį leidžiant per molekulinį sietą. Molekulinis sietas – tai adsorbcinė medžiaga, gaunama iš gamtinių kristalinių neorganinių medžiagų. Ši medžiaga yra 2 mm granulių pavidalo. Deguonies molekulės pereina sietą kiaurai, o azoto molekulės surišamos sorbentu. Kai sorbentas užsipildo azoto molekulėmis, jį reikia regeneruoti. Tai reiškia stabdyti deguonies generatorių. Sietą praėjusio deguonies grynumas yra 95 %.

Nenaudojami skaidymo produktai (azotas, vanduo ir anglies dioksidas) išleidžiami į atmosferą.

Europoje dažnai naudojami slėginės vibracinės adsorbicijos technologijos generatoriai.

## **2.6. poskyris. Vandens dezinfekcijos įranga**

Bakterijų, pirmiausia heterotrofinių (aeromonadų, enterobakterijų), kiekio mažinimas padeda mažinti žuvų ligų tikimybę.

Taikant įvairius sistemų konstrukcinius sprendimus, galima išvengti organinių nuosėdų susikaupimo zonų, kuriose masiškai auga patogeniškos bakterijos. Ir vanduo, cirkuliuojantis



URS, turi organinės skendos, kuri gali būti į žuvų ligų priežastis – į organizmą patenkančių enterobakterijų, žarnyno trakto gaminančių enterotoksinus, šaltinis. Dėl tų bakterijų gali išsivystyti ūmios arba lėtinės disbakteriozės ir autotoksikozės formos.

Todėl UR sistemose turi būti specialūs techniniai įrenginiai, kuriais būtų galima slopinti bakterijų vystymąsi cirkuliuojančiame vandenyje.

Teigiamą mikroflorą, slopinančią patogeniškumą, žarnyne formuoja probiotikai, žuvims tiekiami su pašaru arba vandeniui.

Stipresnis bakterijų slopinimo efektas pasiekiamas naudojant ozoną – stipriausią oksidatorių, kuris suardo bakterijų apvalkalą. Kartu ozonas sustiprina organinės medžiagos oksidaciją.

Atsižvelgiant į tai, anksčiau buvo vykdomi tyrimai, siekiant išsiaiškinti, ar galima atsisakyti biofiltrų URS sistemose, o organinių medžiagų oksidaciją (vandens valymą) vykdyti ozonu. Kai kurie tyrėjai bandė atsisakyti vandens oksigenacijos, tikėdami, kad ozono oksidacinis potencialas leis pasiekti norimą vandens prisotinimą deguonimi. Tačiau praktika parodė, kad amoniakas, kurį išskiria žuvis, nėra jautrus oksidaciniam ozono poveikiui (jis nesuyra), o vandens prisotinimo deguonimi efektas buvo minimalus.

Be to, oksidai, vandenyje susidarantys deguoniui reaguojant su ozonu, yra toksiški žuvims, o jų irimo laikas iki netoksiškos formos užtrunka iki 15 min. Todėl ozonatorius techniniuose URS mazguose galima naudoti tik didelėse pramoninėse sistemose. O vandens judėjimo laikas nuo kontakto su ozonu zonos iki baseinų turi būti ne mažesnis nei 15 min.

Geras ozonatorių taikymo efektas gali būti pasiekiamas, jeigu juose valomas iš atvirų vandens šaltinių paimtas vanduo, skirtas naudoti URS.

Pažymėtina, kad ozono gavimas yra brangus, o jo nuotėkis į atmosferą žuvivaisos cechuose yra pavojingas ir žmonėms.

UR sistemų eksploatavimo praktikoje mažų matmenų ozonatoriai naudojami valyti artezinį vandenį nuo geležies ir sieros vandenilio pėdsakų, t.y. labai mažų koncentracijų.

Labiau vandenį išvalo daugelyje UR sistemose kaip dezinfekcinis įrenginys naudojamos baktericidinės (UV) lempos. Jų veikimo principas pagrįstas destruktviu ultravioletinės spinduliuotės poveikiu bakterijoms, grybeliams ir virusams. Viena baktericidinė lempa kaip dezinfekcinis įrenginys gali būti naudojama nedidelėse sistemose. Kelios, paraleliai sujungtos į baterijos formą, gali būti naudojamos nedidelėms ir vidutinėms UR sistemoms. Autonominės kasetinės arba įmontuotos į kitos paskirties techninius blokus lempos naudojamos vidutinėse ir didelėse UR sistemose.

Didžiausią destruktivių poveikį mikroorganizmams ultravioletinė spinduliuotė įgyja bangos ilgiui esant 2600 Å<sup>0</sup> (angstromų).

Vienetiniai arba keli į baterijų formą sujungti baktericidiniai įrenginiai gali būti surenkami vietoje. Tam reikalingi metaliniai arba propileno storasieniai vamzdžiai, kurių skersmuo – iki 63 cm. Jie naudojami kaip įrenginio korpusas. Tokių parametrų baktericidinis įrenginys praleidžia iki 3 m<sup>3</sup> vandens per valandą.

Naudojant kelis į bateriją sujungtus įrenginius, jų vandens pralaidumo pajėgumas didesnis tiek kartų, kiek vienetinių įrenginių yra baterijos sudėtyje. Jeigu yra 20 vnt., tai per valandą gali praleisti 60 m<sup>3</sup> vandens.

Kasetiniai baktericidiniai įrenginiai montuojami ant metalinių vamzdžių karkaso. Vamzdžių skersmuo – nuo 250 iki 530 mm, į korpusą lempos įmontuojamos paliekant tarp jų 2-3 cm atstumus (įskaičiuojamas priešpriešiais esančių šaltinių kryžminis spinduliavimo efektas), Tokių įrenginių vandens pralaidumo pajėgumas – 50 m<sup>3</sup>/val. ir daugiau.

Įmontuoto baktericidinio įrenginio pavyzdys yra degazatoriaus skyriuje sumontuota kelių horizontalių ir vertikalinių eilių ultravioletinių lempų sistema. Lempas tikslinga montuoti skyriuje, per kurį vanduo teka nuo dugno (apatinė vertikalios sienelės anga) į viršų, link nupylimo vamzdžio.

Bendras baktericidinių įrenginių dezinfekcinis poveikis padidėja technologiniam vandeniui daug kartų (ne mažiau 24) per parą pereinant per ultravioletinės spinduliuotės poveikio zoną.

Skaičiuojant baktericidinių įrenginių sunaudojamą elektros energiją, remiamasi vienos ultravioletinės lempos sunaudojama galia, kuri paprastai sudaro 30 W/val.

## 2.7. poskyris. Įranga, užtikrinanti URS temperatūrinį režimą

Vandens temperatūros reguliavimas UR sistemoje – tai cirkuliuojančio vandens temperatūrinio balanso palaikymas tam tikrame diapazone ir papildymo vandens pašildymas arba aušinimas.

Atsižvelgiant į tai, reikia pasirinkti URS termoreguliacijos režimą.

Visų pirma, tam tikros temperatūros palaikymas UR sistemoje susijęs su atitinkamos oro temperatūros patalpoje palaikymu.

Reikiamą oro temperatūrą galima palaikyti naudojant pramoninius kondicionierius (klimato valdymą), šildant pastatus įprastais šilumnešiais. Atitinkamai palaikoma ir vandens temperatūra.

Antra, papildymo vandens pašildymas arba aušinimas tikslingi esant tam tikroms sąlygoms. Tai galima parodyti tokiu pavyzdžiu: sakykime, kad vandens temperatūra UR sistemoje – 20°C, o vandens temperatūra papildymo vandens šaltinyje (arteziniame gręžinyje) –

10°C; URS vandens tūris – 50 m<sup>3</sup>, o papildymas sudaro 5 % per parą (šiuo atveju – 2,5 m<sup>3</sup>). Iš pradinių duomenų galima apytiksliai apskaičiuoti, kiek pasikeis vandens temperatūra pakeitus 2,5 m<sup>3</sup> technologinio vandens papildymo vandeniu. 47,5 m<sup>3</sup> vandens (atimti 2,5 m<sup>3</sup> vandens, nupilamo iš mechaninio filtro, biofiltro kūgio) šilumos kiekis yra: 47,5 m<sup>3</sup> x 20°C = 950°C. 2,5 m<sup>3</sup> papildymo vandens šilumos kiekis yra 2,5 m<sup>3</sup> x 10°C = 25°C. Bendras šilumos kiekis – 975°C.

Padalinus šią sumą iš viso URS vandens tūrio, gauname:  $\frac{975\text{C}}{50} = 19,5^{\circ}\text{C}$ .

Nuolat keičiant vandenį, kaip šiame pavyzdyje, vandens temperatūra sumažėja 0,5°C. Tai galima laikyti priimtiniu pokyčiu, todėl papildymo vandens pašildymas nereikalingas.

Trečia, UR sistemos šilumos balanso nuostoliai gana greitai kompensuojami veikiant oro temperatūrai ir suspausto oro šilumai, patenkančiai barbotuojant biofiltrus.

Ketvirta, kai žuvis auginamos žemoje temperatūroje (10-15°C), tai problemų dėl temperatūros balanso palaikymo paprastai nekyla, nes artezinio vandens temperatūra per metus išlieka pastovi (8-9°C). Tačiau jeigu artezinio vandens šaltinis yra gerokai nutolęs nuo įmonės, tai vasarą tekėdamas vamzdžiais vanduo gali įšilti iki 16-18°C. Šiuo atveju reikia papildymo vandenį aušinti specialiuose techniniuose įrenginiuose, apie kuriuos bus toliau kalbama.

Penkta, laikant, pavyzdžiui, reproduktorius visus metus, reikia sukurti dirbtines žiemojimo sąlygas – vandenį atvėsinti iki 4-6°C temperatūros. Tuomet tokiais laikotarpiais (kiekvienas trunka apie 2-3 mėnesius) naudojami klimato valdymo prietaisai.

Naudojant įprastus (konservatyvius) vandens temperatūros reguliavimo metodus, technologiniam vandeniui, cirkuliuojančiam URS, daromas tiesioginis poveikis šiluma arba šalčiu.

Vienas iš vandens pašildymo variantų – elektrinių šildytuvų naudojimas. Pavyzdžiui, sistemai, kurios vandens tūris – iki 2-4 m<sup>3</sup>, gali būti naudojami akvariumų žuvininkystei pritaikyti vandens šildytuvai. Temperatūros diapazonas yra nuo 18°C iki 32°C.

Sujungus kelis šildytuvus galima palaikyti reikiamą vandens temperatūrą. Jų naudojimo galimybes galima praplėsti. Pavyzdžiui, naudoti inkubavimo cechuose arba priešnerštinio reproduktorių laikymo cechuose, kuriuose oro ir vandens temperatūrą nustato klimato valdymo prietaisai.

Vanduo pašildomas elektriniais šildytuvais dviem būdais.

Pirma – kai esant tam tikram tekėjimo greičiui vanduo šildytuve įšyla iki reikiamos temperatūros ir tiekiamas keitimui į UR sistemą.

Antra – kai vanduo pašildomas vandens šildytuve (katile) iki aukštos temperatūros, pavyzdžiui, 60°C, o paskui šis vanduo patenka į maišytuvą, kuriame sumaišomas su šaltu

papildymo vandeniu. Reguluojant maišytuvą, į URS galima tiekti reikiamos temperatūros vandenį.

Kito tipo pratakusis vandens šildytuvas pagrįstas šilumnešio (karšto vandens arba garų), kuris perduoda šilumą jį aptekančiam šaltam vandeniui, naudojimu. Šilumnešis, tekėdamas per daugelį nedidelio skersmens (1-1,5 cm) varinių arba žalvario vamzdelių, per sienelės perduoda šilumą juos aptekančiam vandeniui. Šilumokaičiai yra patalpinti hermetiškame korpuse.

Tokių vandens šildytuvų trūkumas yra tas, kad vamzdeliai užauga organine medžiaga, todėl jie periodiškai turi būti plaunami. Tokių vandens šildytuvų eksploatavimo trukmė tarp plovimų priklauso nuo technologiniame vandenyje esančio organinės skendos kiekio – kuo skendos mažiau, tuo ilgesnis eksploatavimo periodas.

Vandens šildymui naudojamos ir dujos, ir atsinaujinančio kuro rūšys: presuotos pjuvenos, šiaudai, nendrės. Vandens šildymo katilų šiluminė galia yra nuo 15 iki 50 tūkst. kcal/val. Šiluma, gaunama deginant dujas arba minėtas kuro rūšis, perduodama šilumokaičiams, per kuriuos cirkuliuoja papildymo arba apykaitinis vanduo. Jei nereikia šildyti vandens, katilo dujiniai degikliai automatiškai atjungiami. Kieto kuro katilai neleidžia pasiekti reikiamo vandens šildymo ritmo, bet jie išsprendžia iškart dvi problemas: pirma – palaikyti tam tikrą oro temperatūrą patalpose, antra – pašildyti papildymo vandenį.

Perspektyvus termoreguliacijos būdas, taikytinas URS, yra šilumos siurblių naudojimas. Jų veikimo principas pagrįstas trijų tarpusavyje susijusių techninių mazgų naudojimu: kompresoriaus, kondensatoriaus ir garintuvo. Šilumos siurblys veikia tokiu būdu: kompresoriuje suspaudžiamos uždaru kontūru cirkuliuojančios dujos. Spaudžiant jos išyla ir atiduoda šilumą vandeniui (jis yra kondensatoriuje), patenkančiam į šilumos siurblių. Atidavusios šilumą vandeniui ir ataušusios dujos patenka į garintuvą.

Iš elektros energijos 1 kW/val., kurią sunaudoja kompresorius, gaunamos 3-4 kW/val. šilumos energijos, šildančios vandenį.

Naudojant iš UR sistemos išeinančio organinėmis medžiagomis užteršto vandens šilumą šilumos mainų režimu iškyla žinoma problema: šilumos mainų paviršiai apauga organine medžiaga, todėl sumažėja veikimo efektyvumas.

Didelį stabilumą galima pasiekti šilumos siurblių naudojant šildyti papildymo vandenį, uždaru kontūru cirkuliuojantį vandenį inkubacinėse sistemose arba laikant reproduktorius priešnerštiniu arba neršto laikotarpiu, kai sistemos organinė apkrova (pagal žuvų išskiriamus metabolizmo produktus) – minimali.

Pažymėtina, kad šilumos siurbliai kaip techniniai blokai, kurie naudojami žuvų auginimo gamyboje ir uždaru sistemų sudėtyje, dar nėra tinkamai įvertinti. Jų laukia puiki ateitis, nes juos eksploatuojant taupiai naudojamas vanduo ir energija.



### 3. SKYRIUS. RECIRKULIACINIŲ SISTEMŲ KONSTRUKCIJOS

#### 3.1. poskyris. Reproduktorių laikymo tarp neršto periodų sistemos

Žuvų laikymas tarp neršto periodų skirtas atstatyti reproduktorių fiziologinę būseną, kuri pablogėja lytinių produktų brendimo ir neršto laikotarpiu.

Jeigu tarp nerštų užtikrinamos optimalios reproduktorių laikymo sąlygos, tai jų kūno masės prieaugis gali būti didelis (matuojamas dešimtimis ir šimtais gramų).

Žuvų reproduktorių laikymo sąlygos tarp neršto periodų lemia jų lytinių produktų kokybę ir kiekį. Jeigu sąlygos nepalankios, tai sumažėja patelių produktyvumas, nedidėja ikrų dydis. Jeigu sąlygos palankios, tai vaisingumas padidėja, o ikrų dydis atitinka vidutines reikšmes.

Kuriant URS principinę schemą žuvų reproduktorių laikymui tarp neršto periodų, reikia atsižvelgti į tas ypatybes, kurios lemia optimalų tokių sistemų eksploatavimo režimą.

Pirmiausia, sistemų kiekis ir jų matmenys parenkami pagal veislinių žuvų būrį. 10 šamų plėšikų patelių ir 30 patinėlių pakanka sistemos, kurioje cirkuliuojančio vandens tūris 2-3 m<sup>3</sup>, 100 patelių ir 300 patinėlių reikalingas apie 30 m<sup>3</sup> tūris. 100 eršketų patelių ir 100 patinėlių vandens tūris turi būti ne mažesnis nei 20-30 m<sup>3</sup>, o 20 patelių ir 20 patinėlių – vos 2-3 m<sup>3</sup>. Vandens lygis baseinuose – 1 m.

Antra, sistemų kiekis ir baseinų kiekis kiekvienoje iš jų lemia veislinių žuvų būrio struktūrą. Jeigu veislinių žuvų būrio struktūroje yra ne daugiau nei 3 skirtingos brandos grupės, tai užtenka turėti vieną sistemą, kurioje prieš nerštą palaikoma pastovi temperatūra. Iš šios sistemos reproduktoriai palaiptisniui išimami ir iš jų paimami lytiniai produktai. Paskui reproduktoriai perkeliama į laikymo prieš nerštą baseinus.

Jeigu yra daugiau kaip 3 įvairios brandos reproduktorių grupės, būtina turėti ne mažiau kaip 3 autonomines sistemas. Arba reikia turėti vieną didelę sistemą su tiek baseinų, kiek reikia atskirai laikyti kiekvieną reproduktorių grupę.

Vadovėlyje pateiktos principinės žuvų reproduktorių laikymo prieš nerštą sistemų schemos.

Vienoje schemoje aprašoma UR sistema, kuri skirta laikyti vieną patelių ir patinų grupę prieš nerštą. Aprašoma techninių mazgų sudėtis ir išdėstymas. Pavaizduotas atskirtas reproduktorių laikymas yra sąlyginis, kadangi neįrodyta, ar prieš nerštą būtina atskirai laikyti patinus ir pateles. Nėra didelės praktinės patirties, kaip geriau UR sistemose laikyti prieš nerštą daugelio žuvų rūšių reproduktorius, todėl neatmetama galimybė priešnerštiniu periodu patinus ir pateles laikyti kartu.

Technologinis vanduo iš baseinų su žuvimi patenka į mechaninį filtrą. Perėjęs filtruojantį pagrindą išvalytas vanduo siurbliu tiekiamas į biofiltrą, iš biofiltro – į ultravioletinės spinduliuotės įrenginį ir oksigenatorių. Tačiau mažose sistemose, kai neauginamos prekinės žuvis ir jaunikliai, oksigenatoriai gali būti pakeičiami aeratoriais. Galutiniame vandens apykaitos etape vanduo sugrįžta į baseinus.

Nesvarbu, kaip į baseinus patenka vanduo – iš viršaus ar iš apačios, vanduo išleidžiamas iš apačios. Tikslas – su ištekiančiu vandeniu pašalinti žuvų ekskrementus ir kitas organines daleles. Iš baseinų vanduo surenkamas į bendrą nuvedamąjį kolektorių, kuris baigiasi mechaniniame filtre. Gali būti naudojamas bet kuris iš minėtų mechaninių filtrų, aprašytų 2 skyriaus poskyryje. Tačiau, atsižvelgus į autonominės UR sistemos, skirtos laikyti vieną reproduktorių grupę, matmenis ir paskirtį, gali pakakti paprastos konstrukcijos mechaninio filtro su stabiliai išdėstytu tinkliniu audeklu.

Siurblys, kuris siurbia vandenį iš mechaninio filtro, nukreipia jį į biofiltrą. Gali būti pasirinktas bet kuris iš biofiltrų, išnagrinėtų atitinkamame 2 skyriaus poskyryje. Tačiau tokios konstrukcijos sistemai tinka biofiltras su nuolat regeneruojančiomis polietileno granulėmis arba bioreaktorius su plaukiojančiomis polietileno granulėmis. Vanduo į biofiltrą teka vamzdžiu iš viršaus į apačią. Išvalytas vanduo išeina per viršutinės biofiltro dalies tinklinę galvutę.

Iš biofiltro išvalytas vanduo pereina per ultravioletinį įrenginį. Vandens judėjimas – savitakinis. Po dezinfekcijos vanduo patenka į oksigenatorių arba aeratorių.

Autonominės sistemos priešnerštiniam laikymui (įšerimui) skaičiavimai atliekami toliau aprašyta tvarka. Kaip pagrindas imamas, pavyzdžiui, eršketų, išneršusių nuo vasario 20 d. iki kovo 2 d. (1-oji grupė), reproduktorių kiekis. Kadangi 2, 3, 4 ir 5 grupės bus naudojamos subrendusiems lytiniams produktams gauti kas 10 parų, o vandens temperatūra visą šį laiką turi būti mažesnė nei 10<sup>0</sup>C, tai pirmosios grupės išvedimas į priešnerštinį laikymą iškart po žuvų lytinių produktų paėmimo būtinas. Patelių skaičius pirmojoje grupėje buvo 36 vnt., o patinėlių – 12 vnt. Spermos paėmimui patinėliai buvo naudojami 3 kartus. Patelių ir patinėlių vidutinė masė – 2,3 kg. Panašiai, nustatytu eiliškumu į priešnerštinį įsipenėjimą pervedamos žuvis iš kitų grupių.

Baigiantis priešnerštiniam įšerimui, vidutinė pirmosios grupės eršketų reproduktorių masė turi padidėti iki 3,1 kg. Eršketų reproduktorių laikymo tankis baseinuose sudaro iki 40 kg/m<sup>2</sup>, vandens lygiui esant nuo 0,5 iki 1 m. Reiškia mūsų atveju laikymo tankis bus:

$$\frac{40 \text{ kg/m}^2}{2,3 \text{ kg}} = 18 \text{ vnt./m}^2. \text{ Remiantis šiuo skaičiumi galima apskaičiuoti patelių ir patinėlių}$$

baseinų plotą. Patelėms jis bus:  $\frac{36 \text{ vnt.}}{18 \text{ vnt./m}^2} = 2 \text{ m}^2$ . Patinėliams  $\frac{12 \text{ vnt.}}{18 \text{ vnt./m}^2} = 0,7 \text{ m}^2$ .

Tačiau tokios masės eršketo individualus ilgis siekia apie 60-80 cm. Todėl tokio ploto baseinai riboja reproduktorių plaukiojimą. Todėl visiškai pagrįstai naudojami 0,5 m gylio standartiniai, kvadratiniai su užapvalintais kampais bei kiti baseinai Taigi reikės vieno baseino (2 x 2 x 0,7 m) patelėms ir vieno tokio paties – patinėliams. Vandens tūris, telpantis juose, sudaro:  $2 \times 2 \times 0,5 \times 2$  (vnt.) =  $4 \text{ (m}^3\text{)}$ . Siurblio našumas turi užtikrinti baseinuose per valandą praleidžiamo vandens ( $4 \text{ m}^3$ ) kiekį.

Norint praleisti tokį kiekį vandens per mechaninio filtro sietinį audeklą (akutės dydis – 0,2-0,3 mm), reikės  $1000 \text{ cm}^2$  filtravimo ploto, arba išskaičiuojant pagal perimetrą: 50 cm ilgio ir 20 cm aukščio. Mechaninio filtro viršaus matmenys: 55 cm irgis ir 50 cm plotis. Filtro aukštis – 80 cm.

Išvalyto vandens priėmimo skyrius yra po sietiniu audeklu. Purvą, kurį sulaiko sietinis audeklas, priėmimo skyrius prisispaudžia prie apatinės audeklo dalies.

Biofiltras yra cilindro formos su kūginiu dugnu. Viršutinėje jo dalyje yra galvutė su sietine sienele viduje, pro kurią leidžiamas išvalytas vanduo ir sulaikomos polietileno granulės.

Biofiltro įkrovos tūrio skaičiavimai atliekami atsižvelgiant į maksimalią žuvų masę sistemoje ir pašarų paros normą. Maksimali eršketo reproduktorių masė, esant šimtaprocentiniam išgyvenimui, sudaro:

$$48 \text{ (vnt.)} \times 3,1 \text{ kg} = 149 \text{ kg}$$

Pašaro paros norma neviršija 0,5 %. Pašaro kiekis, kuris duodamas reproduktoriams per vieną dieną, sudaro:

$$\frac{149 \text{ kg} \times 0,5\%}{100\%} = 0,75 \text{ kg}$$

Jeigu pasirenkamas biofiltras su hidrauliniu liftu ir reguliaria nešėjų (granulių) regeneracija, tai atsižvelgiant į biofiltro produktyvumą pagal pašarą –  $10 \text{ kg/m}^3$  per parą, įkrovos reikalingas tūris bus:

$$\frac{0,75 \text{ kg} \times 1 \text{ m}^3}{10 \text{ kg}} \approx 0,08 \text{ m}^3 \text{ arba } 80 \text{ litrų}$$

Leistinas granulių sluoksnio gylis biofiltre – 0,8 m. Šiuo atveju galima apskaičiuoti cilindro, kuriame laikomos granulės, skersinį pjūvį:

$$S_c = \frac{V_c}{H_{nešv.}}, \text{ kur}$$

$S_c$  – cilindro skersinio pjūvio plotas,  $\text{m}^2$

$V_c$  – cilindro tūris, kurį užima granulės,  $\text{m}^3$

$H_{nešv.}$  – granulių sluoksnio aukštis, m

$$S_c = \frac{0,08}{0,8} = 0,1 \text{ m}^2$$

Žinodami rato plotą, galime rasti cilindro skersmenį:



$$D = \sqrt[2]{\frac{S \times 4}{\pi}}, \text{ kur}$$

D – biofiltro cilindro skersmuo, m

S – cilindro skerspjūvio plotas, m<sup>2</sup>

$\pi$  – skaičius „pi“ (3,14)

$$D = \sqrt[2]{\frac{0,1m^2 \times 4}{3,14}} = 0,36 \text{ m} \quad \text{Maketuojant reikia tvarkyti formulę}$$

Granulių tūrio ir vandens tūrio cilindre be granulių santykis yra 1:2. Esant tokiam cilindro skersmeniui, jo aukštis nuo viršutinio kūgio taško iki galvutės viršaus yra 2,4 m. Jeigu patalpos matmenys neleidžia pastatyti tokio aukščio cilindro, tai reikia didinti cilindro skersmenį. Kartu sumažės granulių sluoksnio storis ir, atitinkamai, bendras biofiltro aukštis.

Kitas po biofiltro einantis techninis įrenginys – ultravioletinės spinduliuotės įrenginys. Kaip anksčiau buvo pažymėta, vienas baktericidinis įrenginys užtikrina 3 m<sup>3</sup> vandens pralaidumą. Mūsų atveju pralaidumas turi būti 4 m<sup>3</sup>/val., todėl reikės į vieną įrenginį sujungti du cilindrinis korpusus su ultravioletinėmis lempomis.

Oksigenatoriaus ir aeratoriaus parametrai apskaičiuojami pagal tai, ar reikia, kad vanduo per įrenginį pereitų per trumpesnę nei 3 min. laiką. Jeigu sistemoje per kontūrą prateka 4 m<sup>3</sup>/val. vandens, tai per tris minutes per sistemą pratekės: 0,2 m<sup>3</sup>, arba 200 l. Tokio tūrio turės būti oksigenatorius arba aeratorius. Matmenys: 1 m ilgis x 0,2 m plotis x 1 m aukštis.

Šie skaičiavimai pateikiami 48 eršketų reproduktorių iš pirmos grupės tarpnerštiniam išėrimui. Atlikus skaičiavimus visoms grupėms, sistemos matmenys atitinkamai pasikeis.

### 3.2. poskyris. Reproduktorių priešnerštinio ir nerštinio laikymo sistemos

Jeigu veisimo objektai yra subtropinių ir tropinių platumų žuvys (šamai plėšikai, rykliniai šamai, tilapijos ir kai kurios kitos rūšys), nėra būtinybės atlikti vandens kokybės perskaičiavimus. Šiems objektams tarpnerštinio išėrimo (laikymo) temperatūra yra tokia pati kaip priešnerštinio ir nerštinio periodų temperatūros.

Kita situacija yra vidutinių ir subarktinių platumų žuvims (karpiams, kanalo šamams, eršketinėmis, lašišinėmis ir daugeliu kitų žuvų). Gamtinėje jų buveinių aplinkoje keičiasi keturi metų laikai, ir ta kaita evoliucijos eigoje genetiškai užfiksuota žuvų dauginimosi pobūdyje.

URS sąlygomis yra svarbūs visi chronologiniai žuvų reproduktorių laikymo etapai. Apie tarpnerštinį periodą mes jau kalbėjome, tačiau reikia pridurti, kad šio periodo trukmė kiekvienos rūšies žuvims gali būti kitokia. O tarpnerštinio laikymo trukmė lemia, kiek kartų per metus iš

reproduktorių bus galima gauti subrendusius lytinius produktus. Tarpnerštinio laikymo užbaigimas chronologiškai ir pagal laipsnių dienų sumą (bendra temperatūra, gauta per tarpnerštinį įsipenėjimo laikotarpį: karpiui užtenka 1200–2500 laipsnių dienų, upėtakiams – 2500-3000 laipsnių dienų, eršketinėms – 2500-7500 laipsnių dienų, atsižvelgiant į jų rūšinę sudėtį) atitinka perėjimą nuo III prie IV brandos stadijos arba IV stadijos pradžios.

Laipsnių dienų skaičius nustatomas paprastai. Vienu atveju sudedamos vandens temperatūros vidutinės paros reikšmės, pavyzdžiui, upėtakių 180 tarpnerštinio įsipenėjimo dienų temperatūra. Kitu atveju šis periodas dalinamas į dekadas, apskaičiuojama kiekvienos dekados vidutinė vandens temperatūra ir padauginama iš 10 (dienų skaičiaus dekadose) bei dekadų skaičiaus tarpnerštiniu periodu.

Lytinių produktų IV brandos stadijos pasiekimas parodo tam tikrą reproduktorių priartėjimą prie neršto. Norint pasiekti V brandos baigimo stadiją, būtinas tam tikras temperatūrinis režimas ir laipsnių dienų suma. Per šį laikotarpį, kuris vadinamas priešnerštiniu, baigiasi oogenezė (gametų susidarymas), formuojasi jo galutinė struktūra.

Vertinant priešnerštinio periodo trukmę nuo fiksuotos IV lytinių liaukų brandos stadijos iki pirmųjų subrendusių reproduktorių fiksavimo (nerštinio laikymo pradžios), skirtingų žuvų rūšių reproduktoriams ji vidutiniškai būna nuo 150 iki 300 laipsnių dienų. Priešnerštinio periodo ypatumas gamtinėmis sąlygomis pavasarį neršiančioms žuvims yra žemas vandens temperatūros fonas, atitinkantis žiemos laikotarpį. Didesnę priešnerštinio periodo dalį temperatūra turi būti vos didesnė nei 0°C ir neviršyti 1,5-2°C.

Rudenį neršiančioms žuvims (vaivorykštiniais upėtakiams, atlantinėms lašišoms, upėtakiams, Tolimųjų Rytų lašišoms, sykams) priešnerštinis periodas vyksta sumažėjus vandens temperatūrai nuo 10-12°C iki 2-6°C.

URS sąlygomis buvo sudėtinga imituoti pavasarį neršiančių žuvų priešnerštines temperatūros sąlygas. Ilgalaikė patirtis nustatant priešnerštinio laikymo temperatūros rodiklius parodė, kad atvirose telkiniuose URS sąlygomis tiksliai imituoti temperatūrinį režimą ir jo trukmę netgi netikslinga. Pasirodė, kad pakanka imituoti būdingus vandens temperatūros dinamikos pokyčius, atitinkančius rudeninį atvėsimą ir pavasarinį vandens sušilimą.

Nustatyta pakankama apatinė vandens temperatūros riba: 12-15°C – karpiams, 12-18°C – kanalo šamams, 4-10°C – eršketinėms žuvims ir starkiems, 4-6°C – vaivorykštiniais upėtakiams. Manoma, kad žemesnė vandens temperatūra priešnerštiniu žuvų laikymo periodu, ypač – eršketinių, padeda formotis geresnės kokybės lytiniams produktams.

Paradoksalu, bet eršketo pavyzdžiu parodyta, kad priešnerštinis reproduktorių laikymas 10-12°C temperatūroje prailgina ne tik priešnerštinį, bet ir neršto periodą, palyginti su periodais, kai prieš nerštą eršketų reproduktoriai buvo laikomi 4-6°C temperatūros vandenyje.

Šis pavyzdys rodo priešnerštinio žuvų reproduktorių laikymo specifines sąlygas UR sistemoje – čia galimi nukrypimai nuo žuvų brendimo gamtinio dėsningumo. Požymis, pagal kurį atskiriamas priešnerštinis periodas nuo neršto, yra vandens temperatūra, kuri padidėja iki nerštui reikiamų reikšmių pavasarį neršiančioms žuvims (5-6<sup>0</sup>C – upėtakiams, 18-20<sup>0</sup>C – karpiams, 25-27<sup>0</sup>C – kanalo šamams, 10-12<sup>0</sup>C – eršketams, rusiškiešiams ir Sibiro eršketams) arba sumažėja rudenį neršiančioms žuvims (4-6<sup>0</sup>C – lašišoms, 1-4<sup>0</sup>C – sykams).

Tačiau URS sąlygos ir čia gali padaryti savo poveikį, kai apatinė neršto temperatūros riba pasislenka 2-3<sup>0</sup>C aukštin.

Neršto periodo užbaigimas atitinka paskutinių patelių subrendimo laiką. Paprastai, vandens temperatūra tuo metu pasiekia ribines neršto reikšmes.

Galimi du URS komponavimo variantai priešnerštiniam ir nerštiniam laikymui.

Pirmas – kai priešnerštinis laikymas atliekamas vienoje sistemoje, nerštinis – kitoje. Tai priimtinesnis komponavimo variantas, kadangi daugeliui žuvų, akvakultūros objektų, dauginantis reikia naudoti hipofizės injekcijas. Jas geriausia atlikti atskirose nedidelėse sistemose, kuriose galima sklandžiai didinti vandens temperatūrą. Net upėtakiams, kuriems nėra būtinybės daryti hipofizės injekcijų, gerai turėti neršto sistemas kaip tam tikrus patelių su subrendusiais ikrais kaupiklius. Nes esant 5-7<sup>0</sup>C vandens temperatūrai, ovuliuojant ikrai, būdami pilvo ertmėje, išlaiko galimybę būti apvaisinti per 5-6 paras.

Į nerštinę sistemą galima surinkti pateles, kurios yra arti visiškos brandos arba yra pasiekusios brandą priešnerštinėje sistemoje. To rezultatas – masinis ikrių dėjimas inkubavimui ir vienodesnių pagal amžių ir dydį palikuonių gavimas. Labai svarbu, kad inkubavimo aparatai būtų naudojami efektyviai.

Antras URS komponavimo variantas – kai priešnerštinis ir nerštinis laikymas atliekamas vienoje sistemoje. Tada pusė baseinų turi būti su žuvimi, pusė – be žuvies. Rūšiuojant reproduktorius pagal pasirošimą nerštui ir padidinus vandens temperatūrą iki apatinės neršto ribos, formuojamos žuvų grupės. Kiekvienai grupei planuojamas tam tikras hipofizės injekcijų dozavimas ir subrendusių lytinių produktų gavimo laikotarpis.

Priešnerštinės ir neršto sistemos principinė schema pagal pirmąjį variantą pateikta vadovėlyje. Esant nurodytai neršto temperatūrai, pavyzdžiui, 10-11<sup>0</sup>C vandens temperatūrai, atrenkamos keturios eršketų patelių grupės. Pirmoji grupė iškart yra pasirengusi reaguoti į hipofizės injekcijas. Antroji, esant tokiai temperatūrai, pasieks garantuoto atsako būseną per 5-7 dienas, trečioji – per 14-18 dienų, ketvirtoji – per 40-60 parų. Todėl paprastai su dviem pirmosiomis grupėmis dirbama esant 10-11<sup>0</sup>C vandens temperatūrai, o trečiajai ir ketvirtajai grupėms taikomas sklandaus temperatūros kėlimo režimas: iš pradžių – iki 12<sup>0</sup>C, o paskui – iki 14-15<sup>0</sup>C.

Upėtakiams, kuriems hipofizės injekcijos daugeliu atvejų netaikomos, reproduktorių eksploatavimo schema yra tokia: padidėjus vandens temperatūrai iki 4-5<sup>0</sup>C, patelės suskirstomos į tris grupes. Į pirmąją atrenkamos labiausiai subrendusios patelės (didelis minkštas pilvas, paraudusi genitalinė anga – lytinis spenelis, paspaudus pilvą, stipriai išlenda). Į antrąją grupę atrenkamos patelės su dideliu, bet kietu pilvu, į trečiąją – visos kitos patelės. Suformavus patelių grupes, turi likti dar vienas (arba keletas) rezervinis baseinas. Į jį, tikrinant patelas, bus atrenkamos tekančios, pasiruošusios nerštui patelės. Atrinkus tam tikrą skaičių patelių, paimami jų ikrai inkubavimui.

Esant 5-7<sup>0</sup>C neršto temperatūrai, visos pirmosios grupės patelės subręsta per 5-7 paras. Antrosios grupės patelės esant tokiai temperatūrai subręsta per 10-15 parų, trečiosios – per 30-40 parų ir daugiau. Pagreitinti brendimą galima palaipsniui didinant vandens temperatūrą. Didinimo gradientas yra 1<sup>0</sup>C per 3-4 dienas, kol pasiekiami maksimali 9-10<sup>0</sup>C reikšmė, ribinė temperatūra – 12<sup>0</sup>C.

Priešnerštinės sistemos schemoje sąlygiškai išskirti 8 baseinai. Tarkime, kad laikome 400 erškėtų reproduktorių. Kai laikymo tankis yra 3-4 kg žuvies (10 vnt./m<sup>2</sup>), baseinų plotas sudarys 40 m<sup>2</sup>. Kiekvieno baseino plotas – 5 m<sup>2</sup>. Baseino matmenys – 2,25 x 2,25 m. Vandens gylis – 0,6 m. Vandens tūris baseinuose – 24 m<sup>3</sup>.

Iš baseinų vanduo patenka į mechaninį filtrą. Priešnerštinio laikymo metu šėrimas minimalizuotas, todėl kietųjų organinių medžiagų iš baseino išnešama nedaug. Šiuo atveju tikslinga naudoti mechaninį filtrą su stabiliu filtruojančiu paviršiumi. Praktika parodė, kad nuo filtro tinklinio audeklo susikaupusias organines nuosėdas pakanka nuplauti ryte ir vakare. Mechaninio filtro matmenys, siekiant gauti 20 m<sup>3</sup>/val. pralaidumą, yra tokie: viršaus plotas – 1,2 x 1,0 m, aukštis – 1,0 m. Vidinė priėmimo skyriaus sienelė nuo išorinės nutolusi per 0,2 m. Priėmimo skyriaus vidinės sienelės aukštis – 0,2 m. Šios sienelės atstumas nuo išorinės – 0,2 m

Išfiltruotas vanduo siurbliu pakeliamas į viršutinį lašelinio biofiltro lataką. Eidamas iš viršaus žemyn per kasetes su vertikaliai sugrupuotais gofruotais vamzdeliais, vanduo suteka į baseiną. Baseino matmenys turi užtikrinti vandens savitakį tiekimą į baseinus.

Lašelinio biofiltro matmenys apskaičiuojami pagal žuvų išskiriamą egzo metabolitų (išskyrų) kiekį suėdus tam tikrą pašaro kiekį. Lašelinio biofiltro produktyvumas imamas 1 kg pašaro – 1 m<sup>3</sup> biofiltro įkrovos. Priimdami, kad maksimali bendra reproduktorių masė 1600 kg (400 vnt. x 4 kg), o pašaro paros norma – 0,3 %, apskaičiuojame jos svorio reikšmę:  $\frac{1600 \times 0,3\%}{100\%} = 4,8 \text{ kg}$ .

Reiškia, biofiltro tūris bus apie  $5 \text{ m}^3$ . Jo matmenys gali būti tokie:  $5 \text{ m}$  (ilgis) x  $1 \text{ m}$  (plotis) x  $1 \text{ m}$  (aukštis) arba  $2,5 \text{ m}$  (ilgis) x  $1 \text{ m}$  (plotis) x  $2 \text{ m}$  (aukštis). Galimos ir kitokios matmenų kombinacijos.

Vandens priėmimo baseino tūris, kuriame surenkamas vanduo iš biofiltro, turi būti toks, kad jame tilptų ne mažiau kaip 5-10 % URS baseinuose cirkuliuojančio vandens. Mūsų atveju, baseino tūris gali būti  $2,4 \text{ m}^3$ . Baseino matmenys viršuje gali būti tokie, kad jame tilptų visas vanduo, sutekantis iš lašelinio biofiltro. Akivaizdu, kad matmenys turi būti  $2,5 \times 1,0 \text{ m}$ . Gylis –  $1,2 \text{ m}$ , o po vandeniu –  $1,0 \text{ m}$ .

Baseino viršaus, užtikrinančio laisvą vandens pratekėjimą į baseinus, pakėlimas – ne mažesnis nei  $0,5 \text{ m}$ . Baseinų pakilimas virš grindų – ne mažesnis nei  $0,2 \text{ m}$ , baseinų aukštis –  $1,0 \text{ m}$ . Atsižvelgiant į tai, baseino, priimančio vandenį iš biofiltro, viršus turi būti  $1,9\text{-}2 \text{ m}$  aukštyje.

Iš baseino vanduo teka į ultravioletinės spinduliuotės įrenginį, kurį sudaro baterija iš 4 atskirų ultravioletinių lempų, sujungtų į vieną korpusą.

Iš ultravioletinio įrenginio vanduo teka į aeratorių. Į aeratorių taip pat tiekiamas oras iš orapūtės. Aktyviai barbotuojant vandenį, jis yra prisotinamas deguonies. Esant  $8\text{-}12^{\circ}\text{C}$  vandens temperatūrai, prisotinimo procentas yra nuo 90 iki 110.

Aeratoriaus kameros matmenys atitinka sąlygą, kad vanduo jame išbūna ne trumpiau nei 3 min. UR sistemoje sunaudojant  $24 \text{ m}^3/\text{val.}$  vandens, aeratoriaus tūris bus  $1,2 \text{ m}^3$ .

Scheminiu požiūriu, aeratorius – tai cilindras arba gretasienis, kurie vertikalčiai yra padalinti į du skyrius. Iš aeratoriaus vanduo teka į degazatorių, kuriame pašalinami dujų burbuliukai.

Degazatoriaus forma ir matmenys yra tokie patys kaip aeratoriaus, tik į jį netiekiamas oras ir dugne nėra vamzdelių. Vidinis tūris užpildytas vertikaliomis pertvaromis, suformuojančiomis laiptuotą vandens praėjimą. Optimalus dugno formos variantas – kūginė forma, padedanti pašalinti susikaupusias nuosėdas.

Reproduktorių nerštinio laikymo sistemoje turi būti baseinai, kuriuose atskirai laikomi patinėliai ir patelės. Planuojamu atveju tokių baseinų yra keturi.  $1,2 \times 1,0 \times 0,8 \text{ m}$  matmenų baseine galima laikyti iki 5-6 kg žuvis, kai laikymo tankis –  $5 \text{ vnt./m}^2$ , keturiuose baseinuose galima laikyti 20 reproduktorių.

Priešnerštinio laikymo metu žuvis nešeriamos. Galima laikyti, jog deguonies suvartojimas ir metabolizmo produktų išskyrimas yra 70 % normalaus kiekio. Atitinkamai, reikia 30 % sumažinti biofiltro tūrį, kuris apskaičiuojamas pagal santykį: 1 kg žuvis atitinka 1 litrą 3 mm skersmens granulių.

Tarkim, kad bendra reproduktorių masė baseinuose yra 100 kg, granuluoto polietileno, įkraunamo į biofiltrą, šiam kiekiui žuvis reikia 100 l ( $0,1 \text{ m}^3$ ).

Šis skaičiavimo variantas gali būti taikomas laikant eršketų, starkingų, upėtakių, reproduktorius 6-12<sup>0</sup>C temperatūros vandenyje nešeriant, turint įsidirbusią biofiltro įkrovą, kai jie perkeliama iš priešnerštinio laikymo. Suminis vandens tūris baseinuose, esant 0,5 m lygiui, sudaro 2,4 m<sup>3</sup>. Norint perleisti tokį kiekį vandens per filtrą, pakanka mechaninio filtro su stabilium tinkliniu audeklu, kurio viršaus matmenys – 40 x 60 cm. Vandens iš baseinų priėmimo skyriaus perimetras turi būti 40 x 10 cm. Tokių pačių matmenų yra ir nuo tinklinio audeklo nutekančio purvo priėmimo skyrius.

### **Inkubavimo sistemos.**

Nepaisant to, kad embriono vystymasis vyksta po apvalkalu, nuo perivitelinės erdvės (pūslės apie ikrelį) hidratacijos pradžios iki lervutės išsiritimo per apvalkalą nuolat vyksta medžiagų apykaita. Iš supančio vandens į ikrų vidų prasiskverbia deguonis ir cheminiai elementai, kurie yra būtini organogenezei (organų formavimuisi). Iš po apvalkalo į vandenį išeina sintezės ir irimo produktai, susidarantys vystantis embrionui. Todėl negalima inkubuoti ikrų uždaroje erdvėje, tik prisotinus vandenį deguonies ir dezinfekavus jį nuo mikroorganizmų. Kadangi tokiomis sąlygomis organinių medžiagų koncentracija pastoviai auga, gali būti pasiektas toks lygis, kai embrionas apsinuodys ir žus.

Tačiau uždaro ciklo vandens tiekimo naudojimas inkubuojant ikrus, šį procesą šiek tiek papildžius, duoda teigiamų rezultatų ir privalumų, palyginti su atviromis žuvinaisios sistemomis.

UR sistemas, skirtas ikrų inkubavimui, sąlygiškai galima suskirstyti į:

- ilgo embrioninio periodo ikrų inkubavimo sistemas;
- trumpo embrioninio periodo ikrų inkubavimo sistemas.

Ilgas embrioninis periodas trunka nuo kelių savaičių iki kelių mėnesių: vaivorykštinių upėtakių – apie mėnesį, lašišų, sykų – nuo 3 iki 5-6 mėnesių. Trumpas periodas trunka nuo vienos paros iki 5-10 parų: šamų plėšikų – 20-28 valandų, karpinių, tilapijų – 3-4 dienas, eršketinių žuvų, starkingų – 5-10 parų. Ikrų inkubavimo trukmę lemiantis veiksnys yra vandens temperatūra.

Siekiant sutrumpinti inkubavimo trukmę ir prailginti sodinamosios medžiagos auginimo laiką bei padidinti jos ir prekinės žuvies matmenis, dažnai vanduo baseinuose šildomas iki maksimalios leistinos temperatūros. Dėl šios priežasties sumažėja išgyvenančių embrionų ir lervučių skaičius, kyla didelė tikimybė, kad atsiras nenormaliai besivystančių lervučių ir mailiaus.

Tačiau vien tik reguliuojant URS vandens temperatūrą inkubavimo laikotarpiu teigiamo rezultato pasiekti neįmanoma. Nors reikia pažymėti, kad galimybė operatyviai, mažesniais sąnaudomis keisti vandens temperatūrą būdinga tik URS.



UR sistemoje ilgam ikrų inkubavimui turi būti numatyta konstrukcija. Didelis ikrų tankis turi reikšmės inkubavimo aparatų plotui ar tūriui, todėl turi būti naudojami tokie techniniai mazgai kaip nusodintuvas, mikrofiltras, biofiltras, ultravioletinės spinduliuotės įrenginys. Galimas dervų (aktyvuotos anglies, klinoptilolito – ceolito) jonų mainų naudojimas.

Gėlo vandens keitimas inkubavimo sistemose turi būti ne mažesnis nei 10 % per parą. Prisotinimas deguonies turi būti artimas 100 %. Visų paminėtų techninių mazgų paskirtis – aptarnauti pagrindinį inkubatorių. Be to, tie patys aparatai naudojami ir ilgam, ir trumpam inkubavimui.

Prie horizontalaus tipo aparatų priskiriami vadinamieji loveliniai inkubatoriai. Jų matmenys gali būti įvairūs: 0,6 x 0,4 x 0,2 m; 1 x 0,5 x 0,4 m; 2 x 0,5 x 0,4 m; 4 x 0,5 x 0,7 m ir kitokie. Šiuose aparatuose, paprastai, šone, kur tiekiamas vanduo, yra vandens priėmimo skyrius su apatine anga vidinėje sienelėje. Kitoje pusėje yra vandens lygio reguliavimo vamzdelis, skirtas vandeniui nupilti. Prieš išsiritant lervutėms, priešais jį pastatoma nuimamoji sienelė iš tinklelio. Vanduo iš priėmimo skyriaus per apatinę angą patenka į darbinę aparato zoną, kurioje į vieną eilę, į aukštį ir į ilgį, sustatyti keli rėmeliai su ikrais. Vanduo, pereidamas per rėmelius iš apačios į viršų, aprūpina ikrus deguonimi, išneša iš aparato besivystančių embrionų metabolizmo produktus.

Galimas ir kitoks vandens srovės maršrutas inkubavimo aparate. Tokiu atveju vanduo taip pat patenka į priėmimo skyrių, tačiau jo vidinė sienelė neturi apatinės angos ir nesiekia viršutinės aparato briaunos. Priešingoje aparato pusėje, dugne, yra stačiakampio formos išleidimo anga (duginė), kuri uždengta rėmeliu su tinkleliu. Prieš išsiritant lervutėms, virš jos statomas tinklinis „gaubtas“, trukdantis pritraukti lervutes prie tinklelio.

Dar vienas variantas su analogišku vandens tėkmės maršrutu: priešingame aparato gale įrengta vertikali pertvara su apatine anga, sujungta su vandens lygio reguliavimo vamzdeliu, iškeltu už baseino sienelės.

Prie vertikalių inkubavimo aparatų priskiriami Veiso (Weiss), Makdonaldo (McDonald) aparatai bei jų modifikacijos, taip pat inkubavimo spintos.

Upėtakių ikrų inkubavimui galima naudoti Veiso inkubavimo aparatus, kurių tūris siekia iki 25 litrų (arba 50 litrų). Veiso aparatuose vanduo tiekiamas į apatinę kūginę vertikalaus cilindro dalį. Patekęs į aparatą vanduo spirale kyla į viršų ir nuteka per cilindro kraštą į galvutę, paskui nukreipiamas nuo aparato tolyn. Laikant didelius ikrus (upėtakių, lašišų), tikslinga dugno kūgio viršuje įstatyti groteles su angomis. Taip kylanti vandens tėkmė geriau pasiskirsto visoje inkubuojamų ikrų masėje.

Makdonaldo aparatuose vanduo tiekiamas į cilindro su išgaubtu dugnu vidų per vertikalų vamzdelį, užfiksuotą centre specialiais tarpikliais. Vanduo eina iš viršaus į apačią ir susiduria su išgaubtu dugnu, į kurį trenkiasi ir kyla į viršų, kur per galvutę išteka iš aparato.

Lašišinių žuvų ikrų inkubavimui modifikuoti Veiso aparatai yra neskaidrūs.

Vienos modifikacijos inkubavimo spintose (IM,) telpa dvi vertikalios eilės krepšių, kuriuose laikomi ikrai, o vanduo teka iš viršaus į apačią iš eilės per visus aparatus.

Kitoje modifikacijoje (IVTM) vietoje krepšių naudojamos kiuvetės, kuriose galima inkubuoti ne tik ikrus, bet ir laikyti lervutes. Vanduo taip pat teka iš viršaus žemyn iš eilės per visas kiuvetes.

Nepaisant didelio vandens sunaudojimo inkubavimui, loveliniai aparatai, palyginti su vertikaliais, yra universalesni. Juose galima ne tik inkubuoti ikrus, laikyti lervutes, bet ir paauginti bei netgi užauginti lervutes, jeigu aparatų dydis yra pakankamas.

Principinė inkubavimo sistemos schema, naudojant horizontalius lovelinius aparatus, pateikta vadovėlyje. Siekiant pagrįsti šią upėtakių ikrų inkubavimui skirtą sistemą, reikia atsižvelgti į tai, kad loveliniuose aparatuose po lervučių išsiritimo tikslinga jas palaikyti ir paauginti iki 1 g masės. Kai lovelio dydis 4 x 0,5 x 0,7 m, lervutes galima auginti esant laikymo tankiui 10 tūkst. vnt./m<sup>2</sup>. Atsižvelgiant į lervučių išeią po inkubavimo (80-90 %), ikrų kiekis, kurį galima padėti inkubuoti į vieną lovelį, apskaičiuojamas:

$$\frac{10 \text{ tūkst. vnt.} \times 100\%}{80\%} \times 4 \text{ m}^2 = 50 \text{ tūkst. vnt.}$$

Keturiuose loveliniuose aparatuose (schema yra vadovėlyje) galima inkubuoti 200 tūkst. vnt. ikrelių ir tuose pačiuose loveliuose auginti lervutes.

Iš inkubavimo aparatų vanduo patenka į nusodintuvą. Nusodintuvo matmenys ir vandens tūris turi užtikrinti iš aparatų ištekančių lervučių gyvybinės veiklos produktų nusodinimą. Inkubacijos metu nusodintuve iš organinių medžiagų gali nusėsti tik išsiritusių lervučių ikrelių apvalkalai. Tačiau kad ir koks skaidrus būtų vanduo inkubavimo metu, nedidelis nuosėdų kiekis ant nusodintuvo sienelių ir dugno vis tiek nusėda. Tokioje sistemoje nusodintuvo matmenys lemia tai, kiek lervučių auginimo periodo metu nusės organinių medžiagų. Apskaičiuota, kad vandens sunaudojimas aparate bus 60 l/min, o keturiuose aparatuose – 240 l/min. Tam, kad didžioji dalis skendos būtų nusodinta, vandens perėjimo per talpyklą laikas turi būti ne trumpesnis nei 10 min. Todėl minimalus nusodintuvo tūris turi būti 2,4 m<sup>3</sup>.

Iš nusodintuvo siurblys vandenį tiekia į biofiltrą. Projektuojant biofiltrą apskaičiuojami biofiltro matmenys ir nešėjų įkrovos tūris, įvertinus, kad paskutinėmis inkubacijos stadijomis medžiagų apykaitos intensyvumas, susijęs su deguonies suvartojimu, artėja prie lervučių lygio.



Todėl, atsižvelgiant į racionalų sistemos darbo režimą, biofiltro matmenų skaičiavimas atliekamas pagal metabolizmo produktų, kuriuos išskiria lervutės, suėsdamos 16 kg pašaro, apskaitą (kai paros šėrimo dozė yra 10 % bendros žuvų masės).

Pasirinkus biofiltro, kurio produktyvumas pagal pašarą imamas 4-8 kg, konstrukciją, biofiltro įkrovos tūrį galima laikyti lygų  $2 \text{ m}^3 \left( \frac{16 \text{ kg}}{8 \text{ kg/m}^3} \right)$ .

Norint patalpinti tokį įkrovos kiekį biofiltro cilindre iki 0,8 m gylio, skerspjūvio plotas turės būti  $2,5 \text{ m}^2$ . Biofiltro skersmuo bus:

$$D = \sqrt{\frac{S \times 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{2,5 \times 4}{3,14}} = 1,8 \text{ m.}$$

Cilindro aukštis, įskaitant kūginę dugno dalį, yra 2,4 m. Viršutinės cilindro dalies galvutės aukštis – iki 0,5 m.

Įkrovos tūrio su likusiu biofiltro tūriu santykis – apie 1:2, todėl bendras biofiltro tūris bus apie  $5 \text{ m}^3$  (įskaitant kūgį). Kai sistema naudojama tik ikrams inkubuoti, pakanka 50 l įkrovos tūrio. Tokiu atveju, kai šepėčių (ežių) sluoksnis – 0,3 m, biofiltro skersinio pjūvio plotas bus  $0,17 \left( \frac{0,05 \text{ m}^3}{0,3 \text{ m}} \right) \text{ m}^2$ .

Čia kalbėkime apie 200 mm skersmens polipropileno vamzdžio naudojimą biofiltro korpusui. Jo vidinė ertmė užpildoma šepėčiais (ežiais). Po įkrovos sluoksniu atvesti purkštukai, per kuriuos eina oras nešėjams regeneruoti. Tokio biofiltro, kuris patalpintas į propileno statinę ir pakeltas nuo dugno ant 3-5 cm kojelių, aukštis neviršija 1 m. Vanduo iš viršaus teka į vamzdį ant nešėjų paviršiaus, pereina jų sluoksnį, kuris yra veikiamas oro burbuliukų, ir išleidžiamas per angą statinės dugne. Iš statinės vanduo nuteka į vamzdį, nuvedantį jį į ultravioletinės spinduliuotės įrenginį.

Iš ultravioletinės spinduliuotės įrenginio vanduo teka į oksigenatorių (aeratorių), kuriame prisotinamas deguonies ir sugrįžta į aparatus.

Aparatuose inkubavimo metu vandens gyliui esant 0,2 m, vandens tūris viename iš jų yra  $0,4 \text{ m}^3$ , keturiuose baseinuose –  $1,6 \text{ m}^3$ .

Norint dezinfekuoti tokį vandens kiekį, pakanka vieno ultravioletinės spinduliuotės įrenginio. Oksigenatoriaus kameros tūris, kurio pakanka 100 % prisotinti  $1,6 \text{ m}^3$  vandens, pratekančio per baseinus per valandą, yra  $0,01 \text{ m}^3$  arba 10 l.

Inkubuojant lašišinių žuvų ikrus, inkubaciniai aparatai turi būti apsaugoti nuo šviesos, nes ikrai ir lervutės neigiamai reaguoja į šviesą (neigiamas fototaksis). Todėl loveliniai aparatai yra uždengiami dangčiais.

Kitoms žuvų rūšims problemų dėl apšvietimo paprastai nekyla. Tačiau pageidautina, kad apšvietumas būtų ne didesnis nei 50-70 liuksų.

Inkubavimo sistemos, kuriose naudojami vertikalūs aparatai, yra skirtos tik ikrams inkubuoti, todėl paprastai jose nėra biofiltrų. Net inkubuojant lašišinių žuvų ir sykų ikrus, galima nenaudoti biofiltro, tačiau tada reikia padidinti vandens pakeitimą iki 50-100 % ir reikia techninio mazgo, užpildyto jonų mainų dervomis (absorbentais).

Anksčiau išnagrinėtame inkubavimo sistemos su loveliniais aparatais pavyzdyje buvo apibūdinta biofiltro reikšmė inkubuojant lašišinių žuvų ikrus ir kartu auginant lervutes. Akivaizdu, kad lašišinių žuvų ir sykų ikrių inkubavimui naudojant vertikalius aparatus, biofiltras yra pageidautinas. Tada dėl keičiamo vandens supaprastėja sistemos eksploatavimas.

Jeigu reikia keisti 100 % vandens per parą, šviežias vanduo turi būti vienodos temperatūros kaip ir keičiamas. Jeigu šviežias vanduo yra šaltėsnis ar šiltėsnis, jo temperatūra turi būti išlyginta iki sistemoje esamos temperatūros. Tokiu atveju optimalu naudoti šilumos siurblių. O jeigu naudojamas biofiltras ir vandens keitimas neviršija 10-20 % per parą, tai šviežio vandens temperatūra gali skirtis nuo keičiamo vandens temperatūros. Keičiamas vanduo paprastai UR sistemoje nesukelia cirkuliuojančio vandens temperatūros nuokrypio daugiau nei 0,5-1<sup>0</sup>C.

Toliau panagrinėsime du inkubavimo sistemų su vertikaliais aparatais komponavimo variantus.

Pirmasis variantas – inkubavimo sistema, turinti grubų mechaninį vandens valymo filtrą.

Tokias sistemas tikslinga taikyti inkubuojant ikrus neilgą laiką (1–5 paras). Pavyzdžiui, inkubuojant šamų plėšikų, eršketų, starkingų, lynų, karpių ikrus. Būtina sąlyga – 50 % vandens keitimas pirmoje inkubavimo periodo pusėje ir 100 % vandens keitimas antroje periodo pusėje. Dieną iki išsiritimo ir išsiritimo metu reikalingas 200-300 % vandens keitimas.

Sistemos veikimo principas toks: vanduo iš baseino per apatinę (dugno) angą vamzdžiu patenka į siurblių. Siurblys tiekia vandenį į ultravioletinės spinduliuotės įrenginį ir toliau – į Veiso (Makdonaldo) aparatus. Patekdamas į aparatus, vanduo latakų nuteka į mechaninį filtrą, kuris sumontuotas priekinėje viršutinėje baseino dalyje. Mechaninis filtras – tai lovelis, kuriame dedama daugiasluoksnė filtruojanti medžiaga (pavyzdžiui, sinteponas). Iš inkubacinių aparatų išeinantis vanduo, nešantis organines medžiagas, patenka į filtrą ir pasiskirsto po didelį filtravimo porų plotą.

Ant šio paviršiaus vyksta organinių junginių nusodinimas. Nors plokštės reguliariai keičiamos (ryte ir vakare inkubavimo laikotarpiu ir daug kartų prieš išsiritant lervutėms) ir skalbiamos švariame vandenyje, ilgainiui jose išsivysto mikroorganizmų, tam tikru laipsniu utilizuojančių organinius junginius, biocenozė.

Prieš pat lervučių išsiritimą mechaninis filtras yra nuimamas, o išleidimo vamzdis padidinamas tiek, kad iš aparatų išnešamos lervutės būtų išleidžiamos su vandeniu į baseiną

vandens paviršiuje. Kartu į dugno angą įstatomas vertikalus vamzdelis, o ant išleidimo uždedamas žibintas, aptemptas kapronu. Žibinto paskirtis – praleisti vandenį ir sulaikyti lervutes.

Kai kurių žuvų, pavyzdžiui, šamų plėšikų, lervutės savarankiškai neiplaukia iš inkubavimo aparatų ir susikaupia aparato kūgyje, todėl jos su sifonu išpilamos iš aparato į baseiną. Baseine lervutės būna tol, kol nesibaigia išsiritimas ir jos nepradedą aktyviai kilti į paviršių. Paprastai baseine jos būna ne ilgiau kaip 2-3 paras po išsiritimo. Paskui lervutės samteliais, sifonais, indais perkeliamos į baseinų sistemas, skirtas jauniklių auginimui.

Jeigu inkubavimo aparatų stovė yra 10 Veiso arba Makdonaldo aparatų, kurių kiekvieno tūris – 12 l, tai bendras juose esančio vandens tūris – 0,12 m<sup>3</sup>.

Viename tokio tūrio aparate galima padėti inkubuoti iki 30 tūkst. eršketo ikrų, turint 10 aparatų – 300 tūkst. ikrų. Lervučių išėigai po inkubacijos esant 70 %, jų kiekis bus 210 tūkst. vnt.  $\left(\frac{300\text{tūkst.vnt.} \times 70\%}{100\%}\right)$ .

Lervučių dydis (7-9 mg) leidžia jas laikyti baseine 200 tūkst. vnt./m<sup>3</sup> tankiu. Reiškia, vandens tūris baseine turi būti apie 1 m<sup>3</sup>, vandens lygis – ne didesnis nei 20-25 cm. Tokiu atveju baseino matmenys gali būti 4 x 1 x 0,25 m; 3,2 x 1,5 x 0,2 m ir pan.

Viso inkubavimo periodo, išsiritimo periodo ir lervučių laikymo baseine periodų metu vanduo turi būti aktyviai aeruojamas purkštukais, kuriais iš kompresoriaus ateina oras.

Iš baseino vanduo teka toliau per dugno angą pro ultravioletinę lempą į siurblių.

Vandens apykaita inkubavimo aparate iš pradžių yra 1-1,5 l/min., antroje inkubavimo periodo pusėje išauga iki 5-7 l/min. Visuose dešimtyje aparatų vandens apykaita atitinkamai yra 10-15 l/min. ir 50-70 l/min. (skaičiuojant valandomis – 0,6-0,9 m<sup>3</sup>/val. ir 3-6 m<sup>3</sup>/val.). Siurblio našumas turi užtikrinti tokių reguliuojamų vandens sąnaudų pralaidumą.

Įvertinus tai, kad lervutės baseine būna trumpai, o vanduo nuolat keičiamas šviežiu, vandens dezinfekcijai pakanka vienos ultravioletinės lempos.

Antrasis variantas – inkubavimo sistema su absorbuojančiu įrenginiu Ji gali būti taikoma inkubuoti ikrus trumpą laikotarpį, kaip ir pirmame variante. Vanduo didžiąja dalimi apvalomas nuo embrionų metabolizmo produktų. Tačiau kai inkubuojama ilgą laiką (upėtakių, lašių, sykų, siūlapelekių vėgėlių ikrus), kai sistemos sudėtyje nėra biofiltro, šviežio vandens keitimas yra iki 20 %.

Skirtingai nuo pirmojo varianto, antrajame variante nėra nuimamo mechaninio filtro (tačiau jo naudojimas galimas). Papildomai atsiranda absorbcijos kolonėlė. Jos paskirtis – absorbuoti daugelyje jonų mainų dervų (aktyvuotos anglies, ceolito) porų cheminius elementus, medžiagų apykaitos produktus. Pirmiausia, amoniaką, laisvąsias aminorūgštis ir kt.

Ceolito, kuris yra aprobuotas naudoti inkubuojant upėtakių ikrus, taikymo ypatumas yra tam tikras rezultatų pablogėjimas, jeigu jis buvo naudojamas pirmomis 15-18 inkubavimo parų, esant 10<sup>0</sup>C temperatūrai. Nustatyta, kad šiuo periodu optimalu naudoti aktyvuotą anglį. Toliau naudojant ceolitą absorbuojančiu efektu galima sėkmingai inkubuoti iki lervučių išsiritimo. Tarp aktyvuotos anglies ir ceolito absorbcijos efekto skirtumų mažai, tačiau labai skiriasi kaina. Anglis yra gana brangi, o dažnas kolonėlės įkrovos keitimas labai pabrangina inkubavimo procesą. Ceolitas – gamtinis mineralas, žymiai pigesnis, galintis regeneruoti iškaitinus.

100 tūkst. upėtakio ikrų absorbcinės kolonėlės tūris yra 10 litrų. Ir aktyvuotos anglies įkrovos atveju, ir naudojant ceolitą, 100 tūkst. ikrų užima apie 10 litrų tūrį. Inkubuojant kitų žuvų rūšių ikrus, absorbcinės kolonėlės įkrovos tūris turi būti ne mažesnis nei inkubuojamų ikrų tūris.

Vienos anglies ir ceolito įkrovos naudojimo trukmė vidutiniškai yra 7-10 parų. Paskui įkrova turi būti keičiama. Būtina atsižvelgti į tai, kad angliai ir ceolitui reikalingas absorbuojančio mechanizmo paleidimo laikas. Anglį ir ceolitą reikia nuplauti ir užpilti švariu vandeniu, palikti 1-2 paroms, paskui vėl nuplauti, išpilti vandenį, suberti įkrovą į kolonėlę.

Jeigu inkubavimo aparatų stovė yra 10 Veiso aparatų, kurių kiekvieno tūris – 12 l, o bendras juose padėtų upėtakių ikrų kiekis yra 200 tūkst. ikrų, visas ikrų svoris yra apie 20 kg (apytiksliai – 20 litrų). Tuomet pirmosiomis 17-18 parų aktyvuota anglimi įkraunamos kolonėlės tūris bus 20 l. Toks pat ceolito tūris yra įkraunamas į kolonėlę po aktyvuotos anglies.

Baseino matmenys šiuo atveju turi būti tokie, kad būtų sukurta tam tikra vandens atsarga, vieta vandens keitimui, uždaro vandens tiekimo kontūro aprūpinimas inkubuojant ikrus. Rekomenduojamas inkubavimo aparatuose esančio vandens tūrio ir baseinų vandens tūrio santykis – 1:10-20. Tai yra, mūsų atveju: 0,12 m<sup>3</sup> vandens aparatuose ir 1,2-2,4 m<sup>3</sup> vandens baseine.

Inkubavimo sistemos su uždaru vandens tiekimo ciklu gali būti unifikuotos pagal technologinį mazgą – biofiltrą, užtikrinantį ne tik ilgesnę inkubacijos trukmę, bet ir suteikiantį galimybę po inkubacijos laikyti lervutes ir jas auginti.

### 3.3. poskyris. Mailiaus auginimo sistemos

Visą mailiaus auginimo periodą galima suskirstyti į:

- lervučių laikymą ir lervučių auginimą;
- lervučių auginimą iki mailiaus amžiaus;
- mailiaus auginimą.

Priklausomai nuo žuvų rūšies bei jų biologinių ir biotechninių ypatumų, mailiui auginti maksimaliai gali būti pritaikytos trijų konstrukcijų sistemos. Pagal nurodytą skirstymą –



minimaliai dvi. Pavyzdžiui, užauginus upėtakių lervutes iki mailiaus amžiaus (kai pasiekiamas 1 g svoris) pakanka, kad būtų pereinama į aukštesnį lygmenį – sodinamosios medžiagos auginimą.

Lervučių laikymo ir auginimo sistemų tikslingumas atitinka jų vystymosi ir elgsenos specifiką. Mažas lervučių dydis, galimybė baseinuose jas laikyti dideliais tankiais ir kartu nedideli baseinų bei kitų techninių mazgų matmenys nulemia šių paskirties sistemų objektyvų taikymą. Jose galima atlikti specifines biotechnines operacijas, susijusias su žuvų pratinimu prie gyvų ir dirbtinių startinių pašarų, baseinų valymą nuo ekskrementų, lervučių atliekų surinkimą.

Upėtakių, lašišų, eršketų lervutės pereina prie išorinio maitinimosi 8-12 parą po išsiritimo, o karpių, šamų plėšikų, tilapijų, starkių, lynų ir kitų šilumą mėgstančių žuvų lervutės – 2-3 parą po išsiritimo. Atitinkamai skirtingai pasiskirsto ir lervučių laikymo bei auginimo darbo sąnaudos. Upėtakių, lašišų, eršketinių lervučių laikymo ir auginimo sistemų eksploatavimo trukmė vidutiniškai yra apie 30 parų. Tokio amžiaus lervučių vidutinis svoris yra 200-300 mg. Šilumamėgių žuvų auginimo sistemų eksploatavimo trukmė gali būti nuo 20 iki 40 parų, kol pasiekiami anksčiau pateikti svorio rodikliai.

Sistemų, skirtų laikyti ir auginti lervutes, konstrukcijų ypatybės pavaizduotos Krenta į akis sistemų, kurias sudaro baseinai – loveliai, pasirinkimas. Lovelių konstrukcijoje numatyta, kad lervutės dar negali atlaikyti vandens tėkmės greičių, kurie baseinuose su centrine išleidimo anga paprastai yra ribiniai lervutėms. Loveliuose lervutės pasiskirsto tolygiau visame plote. Loveliai yra nedidelių matmenų ir aukščio, todėl jie gali būti komponuojami 2-3 aukštais, tada sumažėja sistemos užimamas plotas.

Eršketų lervučių laikymo ir auginimo pavyzdžiu pavaizduoti sistemos veikimo principai bei atlikti skaičiavimai. Sistemoje yra 64 baseinai. Kiekvieno iš jų dydis – 2 x 0,5 x 0,4 m. Vandens lygis – 0,2 m, vandens tūris 24 baseinuose – 4,8 m<sup>3</sup>. Iš baseinų vanduo patenka į mechaninį filtrą su stabiliu tinkliniu audeklu. Iš filtro išvalytas vanduo siurbliu paduodamas į biofiltrus. Biofiltro įkrova – granuliuotas polietilenas (skersmuo – 3 mm).

Į biofiltro korpusą įmontuotas hidraulinis liftas. Reguliariai atliekamas įkrovos barbotavimas oru, kuris tiekiamas iš orapūtės. Iš biofiltro vanduo patenka į ultravioletinės spinduliuotės įrenginį, toliau – į aeratorių, kuriame aktyviai barbotuojant vanduo yra prisotinamas oro. Iš aeratoriaus vanduo patenka į baseinus.

Baseinų plotas ir juose laikomo vandens tūris lemia lervučių laikymo tankį ir jų bendrą kiekį. Lervutes auginant iki 200-300 mg svorio, laikymo tankis yra 10000 vnt./m<sup>2</sup>. 24 m<sup>2</sup> plote (24 baseinai, kurių kiekvieno plotas – 1 m<sup>2</sup>) laikomų lervučių skaičius yra 240 tūkst. vnt. Lervučių, pasiekusių 200-300 mg svorį, išeiga yra apie 60 % arba 114 tūkst. vnt. Esant vidutinei 300 mg masei, visas lervučių svoris yra 43 kg. Kai pašaro paros norma yra 20 % lervučių svorio, pašaro kiekis bus apie 9 kg.

Įvertinant pasirinktos konstrukcijos biofiltro našumą pagal pašarus  $10 \text{ kg/m}^3$ , biofiltro įkrovos tūris bus  $0,9 \text{ m}^3$ . Kadangi iš viso yra 2 biofiltrai, tai kiekvieno iš jų įkrova bus  $0,45 \text{ m}^3$ . Pasirinkus standartinį granulių sluoksnio gylį  $0,8 \text{ m}$ , biofiltro cilindro skerspjūvio plotas bus  $0,6 \text{ m}^2$ .

Cilindro skersmuo:

$$D = \sqrt[2]{\frac{0,6 \times 4}{3,14}} = 0,8 \text{ m.}$$

Įkrovos tūrio ir likusio biofiltro tūrio santykis artimas 1:2. Bendras biofiltro tūris sudaro apie  $1,35 \text{ m}^3$ . Cilindro aukštis –  $2,4 \text{ m}$ , tinklinės sienelės aukštis galvutėje –  $0,5 \text{ m}$ .

Įvertinus tai, kad vandens tūris baseinuose yra  $4,8 \text{ m}^3$ , o baktericidinio įrenginio su viena ultravioletine lempa pralaidumas –  $3 \text{ m}^3/\text{val.}$ , tai statomas įrenginys su dviem lempomis.

Vandens aeracijos talpyklos tūris turi užtikrinti, kad sąlyčio su oru laikas būtų ne trumpesnis nei  $3 \text{ min.}$  Ši sąlyga patenkinama, kai talpyklos (cilindrinės arba stačiakampės) tūris yra  $0,3 \text{ m}^3$ . Analogiškai anksčiau aprašytiems aeratorių rodikliams, ant dugno išdėstyta daug vamzdelių su angomis, kurių skersmuo –  $1-2 \text{ mm}$ .

Lervučių auginimo iki mailiaus amžiaus sistemos schema ir jauniklių auginimo iki  $5-10 \text{ g}$  svorio sistemos schema pateiktos vadovėlyje.

Auginimas iki nurodytos masės tikslingas todėl, kad tokio amžiaus žuvims jau formuojasi pakankamai išsivystęs adaptacinis mechanizmas. Mailius tampa atsparesnis auginimo sąlygoms. Kaip ir ankstesnėje sistemoje, baseinai yra savaime išsivalantys, jų forma kvadratinė arba apvali.

### 3.4. poskyris. Jauniklių auginimo sistemos

Sodinamosios medžiagos (jauniklių) auginimas – tai kitas gamybinio proceso etapas po mailiaus auginimo. Anksčiau buvo pagrįsti ir siekiami tikslai. Mailiaus išsivysčiusios adaptacinės sistemos formavimasis leidžia sodinamajai medžiagai taikyti visą kompleksą intensyvavimo priemonių. Pats pavadinimas „sodinamoji medžiaga“ pasako apie šios vienodo amžiaus grupės paskirtį vėlesniam prekiniam auginimui.

Todėl svarbu, kad prekinio auginimo pradžioje sodinamoji medžiaga pasiektų nustatytą dydį ir būtų fiziologiškai visavertė. Todėl sodinamosios medžiagos auginimo etape taikomi tokie laikymo tankiai, kurie daugeliui žuvų rūšių leidžia pasiekti žuvų produkcijos dydį iki  $50-100 \text{ kg/m}^3$  (šamams plėšikams – iki  $600 \text{ kg/m}^3$ ).

Auginant sodinamąją medžiagą svarbu pasiekti reikiamą žuvų dydį ir svorį. Tai lemia auginimo laiką (trukmę), auginimo technologijos pasirinkimą. Pavyzdžiui, UR sistemoje upėtakį

nuo 1 g galima užauginti iki prekinio per 8 mėnesius. Taigi per metus galima atlikti 1,5 prekinio upėtakio auginimo ciklo. Sodinamoji medžiaga bus 1 g mailius.

Tačiau jeigu upėtakio sodinamosios medžiagos svoris – 20 g, tai 300-400 g prekinę masę upėtakis pasieks per 4 mėnesius. O tokių užbaigtų ir visaverčių ciklų (vertinant pagal galutinę produkciją) per metus bus galima atlikti 3.

Todėl konkrečios sąlygos, kurios keliamos auginant sodinamąją medžiagą, lemia šio dydžio ir svorio žuvų grupės auginimo sistemos konstrukcinius ypatumus ir matmenis.

Upėtakių sodinamosios medžiagos, kurios vidutinė masė – 20 g, auginimo sistema skaičiuojama 100 tūkst. vnt. žuvų auginimui. Tokio kiekio pakanka užauginti 30-35 tonas prekinį porcijinių upėtakių, kurių vidutinė masė – 400 g. Nusprendus į sistemą paleisti 1 g svorio mailių, jo reikės 125 tūkst. vnt. ( $\frac{100\text{tūkst.vnt.} \times 100\%}{80\%}$ ), nes žinoma, kad 20 g svorio sodinamosios medžiagos išlieka 80 %. Bendra sodinamos žuvies masė – 125 kg, užbaigus auginimo etapą jos bus 2000 kg (100 tūkst. vnt. x 20 g). Taigi sodinamosios medžiagos masės prieaugis sudarys 1875 kg.

Remiantis šiais duomenimis galima apskaičiuoti reikalingo deguonies kiekį. Skaičiuojant, kad 1,5 kg deguonies sunaudojama 1 kg žuvies masės prieaugiui, techninio deguonies, pagaminamo, pavyzdžiui, deguonies generatoriumi, poreikis sudarys: 1875 kg x 1,5 kg = 2812 kg

Tarkim, kad sodinamosios medžiagos auginimo etapo trukmė – 90 parų (3 mėnesiai), tai vidutinis valandinis deguonies poreikis sudarys:  $\frac{2812\text{kg}}{90\text{sav.} \times 24\text{val}} = 1,3 \text{ kg}$ .

Įvertinus žuvų deguonies suvartojimo per parą nevienodumą, tikslinga turėti 1,5 karto didesnės galios deguonies generatorių – iki 2 kg/val. Pagal tokį pagaminamo deguonies našumą reikia parinkti generatorių.

Biofiltro matmenis ir tūrį reikėtų skaičiuoti pagal maksimalią žuvies masę sistemoje baigiamuoju etapu ir atitinkamai maksimalią absoliučią suvartojamo pašaro paros dozę.

20 g upėtakiui pašaro paros dozė, esant 18<sup>0</sup>C temperatūrai, yra 3 % žuvies masės. Tai reiškia, kad per parą bendrai 2000 kg žuvies masei sušeriama 60 kg pašaro. Kyla klausimas, kokį biofiltrą reikia pasirinkti, norint išvalyti vandenį nuo žuvų metabolizmo produktų, kurie išskiriami suėdus tokį kiekį pašaro? Galima išnagrinėti du variantus: lašelinio filtro, kurio pajėgumas pagal pašarą – 1 kg per parą m<sup>3</sup> nešėjų; ir bioreaktoriaus, kurio pajėgumas pagal pašarą – 20 kg m<sup>3</sup> per parą.

Nešėjų tūris (kasečių su vertikaliais gofruotais vamzdeliais) sudaro 60 m<sup>3</sup> ( $\frac{60\text{kg pašaro}}{1\text{kg/m}^3}$ ).

Jeigu kasetės dydis yra  $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}^3/\text{kg}$ , tai jų kiekis bus 60 vnt. Sakykime, kad apatinio ir viršutinio perimetrų matmenys yra  $6 \times 1 \text{ m}$ , tai kasečių eilių kiekis vertikaliai bus 5. Bendras lašelinio filtro aukštis, įskaitant viršutinį lataką su angomis, bus apie 5,5 m.

Lašelinį filtrą perėjęs vanduo surenkamas priėmimo baseine. Baseino eksploatavimas galimas arba savitakiu režimu, kai vandens lygis priėmimo baseine yra aukštesnis nei žuvų baseine, arba vandens iš priėmimo baseino suslėgimo siurbliu režimu, toliau jį siunčiant per vamzdžius ir kai kuriuos techninius mazgus link baseinų su žuvimi. Siūlomoje schemoje priėmimo baseine siurblys privalomas. Vienu atveju paimama  $1/3$  cirkuliuojančio vandens ir praleidžiama per oksigenatorių. Kitu atveju paimamas visas vandens tūris ir praleidžiamas per oksigenatorių, ultravioletines lempas ir toliau, į baseinus su žuvimi.

Tokia schema su dviem siurbliais (vienas – mechaniniame filtre) naudojama praktikoje, tačiau šiuo atveju reikalingas tikslus reguliavimas, užtikrinantis jų veikimo sinchroniškumą. Mažose sistemose siurblių veikimo asinchroniškumas gali būti kompensuojamas perpilant dalį vandens iš priėmimo baseino į mechaninį filtrą.

Auginant sodinamąją medžiagą, laikymo tankis nustatomas etapo pradžioje. Jeigu planuojama  $20 \text{ g}$  sodinamosios medžiagos išeiga sudaro  $80 \%$ , o laukiamas produkcijos dydis –  $50 \text{ kg}/\text{m}^3$ , tai laikymo tankį galima apskaičiuoti pagal formulę:

$$A_p = \frac{p \times 100}{(B-b)P}, \text{ kur}$$

$A_p$  – laikymo tankis,  $\text{vnt.}/\text{m}^3$

$p$  – žuvies produkcija,  $\text{kg}$

$B$  – galutinė žuvų masė,  $\text{kg}$

$b$  – pradinė žuvų masė,  $\text{kg}$

$P$  – sodinamosios medžiagos išeiga (išlikimas),  $\%$

$$A_p = 3300 \text{ vnt.}/\text{m}^3$$

Norint patalpinti 125 tūkstančius  $1 \text{ g}$  svorio upėtakio mailiaus baseinuose reikia apie  $40 \text{ m}^3$  vandens:  $\left(\frac{125000 \text{ vnt.}}{3300 \text{ vnt.}/\text{m}^3}\right)$ .

Optimalus vandens gylis baseinuose šio dydžio ir amžiaus grupei –  $0,6\text{-}0,8 \text{ m}$ . Pasirinkus vandens gylį  $0,8 \text{ m}$ , baseinų plotas bus  $50 \text{ m}^2 \left(\frac{40 \text{ m}^3}{0,8 \text{ m}}\right)$ .

Auginant tokio dydžio sodinamąją medžiagą, įvertinus dažną rūšiavimą, pageidautina naudoti baseinus, kurių dydis  $1,5 \times 1,5 \times 1,2 \text{ m}$ . Reikalingas tokių baseinų kiekis –  $22 \text{ vnt.}$   $\left(\frac{50 \text{ m}^2}{2,25 \text{ m}^2}\right)$ .



Vandens tūris baseinuose ( $40 \text{ m}^3$ ), įvertinus valandinę vandens apykaitą, lemia vandens, praeinančio per mechaninį filtrą, sąnaudas –  $40 \text{ m}^3/\text{val}$ . Gali būti naudojamas mechaninis filtras su stabiliu filtruojančiu tinkliniu audeklu, kurio akutės dydis – 200 mikronų.

Iš kameros, esančios po tinklu, išfiltruotas vanduo siurbliu, kurio našumas –  $40 \text{ m}^3/\text{val}$ ., tiekiamas į viršutinį biofiltro lataką. Mechaninio filtro matmenys –  $1,5 \times 1 \times 1,2 \text{ m}$ .

Perėjęs iš viršaus į apačią gofruotų vamzdelių paviršiumi, vanduo nuteka į priėmimo baseiną, kurio dydis  $10 \times 2 \times 2 \text{ m}$  (kai filtro pagrindo plotas  $20 \text{ m}^2$ ). Iš priėmimo baseino 1/3 vandens tūrio siurbliu nukreipiama į oksigenatorių, kurio kameros tūris yra 200-300 litrų. O 2/3 vandens tūrio teka per kasetinį ultravioletinės spinduliuotės įrenginį. Kasetiniame įrenginyje sumontuota 14 ultravioletinių lempų. Už kasetinio įrenginio susijungia 2 srautai: vienas – iš oksigenatoriaus, antras – po dezinfekcijos. Toliau vandens srautas pasiskirsto į baseinus su žuvimi.

Didelį efektą duoda vandens, perėjusio oksigenatorių bei baktericidinį įrenginį, kryptis.

Kai naudojamas bioreaktorius, 3 mm polietileno nešėjų granulių tūris sudaro  $3 \text{ m}^3$  ( $\frac{60 \text{ kg pašaro}}{20 \text{ kg pašaro}/\text{m}^3}$ ).

Orientuojantis į anksčiau atliktus skaičiavimus, tikslinga šį granulių tūrį padalinti dviem biofiltrams. Įkrovos tūrio ( $1,5 \text{ m}^3$ ), talpinamo bioreaktoriaus cilindre, esant 0,8 m gyliui, užimamas skersinio pjūvio plotas bus  $1,9 \text{ m}^2$  ( $\frac{1,5 \text{ m}^3}{0,8 \text{ m}}$ ).

Cilindro skersinio pjūvio skersmuo bus:  $\sqrt{\frac{1,9 \text{ m}^2 \times 4}{3,14}} = 1,6 \text{ m}$ .

Bioreaktoriaus cilindro aukštį sudaro granulių sluoksnis (0,8 m) ir dvigubas jo viršijimas (1,6 m). Bendras cilindro aukštis su kūginio dugnu bus 2,4 m. Viršutinės galvutės sienelių aukštis – 0,5 m, bioreaktoriaus aukštis – 2,9 m. Bioreaktoriaus cilindro tūris, apimantis granulių sluoksnį ir laisvą vandens tūrį, – apie  $4 \text{ m}^3$ . Dviejų reaktorių tūris – apie  $8 \text{ m}^3$ .

Iš bioreaktorių vanduo patenka į degazatorių, kurio tūris parenkamas įvertinus vandens perėjimo laiką (jis turi būti ne trumpesnis nei 3 min.). Esant vandens sąnaudoms  $40 \text{ m}^3/\text{val}$ ., degazatoriaus tūris bus  $2 \text{ m}^3$ . Matmenys gali būti  $2 \times 1 \times 1,2 \text{ m}$ .

Degazatoriaus skyriuje, aplink išleidimo angą, yra erdvė, kurią užima pakylantis iš apatinės pertvaros dalies angos pusės vandens srautas, atitverta ultravioletinių lempų eilėmis (14 lempų). Iš degazatoriaus išėjęs dezinfekuotas vanduo patenka į magistralinį vamzdį. Apatinėje vamzdžio dalyje yra išėjimo anga į „stiklinę“, į kurią nukreipiama dalis vandens. Nuo stiklinės dugno vanduo siurbliu tiekiamas į oksigenatorių. Perėjęs oksigenatorių, vanduo susijungia su pagrindiniu vandens srautu ir pasiskirsto į baseinus su žuvimi.

### 3.5. poskyris. Prekinės žuvies auginimo sistemos

Tai pačios didžiausios pagal cirkuliuojančio vandens tūrį ir pagrindinių techninių mazgų matmenis sistemos. Kyla klausimas, ar yra prekinės žuvies auginimo sistemos matmenų apribojimai? Ar tikslinga statyti sistemas, kurių galingumas pagal išauginamą žuvį yra apie 1000 tonų?

Norint patikrinti, kiek tai įmanoma, reikia apskaičiuoti vamzdžių, kuriais vanduo teka iš siurblių (slėginiai vamzdžiai), ir beslėgių vamzdžių, esančių savitakio vandens tiekimo dalyse, skersmenis:

$$D = 2 \times \sqrt{\frac{P}{V p \pi}}, \text{ kur}$$

D – vamzdžio skersmuo, m,

P – vandens sąnaudos vamzdyje, kg/s,

p – vandens savitasis tankis, kg/m<sup>3</sup>,

V – vandens tekėjimo greitis, m/s,

$\pi$  - skaičius „pi“.

Jeigu žuvies produkcija, auginant upėtakius, sudaro 120 kg/m<sup>2</sup>, tai žuvies masės santykis su vandens mase (tūriu) baseine yra 1:8. Ūkio našumo 1000 t atveju, vandens masė (tūris) bus 1000 t žuvies – 8000 t (m<sup>3</sup>) vandens. Slėginiame vamzdyje vandens sąnaudos bus 2222 kg<sup>3</sup>/s. ( $\frac{8000000kg}{3600sek.}$ ).

Vandens srauto (tėkmės) greitis slėginiame vamzdyje bus 3-5 m/s. Šiuo atveju vamzdžio skersmenį skaičiuosime, kai srauto greitis 5 m/s. Savitasis vandens tankis – 1000 kg/m<sup>3</sup>,  $\pi = 3,14$ .

Įrašę šias reikšmes į formulę, gausime:

$$D = 2 \times \sqrt{\frac{2222kg/sek.}{5 \times 1000 \times 3,14}} = 0,76 \text{ m arba } 760 \text{ mm.}$$

Tai reiškia, kad slėginio vamzdžio skersmuo bus 760 mm.

Beslėgiame vamzdyje vandens srauto (tėkmės) greitis yra 0,3-0,5 m/s. Šiuo atveju vamzdžio skersmenį skaičiuosime, kai srauto greitis bus 0,5 m/s. Reikia įvertinti vamzdžio užpildymą vandeniui esant jos savitakiui tekėjimui. Jeigu savitakis judėjimas yra 50 %, tai pagal formulę gautą rezultatą reikia padauginti iš 2. Jeigu 3/4, tai padauginti iš 1,25.

Beslėgio vamzdžio visiškai užpildyti vandeniui neįmanoma. Beslėgių vamzdžių magistralėje reikia įrengti ventiliacines šachtas, kad iš tekančio vandens į atmosferą būtų pašalinami dujų burbuliukai.

Šiuo atveju laikysime, kad užpildymas vandeniū yra 50 %. Tuomet beslėgio vamzdžio skersmuo prieš ultravioletinės spinduliuotės įrenginį ir po jo bus:

$$D = 2 \times 2 \times \sqrt[2]{\frac{2222}{0,5 \times 100 \times 3,14}} = 4,8 \text{ m arba } 4800 \text{ mm (kai vanduo visiškai užpildo}$$

vamzdį).

Atlikime analogiškus skaičiavimus, kai auginama 100 t upėtakių ir 100 t šamų.

Pirmuoju atveju slėginio vamzdžio skersmuo bus:

$$D = 2 \sqrt[2]{\frac{222}{5 \times 1000 \times 3,14}} = 0,24 \text{ m arba } 240 \text{ mm.}$$

Beslėgio vamzdžio skersmuo:

$$D = 2 \times 2 \sqrt[2]{\frac{222}{0,5 \times 1000 \times 3,14}} = 1,52 \text{ m arba } 1520 \text{ mm.}$$

Kai vanduo užpildo vamzdį visiškai, skersmuo bus 760 mm.

Antrajam atvejui slėginio vamzdžio skersmuo bus:

$$D = 2 \sqrt[2]{\frac{28}{5 \times 1000 \times 3,14}} = 0,08 \text{ m arba } 80 \text{ mm.}$$

Beslėgio vamzdžio skersmuo:

$$D = 1,25 \times 2 \sqrt[2]{\frac{28}{0,5 \times 1000 \times 3,14}} = 0,46 \text{ m arba } 460 \text{ mm.}$$

Kaip matyti iš šių skaičiavimų, vamzdžių skersmenis 100 t prekinių šamų auginimui galima laikyti priimtinais. Vamzdžių skersmens, apskaičiuoto 100 t prekinių upėtakių auginimui, naudojimas keltų problemų.

Atsižvelgiant į tai, kyla klausimas: mažinti sistemos matmenis ar atlikti konstrukcinius techninių mazgų sudėties ir komponavimo pakeitimus? Pavyzdžiui, 100 t upėtakių auginimo sistemoje galima išskirti keturias baseinų grupes. Kiekvienoje grupėje galima auginti po 25 t upėtakių. Jų visų bendras techninis mazgas bus mechaninis filtras, kurio technologinio vandens pralaidumo pajėgumas – 800 m<sup>3</sup>/val. Išfiltruotas vanduo nutekės į bendrą priėmimo baseiną, iš kurio keturiais siurbliais bus paduodamas į keturias biofiltrų grupes. Iš biofiltrų vanduo pateks į bendrą degazatorių, iš kurio bus paskirstomas į keturias baseinų grupes.

Todėl slėginio vamzdžio skersmenį reikia apskaičiuoti pagal 200 t (m<sup>3</sup>) vandens pralaidumą per valandą. Šiuo atveju vamzdžio skersmuo bus:

$$D = 2 \sqrt[2]{\frac{55,5}{5 \times 1000 \times 3,14}} = 0,12 \text{ m arba } 120 \text{ mm.}$$

Beslėgio vamzdžio skersmuo, esant 3/4 tūrio užpildymui, bus:

$$D = 1,25 \times 2 \sqrt[2]{\frac{55,5}{0,5 \times 1000 \times 3,14}} = 0,45 \text{ m arba } 450 \text{ mm.}$$



Dar vienas dalykas, kurį reikia paminėti, susijęs su oksigenatorių matmenimis ir įrengimo vieta. Deguonies maišytuvai montuojami prie kiekvieno baseino. Per juos savitakiai leidžiant vandenį, slėgis, kurį sukuria į deguonies maišytuvo kamerą tiekiamas deguonis, bus nepakankamas, kad įėjime į baseiną būtų sukurta didesnė nei 80-100 % deguonies prisotinimo koncentracija. Esant dideliems žuvų laikymo tankiams, tokio slėgio nepakaks. Todėl į deguonies maišytuvą siurbliu turi būti tiekiamas santykinai nedidelis vandens srautas, kurio sąnaudų rodiklis yra nuo 20 iki 30 % bendro vandens tūrio, patenkančio į baseinus.

Apie racionalius prekinės žuvies auginimo sistemų apribojimus buvo kalbėta anksčiau. Tačiau šį klausimą galima panagrinėti kitaip, t.y. skaičiavimus atlikti orientuojantis į maksimalius gaminamų vamzdžių, siurblių, oksigenatorių ir pan. matmens. Žinoma, kad serijiniu būdu gaminamų PVC vamzdžių maksimalus skersmuo – 1000 mm. Mentiniai siurbliai (horizontalūs) būna iki 1000 m<sup>3</sup>/val. pajėgumo. O vertikalųjų siurblių geriau išreikšti našumo, masės ir suvartojamos elektros energijos grįžtamieji ryšiai (našumas didesnis, masė ir elektros energijos sąnaudos mažesnės) nei horizontaliųjų.

Pats didžiausias beslėgių vamzdžių, kuriais teka vanduo, skersmuo, pavyzdžiui, dalyje nuo biofiltro iki degazatoriaus, yra skirstomosiose talpyklose. Nuo baseinų iki mechaninio filtro ir kitose dalyse, kuriose vanduo teka be slėgio, esančių vamzdžių skersmuo parenkamas pagal sistemų konstrukcinius ypatumus. Imant kaip pagrindą 1000 mm (1 m), galima nustatyti, koks vandens kiekis bus URS baseinuose, arba kokios vandens sąnaudos sistemoje:

$$P = \frac{\pi D^2 V p}{4}, \text{ kur}$$

P – URS vandens sąnaudos, kg(m<sup>3</sup>) s,.

D – beslėgio vamzdžio skersmuo, m,

V – vandens srauto tekėjimo greitis beslėgiame vamzdyje, m/s,

p – savitasis vandens tankis, kg/m<sup>3</sup>

$$P = \frac{3,14 \times 1m^2 \times \frac{0,5m}{sek} \times 1000kg/m^3}{4} = 392,5 \text{ kg/s arba } 1272 \text{ m}^3/\text{val.}$$

Kadangi slėginiu vamzdžiu vanduo teka greičiau, nei beslėginiu, šio pralaidumas turi būti didesnis.

Žinant vandens sąnaudas UR sistemoje, galima apskaičiuoti sistemos techninių mazgų matmenis ir joje išauginamos žuvies kiekį.

Baseinuose cirkuliuojančio vandens tūrį galima nustatyti pagal vandens sąnaudas slėginiame vamzdyje. Sąnaudos yra 1272 m<sup>3</sup>/val. Auginant prekinę žuvį, vandens gylis baseinuose dažniausiai yra 1 m. Tokiu atveju baseinuose vandens bus 1272 m<sup>2</sup>.



Sakykime, kad šioje sistemoje auginamos tilapijos, kurios yra visaėdės žuvys ir efektyviai valo baseinų sienelės nuo apaugimo. Todėl tilapijoms galima naudoti stačiakampius baseinus, pavyzdžiui, 5 x 2,4 x 1,2 m dydžio. Vieno baseino plotas – 12 m<sup>2</sup>, visų baseinų plotas – 1272 m<sup>2</sup>, jų kiekis – 106 vnt. ( $\frac{1272m^2}{12m^2}$ ).

Toliau galima apskaičiuoti biofiltro valymo pajėgumą ir jo matmenis.

Tarkime, kad 106 baseinuose per 12 mėnesių auginamos tilapijos nuo 20 g svorio sodinamosios medžiagos iki 1000 g svorio prekinės masės. Planuojamas žuvų produkcijos kiekis – 200 kg/m<sup>2</sup>(m<sup>3</sup>). Iš viso 1272 m<sup>2</sup> plote bus užauginta 254 tonos prekinės žuvies, kurios vidutinė vieneto masė 1 kg.

Pašaro paros dozė baigiamajame auginimo etape, kai žuvų masė maksimali, sudaro 0,7 % žuvies svorio arba 1778 kg ( $\frac{254000 \times 0,7\%}{100\%}$ ).

Jeigu biofiltro įkrova bus šepėčiai (ežiai), kurių savitasis paviršius – iki 900 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, ir reguliariai bus atliekamas barbotažas (regeneravimas), tai filtro pajėgumas pagal pašarą bus maksimaliai 8 kg/m<sup>3</sup> per parą. Šiuo atveju biofiltro įkrovos tūris pagal pašarą bus 222 m<sup>3</sup> ( $\frac{1778kg}{8kg/m^3}$ ).

Hidrodinaminis vandens perėjimas per šepėčius (ežius) lengvesnis nei per granuliuoto polietileno sluoksnį, todėl pasirinktos biofiltro įkrovos tipo sluoksnio storį galima padidinti iki 1,5 m. Biofiltro aukštį tikslinga parinkti ne mažesnę nei 6 m (iki vertikalios galvutės). Šiuo atveju pasiekiamas dar vienas efektas – atsiranda galimybė naudoti oksigenatorių be slėgio. 6 m biofiltrui racionalu parinkti cilindro skersmenį iki 3 m. Šiuo atveju cilindro skersinio pjūvio plotas bus 7 m<sup>2</sup> ( $\frac{3,14 \times 9m^2}{4}$ ).

Įkrovos tūris – 10,5 m<sup>3</sup> (7 m<sup>2</sup> x 1,5 m). Bendras biofiltrų kiekis – 21 vnt.

Įvertinant bendrą biofiltro cilindro aukštį (6 m), įkrovos sluoksnio storį (1,5 m), kūginį dugno su 45<sup>0</sup> nuolydžio kampu, bendras biofiltro tūris bus: 10,5 m<sup>3</sup> (įkrovos tūris) + 24,5 m<sup>3</sup> (cilindro tūris tarp įkrovos sluoksnio ir korpuso pagrindo) + 3,5 m<sup>3</sup> (kūgio tūris) = 38,5 m<sup>3</sup>.

Suminis visų biofiltrų tūris bus 808,5 m<sup>3</sup>. Bendras biofiltrų įkrovos tūris – 220,5 m<sup>3</sup>.

Toliau galima pasirinkti du biofiltrų ir vandens nuvedimo sistemos vamzdžių komponavimo variantus.

Pirmasis, kai vanduo iš biofiltrų surenkamas į bendrą kolektorių, kurio skersmuo apie 1000 mm, nuvedantį vandenį į vieną bendrą degazatorių. Antrasis, kai vanduo teka į biofiltrą ir išteka į baseinų grupę.

Pirmojo varianto sistemos schema pateikta vadovėlyje.

Vanduo, perėjęs baseinus, patenka į beslėgius vamzdžius. Kadangi schemoje baseinai sugrupuoti į tris grupes, tai iš kiekvienos grupės išleidžiama  $424 \text{ m}^3$  vandens per valandą. Iš kiekvieno baseino  $20 \text{ m}^3/\text{val.}$  Norint perleisti tokias vandens sąnaudas, reikės vamzdžių, kurių skersmuo:

$$D 424 \text{ m}^3/\text{val.} = 2 \times \sqrt{\frac{424000 \text{ kg/val} (117,8 \text{ kg/sek})}{0,5 \text{ m/sek} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 3,14}} = 0,56 \text{ m arba } 560 \text{ mm.}$$

$$D 20 \text{ m}^3/\text{val.} = 2 \times \sqrt{\frac{20000 \text{ kg/val} (5,6 \text{ kg/sek})}{0,5 \text{ m/sek} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 3,14}} = 0,12 \text{ m arba } 120 \text{ mm.}$$

Skaičiavimų rezultatai parodo, kad baseinų išleidimo vamzdžių skersmuo – 120 mm, o kiekvienos grupės išleidimo kolektoriaus skersmuo – 560 mm.

Bendro kolektoriaus, talpinančio srautą iš visų trijų baseinų grupių ir nuvedančio vandenį į mechaninį filtrą, skersmuo yra:

$$D 1272 \text{ m}^3/\text{val.} = 2 \times \sqrt{\frac{1272000 \text{ kg/val} (353 \text{ kg/sek})}{0,5 \text{ m/sek} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 3,14}} = 0,96 \text{ m arba } 960 \text{ mm.}$$

Kadangi būgninių ir diskinių filtrų maksimalus pralaidumas atitinkamai gali siekti 1800 ir  $3600 \text{ m}^3/\text{val.}$ , tai norint perleisti nurodytas vandens sąnaudas ( $1272 \text{ m}^3/\text{val.}$ ) užtenka vieno mechaninio filtro. Išfiltruotas vanduo surenkamas į baseiną, kurio dydis nustatomas, laikant tikslingu sutalpinti 2 % URS vandens sąnaudų arba  $25 \text{ m}^3$ .

Iš baseino vanduo siurbliu tiekiamas į biofiltrus. Vandens paskirstymas gali būti atliekamas ir pagal biofiltrų grupes, pavyzdžiui, po 4 vnt. Kiekvienoje grupėje yra 5 biofiltrai, tik vienoje – 6. Šiuo atveju bendras vandens, patenkančio į biofiltrus, sąnaudas reikia padalinti iš 4:  $1272 : 4 = 318 \text{ m}^3/\text{val.}$  Tai yra vandens sąnaudos kiekvienai baseinų grupei. Šioms sąnaudoms vamzdžio skersmuo turi būti toks:

$$D 318 \text{ m}^3/\text{val.} = 2 \times \sqrt{\frac{318000 \text{ kg/val} (88,3 \text{ kg/sek})}{5 \text{ m/sek} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 3,14}} = 0,15 \text{ m arba } 150 \text{ mm.}$$

Maketuojant reikia tvarkyti formulę

Slėginio vamzdžio, kuriuo vanduo teka tiesiogiai iš mechaninio filtro baseino, skersmuo yra:

$$D 1272 \text{ m}^3/\text{val.} = 2 \times \sqrt{\frac{1272000 \text{ kg/val} (353,3 \text{ kg/sek})}{5 \text{ m/sek} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 3,14}} = 0,3 \text{ m arba } 300 \text{ mm.}$$

Vamzdžio atšakos į kiekvieną biofiltrą skersmuo skaičiuojamas įvertinant sąnaudas  $63,6 \text{ m}^3/\text{val.}$  ( $\frac{318 \text{ m}^3/\text{val}}{5 \text{ biofiltrai}}$ ):

$$D 63,6 \text{ m}^3/\text{val.} = \sqrt{\frac{63600 \text{ kg/val} (17,7 \text{ kg/sek})}{5 \text{ m/sek} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 3,14}} = 0,068 \text{ m arba } 68 \text{ mm.}$$

Iš biofiltro vanduo surenkamas į grupių kolektorius, kuriais vanduo nuvedamas į degazatorių. Beslėgės atšakos, einančios nuo biofiltro iki degazatoriaus, vamzdžio skersmuo vienai biofiltrų grupei bus:

$$D \ 318 \text{ m}^3/\text{val.} = \sqrt{\frac{318000 \text{ kg/sek} (17,7 \text{ kg/sek})}{5 \text{ m/sek} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 3,14}} = 0,15 \text{ m arba } 150 \text{ mm.}$$

Vanduo iš keturių grupių kolektorių surenkamas į bendrą, nuvedantį į degazatorių. Jo skersmuo buvo nustatytas anksčiau, skaičiuojant vandens nuvedimą į mechaninį filtrą, o jo skersmuo lygus 960 mm.

Degazatoriaus, per kurį vanduo turi tekėti ne trumpiau kaip 3 minutes, tūris bus apie 40 m<sup>3</sup> ( $\frac{1272 \text{ m}^3/\text{val} \times 3\%}{100\%}$ ).

Degazatorius padalintas į du skyrius kaip anksčiau aprašytoje skirtingų konstrukcijų sistemoje. Šiuo atveju galima laikyti, kad jo gabaritiniai matmenys bus: 3 x 2 x 6,5 m. Skyrius, kuriame surenkamas vanduo iš biofiltrų, bus 2 m ilgio, skyrius, iš kurio vanduo bus tiekiamas į oksigenatorių, – 1 m ilgio. Į šį skyrių vanduo pateks per apatinę angą pertvaroje, o išleidžiamas – per viršutinę angą, kurios skersmuo 960 mm ir prie kurios tvirtinamas tokio pat skersmens vamzdis. Apatinės dalies vamzdis įeina į oksigenatoriaus galvutę. Oksigenatoriaus aukščio matmenys artimi 4 m, pločio (skersmens) – 3 m. Slėgis, kurį oksigenatoriuje sukuria vandens srautas, lygus apie 0,5 bar (5M atmosferinio stulpelio). Atitinkamai, deguonies, tiekiamo į oksigenatoriaus kamerą, slėgis turi išlyginti vandens slėgį ir užtikrinti vandens, prisotinto deguonies, išstūmimą link baseinų.

Oksigenatorių perėjusio vandens srautas pagal baseinų grupes dalijamas į tris atšakas. Vandens sąnaudos kiekvienoje atšakoje yra 424 m<sup>3</sup>/val. Vamzdžio skersmuo – 560 mm. Prieš kiekvieną baseinų grupę vanduo pereina per ultravioletinės spinduliuotės įrenginį, susidedantį iš 141 ultravioletinės lempos (3 kasetinių 530 mm skersmens įrenginių, kurių kiekviename yra iki 50 lempų).

Išdėstymo ir eksploataavimo požiūriu ekonomiškiau yra sumontuoti ultravioletines lempas degazatoriaus vandens nuvedimo skyriuje.

Vanduo į kiekvieną baseiną nuvedamas 120 mm skersmens vamzdžiu.

Visi baseinai pagal biofiltrų kiekį santykinai padalijami į 21 grupę po 5 penkis baseinus. Prie kiekvieno biofiltro išėjimo angos yra pastatytas oksigenatorius (kamos tūris – 900 l), o po juo yra ultravioletinės spinduliuotės įrenginys (10 ultravioletinių lempų –  $\frac{30 \text{ m}^3/\text{val}}{3 \text{ m}^3/\text{val}}$ ). Biofiltrą perėjęs vanduo surenkamas į bendrą kolektorių sistemą ir paskirstomas į baseinus. Baseinų gabaritų, mechaninio filtro, vamzdžių matmenys tokie patys kaip ir prieš tai buvusiame variante. Kai kurių konstrukcijų UR sistemose ultravioletinis įrenginys išdėstomas tiesiog galinėje

vamzdžio, tiekiančio į baseiną vandenį, šakos dalyje. Tačiau kyla klausimas, kiek tai yra priimtina vertinant pagal dezinfekcinį efektą. Akivaizdu, kad jeigu vandens tūris baseine yra iki  $3 \text{ m}^3$ , toks ultravioletinio įrenginio išdėstymas yra galimas. Jeigu vandens tūris didesnis, tikėtina, kad, siekiant užtikrinti būtiną per įrenginį perleidžiamo vandens tūrį, didinami atstumai nuo korpuso vidinės sienelės iki ultravioletinės lempos išorinės sienelės. Tačiau tokiu atveju slopinamasis ultravioletinio spinduliavimo poveikis bus mažesnis.

Žuvų auginimo ūkiuose rekomenduojama naudoti UR sistemų, skirtų auginti 5-6 tonas stambių eršketų (rusiškųjų arba Sibiro), konstrukcijas.

Jei vidutinė prekinio eršketo masė yra 2 kg, o bendra produkcija – 6000 kg, tai žuvų skaičius bus 3000 vnt. Kai prekinų eršketų išlikimas nuo 1 g mailiaus yra 70 %, mailiaus kiekis bus apie 4300 vnt. Produkcijos išeigai esant  $100 \text{ kg/m}^2$ , kai vandens lygis 1 m, galima apskaičiuoti būtiną vandens tūrį baseinuose:  $60 \text{ m}^3 \left( \frac{6000 \text{ kg}}{100 \text{ kg/m}^3} \right)$ .

Vandens paviršiaus plotas juose –  $60 \text{ m}^2$ . 1 g mailiaus laikymo tankis – 72 vnt./ $\text{m}^2$ . Tai – akivaizdžiai retas laikymo tankis, tačiau esant tokiam tankiui galima užauginti didesnes žuvis. Šiame jauniklių auginimo iki 100 g masės etape vandens gylis baseinuose turi būti 0,4-0,5 m, paskui jis didinamas iki 1 m.

Paros šėrimo dozė, nustatanti maksimalią žuvų metabolizmo produktų apkrovą biofiltrui, 2 kg eršketams yra 1 % jų masės. Svorio išraiškoje tai 60 kg pašaro  $\left( \frac{6000 \text{ kg} \times 1\%}{100\%} \right)$ .

Pasirinkus biofiltrą su 3 mm polietileno įkrova ir reguliaria įkrovos regeneracija barbotuojant oru, valymo pajėgumas pagal pašarą bus  $10 \text{ kg/m}^3$  per parą.

Todėl reikalingas biofiltro įkrovos tūris bus  $6 \text{ m}^3 \left( \frac{60 \text{ kg}}{10 \text{ kg/m}^3} \right)$ .

Tariant, kad biofiltro cilindro skersmuo – 3 m, aukštis – 6 m, granulių sluoksnio storis – 0,9 m, galima apskaičiuoti jo pagrindines charakteristikas. Biofiltro skersinio pjūvio plotas bus  $7 \text{ m}^2 \left( \frac{3,14 \times 9 \text{ m}^2}{4} \right)$ . 0,9 m granulių sluoksnio storis leis sutalpinti visą apskaičiuotą įkrovos tūrį ( $6 \text{ m}^3$ ) viename biofiltre. Biofiltro tūris po granulių sluoksniu iki kūginio pagrindo bus apie  $29 \text{ m}^3$ , kūgio tūris –  $3,5 \text{ m}^3$ .

Vanduo iš biofiltro patenka į beslėgį oksigenatorių, kurio kameros tūris –  $0,9 \text{ m}^3$ . Toliau vanduo pereina ultravioletinės spinduliuotės įrenginį, sudarytą iš 10 lempų. Prisotintas deguonies ir dezinfekuotas baktericidiniame įrenginyje, vanduo paskirstomas į baseinus.

Kai žuvų produkcijos dydis –  $100 \text{ kg/m}^3$ , vandens tūris 6000 kg žuvų auginimui bus  $60 \text{ m}^3 \left( \frac{6000 \text{ kg}}{100 \text{ kg/m}^3} \right)$ . Kai apvalaus baseino skersmuo – 3,6 m, vandens paviršiaus plotas bus  $10 \text{ m}^2$



$(\frac{3,14 \times 12,96m^2}{4})$ . Vandens lygiui esant 1 m, vieno baseino vandens tūris bus  $10 m^3$ . Sistemoje iš viso bus 6 baseinai.

Iš baseinų išeinančio vandens valymui naudojamas būgninis savaime išsivalantis mechaninis filtras, kurio pajėgumas –  $60 m^3/val$ .

Baseino, surenkančio išfiltruotą vandenį, tūris –  $1,2 m^3$ . Siurblio, tiekiančio vandenį į biofiltrą, pajėgumas –  $60 m^3/val$ . Orapūtės, užtikrinančios biofiltro įkrovos barbotąžą, oro sąnaudos –  $10 m^3/min$ .

Auginant lytiškai subrendusius eršketus, kurie naudojami maistinių juodųjų ikrų gavimui, sistema yra panaši, bet turi tam tikrų skirtumų dėl biofiltro įkrovos tūrio. Tai susiję su tuo, kad reproduktorių paros šėrimo norma neviršija 0,5 % žuvies svorio. Kadangi vidutinė jų masė didesnė nei žuvų, auginamų kaip prekinė produkcija, tai jų kiekis bus mažesnis. Ketvirtos amžiaus grupės rusiškujų ir Sibiro eršketų reproduktorių vidutinė masė yra apie 15 kg. Šiuo atveju jų kiekis bus 400 vnt., o laikymo tankis – apie  $7 vnt./m^3$ .

Paros šėrimo normai esant 0,5 % žuvies svorio, pašaro kiekis bus 30 kg. Biofiltro įkrovos tūris –  $3 m^3$ . Šiuo atveju biofiltro granulių sluoksniui esant 0,8 m, biofiltro skersinis pjūvis bus  $3,75 m^2$ . Biofiltro cilindro skersmuo –  $2,2 m (\sqrt{\frac{3,75 \times 4}{3,14}})$ .

Kai bendras biofiltro aukštis – 6 m, jo tūris nuo granulių sluoksnio iki kūgio pagrindo bus  $15,75 m^3 (3,75 m^2 \times 4,1 m)$ . Vandens tūris kūgyje –  $1,9 m^3 (\frac{3,75m^2 \times 1m}{2})$ .

Bendras biofiltro tūris bus  $20,65 m^3$ . Ultravioletinių lempų kiekis – 20 vnt.  $(\frac{60m^3}{3m^3/val})$ .

### 3.6. poskyris. Žuvivaisos įmonių URS veisimo ir prekinų cechų išdėstymas

Cechų išdėstymas turi atspindėti technologinių (gamybinių) žuvų veisimo ir auginimo ciklų eiliškumą. Dėl to reikia išnagrinėti žuvų, kurioms nereikia keisti temperatūros režimo (tilapijoms, šamams plėšikams), bei žuvų, kurioms vandens temperatūros reguliavimas viso veisimo ir auginimo laikotarpiu yra skirtas pasiekti galutinį rezultatą, veisimo ir auginimo cechų išdėstymą.

#### Horizontalios išdėstymo schemas

##### Šamai plėšikai



Galima pateikti pačią paprasčiausią cecho išdėstymo schemą, kai vienoje patalpoje įgyvendinami visi žuvivaisos proceso etapai. Optimali vandens temperatūra visose sistemose bus apie 27 °C.

Vienoje patalpoje išdėstytos sistemos, skirtos prekinų šamų auginimui, priešnerštiniam (injekcinio) reproduktorių laikymui (patelės ir patinėliai atskirai), ikrų inkubavimui ir sodinamosios medžiagos auginimui, tarpnerštiniam reproduktorių laikymui, ikiprekybiniam žuvų paruošimui.

Ikiprekybinio laikymo sistema prekiniams šamams reikalinga dėl to, kad didesnės nei 800 g masės žuvis jautriai reaguoja į trikdymą iš baseino išimant dalį žuvų. Sutrikdytos žuvis ne trumpiau nei vieną parą neėda, dėl to sumažėja jų augimas.

Žuvų gaudymas gali būti atliekamas kasdien, todėl tikslinga baseinuose laikyti tokį kiekį žuvų, kurį galimas realizuoti per 3 paras. Baseinuose laikoma žuvis iki pardavimo nešeriama. Baseinuose palaikoma pastovi vandens apykaita ir atliekamas papildymas šviežiu vandeniu iš prekinų šamų auginimo sistemos. Dalis vandens yra išleidžiama į bendrą šios sistemos kolektorių, vedantį į mechaninį filtrą.

Vienoje patalpoje kompaktiškai išdėstytų žuvų auginimo sistemų trūkumas yra tas, jog žuvis šeriant, atliekant kontrolinius gaudymus, rūšiuojant, perkeliant, gaudant prekinę žuvis, kylantis triukšmas joms sukelia stresą. Tai gali traumuoti reproduktorius, esančius priešnerštinio laikymo režime. Todėl geriau būtų skirtingų augimo etapų šamus laikyti atskiruose cechuose ir skyriuose.

Priešnerštiniam reproduktorių laikymui naudojama atskira patalpa (skyrius). Atsižvelgiant į tai, kad patelės per 2-3 metus naudojamos ne vieną kartą palikuonims gauti, o patinėliai – vieną (chirurginiu būdu išgaunamos sėklidės), jų santykis gali siekti 1:5-10.

Prekinų žuvų auginimo cecho matmenys nustatomi pagal auginamos žuvies kiekį ir jos matmenis. Apie sodinamosios medžiagos daugiacyklės technologijos įtaką ir prekinės žuvies auginimo cechų dydžiams bus kalbama vėliau.

Paprastai, auginant sodinamąją medžiagą vandens oksigenacija neatliekama. Lervučių kvėpavimas oru per labirintinį organą išsivysto per 10-12 parų, pasiekus 200-300 mg svorį. Vandens prisotinimas deguonies jam tekant vamzdžiais nuo biofiltrų ir per degazatorių būna pakankamas žiauniniam kvėpavimui užtikrinti.

Prekinėms žuvims auginti galima naudoti stačiakampius ir kvadratinius baseinus. Apvalių baseinų naudojimas mažiau racionalus, nes juose didesnis vandens greitis.

Ikiprekybinio paruošimo skyrius skirtas laikyti prekinus šamus maksimaliai iki 3 parų nešeriant, kad žuvų žarnynai išsivalytų nuo maisto ir pailgėtų atšaldytos žuvies realizavimo laikas.

Kai planuojamas šamų sodinamosios medžiagos auginimas iki 1 g masės, inkubavimo skyrius papildomas sistema su loveliniais baseiniais, o prekinio auginimo ceche pastatomos dvi sistemos: viena – mailiaus iki 50-100 g auginimui, antroji – iki prekinės masės.

Veisimo cechas, kuriame auginama sodinamoji medžiaga, skirta realizuoti kitoms įmonėms, arba prekinis cechas, kuriame auginama prekinė žuvis, išdėstymas atitinka anksčiau pateiktą cechų aprašymą. Veisimo ceche yra skyriai, kuriuose laikomi reproduktoriai ir veislinės žuvis tarpnerštiniu periodu, reproduktorių brandos stimuliavimo ir ikrų inkubavimo bei sodinamosios medžiagos auginimo skyriai. Kaip buvo minėta anksčiau, atsižvelgiant į galutinį jaunikių dydį, sodinamosios medžiagos auginimo skyriaus baseinuose gali būti tik loveliniai arba loveliniai ir kvadratiniai baseinai, jeigu mailiaus svoris neviršija 1 g.

Sodinamosios medžiagos auginimo skyriuje turi būti jaunikių, skirtų įmonėms, auginančioms prekinius šamus, svėrimo ir pakavimo aikštelė.

Čia ir toliau, veisimo ir prekinų cechų aprašyme, nenurodoma apie būtinus papildomus mechanizmus ir jų išdėstymą: kompresorius, orapūtes, klimato valdymo įrangą, vandens pašildymo arba aušinimo agregatus.

Jų išdėstymą lemia techninės sąlygos kiekvienoje konkrečioje įmonėje. Taip pat įvertinamas pašarų sandėlių, generatorių, laboratorijų ir kitų administracinių ūkinių patalpų išdėstymas.

Vadovėlyje pateikti šamų veisimo ir auginimo cechų ir skyrių išdėstymo variantai atitinka technologinių schemų eiliškumą, tačiau techninių sudedamųjų dalių išdėstymas plane bus sprendžiamas pagal konkrečius inžinerinius sprendimus.

### Tilapijos

Veisiant ir auginant tilapijas galima laikytis to paties vandens temperatūros diapazono kaip ir anksčiau aprašytu šamų plėšikų atveju. Priešnerštinio įšėrimo laikotarpiu vandens temperatūra turi būti 2-3 °C žemesnė nei nerštinio reproduktorių laikymo laikotarpiu.

Cechuose veisiamoms tilapijoms gali būti taikomos dvejopos technologinės schemas.

Vienu atveju, neršimą galima vykdyti atskiruose baseinuose, kur vienam patinėliui tenka 5-7 patelės. Patelėms subrandinus ikrus ir pasirodžius lervutėms, reproduktoriai sugaunami ir perkeliama į tarpnerštinio įšėrimo skyrių.

Antru atveju, atskirame baseine koncentruojamos patelės, inkubuojančios ikrus burnoje. Iš jų atrenkamos patelės pagal burnos pravėrimą ir vandens srove ikrai išplaunami į dubenis. Iš dubenų ikrai perpilami į Veiso (Makdonaldo) aparatus, kuriuose jie inkubuojami. Lervutės dedamos į lovelinius baseinus. Pasiekęs 0,5–1 g svorio mailius gali būti perkeliama į kvadratinius baseinus arba paliekamas auginti loveliuose.

Galutinė sodinamosios medžiagos masė priklauso nuo pasirinktos technologinės schemos. Paprastai ji neviršija 20 g, tačiau, naudojant daugiacykles technologijas, sodinamosios medžiagos svoris gali būti didesnis.

Veisimo cechuose yra tokie skyriai: tarpnerštinio reproduktorių išėrimo, nerštinio reproduktorių laikymo, sodinamosios medžiagos auginimo.

Kai sodinamoji medžiaga auginama kitoms įmonėms, jos auginimo skyriuje turi būti mailiaus svėrimo ir pakavimo į maišelius aikštelė (jeigu jie nebus vežami žuvies mašinomis).

Šiuo išdėstymo atveju numatyta, kad dalyje nerštinio skyriaus baseinų vyks nerštas, o patelės ikrus inkubuos burnoje. Paskui šios patelės bus perkeliamos į laisvus baseinus. Iš jų žuvivaisininkas graibštu gaudys pateles, pravers jų burnas ir vandens srove į dubenį išplaus ikrus.

Atrinkus ikrus, patelės perkeliamos į tarpnerštinio laikymo baseinus, o ikrai – į inkubavimo aparatus. Išsiritus lervutėms, jos perkeliamos į sodinamosios medžiagos auginimo skyriaus baseinus.

Prekinio skyriaus išdėstymas pagal technines priemones yra tipinis ir telpa vienoje patalpose. Prekinė žuvis gali būti auginama bet kokios formos baseinuose – stačiakampiuose, kvadratinuose, apvaliuose. Prekiniai ir veisimo cechai bei skyriai turi būti išdėstyti taip, kad būtų galima laisvai prieiti prie visų techninių priemonių. Atstumai tarp baseinų eilių turi būti ne mažesni nei 1 m, o jeigu ceche naudojami rūšiavimo aparatai – ne mažesni nei 1,5 m.

Žuvies krovimo aikštelėje turi būti svarstyklės prekei žuviai sverti. Jei žuvis rūšiuojama pagal dydį, turi būti rūšiavimo dėžės ir talpyklos, į kurias surenkama išrūšiota žuvis. Čia turi būti laikoma ir tara. Ledas prekei žuviai atšaldyti turi būti tiekiamas iš ledo generatoriaus transportiniais vežimėliais su įrengtomis talpyklomis.

Jeigu gabenamos gyvos žuvis, aikštelė gali turėti rampą, nuo kurios nutiestas vamzdis už cecho ribų iki transporto buvimo vietos. Su rampa turi būti sujungtas keltuvas, kuriuo transportiniuose vežimėliuose keliama žuvis. Gyvas žuvis dar galima krauti naudojant siurbį, kuriuo žuvis būtų perkeliama į rampą su hidrauline pavara.

Daugumai žuvų rūšių, įskaitant tilapijas, pirmąsias 5-10 lervučių auginimo parų būtina naudoti gyvus pašarus, visų pirma, artemijų nauplijus. Kadangi inkubuojant artemijų cistas reikalingas tam tikras temperatūros režimas ir apšviestumas, gyvam pašarui auginti reikalinga atskira patalpa.

Gyvo pašaro auginimo skyriaus dydis ir artemijų cistų inkubavimo aparatų kiekis priklauso nuo auginamų lervučių kiekio.

Žuvims, kurios gamtinėmis sąlygomis pasižymi sezonine vystymosi dinamika, cechai išdėstomi imituojant priešnerštinį laikymą žemesnės temperatūros vandenyje.

### Karpiai

Karpus auginant UR sistemose, tuos pačius reproduktorius galima subrandinti 4 kartus per metus. Tarpnerštinis periodas vyksta vandens temperatūrai esant 23-25°C, vandens prisotinimas deguonies turi būti iki 7-8 mg/l. Priešnerštinis periodas („dirbtinis žiemojimas“) vyksta esant 10-12°C vandens temperatūrai. Nors vandens temperatūros sumažinimas žemiau šių reikšmių būtų palankus lytinių produktų kokybei, tačiau techniškai sudėtinga ir brangu palaikyti vandens temperatūrą žemiau 10°C.

Reproduktoriai adaptuojami prie šaltesnio vandens, temperatūrą mažinant 1-2°C per parą. Tokiu pačiu gradientu (1-2°C per parą) vėliau vandens temperatūra didinama iki tinkamos nerštui – 20-22°C.

UR sistemoje karpiai subręsta būdami 2-2,5 metų (retai – 1,5 metų).

Siekiant palaikyti normalią subalansuotą lytinių organų vystymosi dinamiką ir augimą jau pirmaisiais auginimo metais veislinės žuvys ir reproduktoriai laikomi dirbtinio žiemojimo režimu. Todėl auginimo cechuose turi būti įrengtas dirbtinio žiemojimo skyrius. Pastarasis skyrius įeina į veisimo cecho sudėtį.

Sklandus vandens temperatūros mažinimas ar didinimas atliekamas klimato valdymo įranga, reguliuojančia oro temperatūrą. Oro temperatūra tiesiogiai daro įtaką vandens temperatūrai. Jeigu dirbtinis žiemojimas atliekamas vasarą, papildymo vandens temperatūra gali siekti 15-16°C. Kadangi papildymo vanduo sudaro tik apie 3-5 % bendros vandens masės sistemoje, jis nedaro didelio poveikio cirkuliuojančio vandens temperatūrai. Paskui oras kondicionuojamas iki reikiamos temperatūros klimato valdymo įranga.

Yra klimato valdymo įrenginių, atšaldančių per juos tekančią vandenį iki reikiamų reikšmių, – tai šilumos siurbliai. Dirbtinio žiemojimo skyriuje galima naudoti kombinuotą patalpą oro ir papildymo vandens temperatūrų valdymo įrangą.

Vandens temperatūros diapazonas (23-25-10-12-20°C) padeda išsaugoti reproduktorių maitinimosi instinktą. Jie šiuo periodu yra šeriami specialiu reproduktorių pašaru, pašaro paros dozė koreguojant keičiantis vandens temperatūrai. Šeriant reproduktorius, dirbtinio žiemojimo skyriuje būtina naudoti mechaninį ir biologinį filtrus.

Įvertinus tai, kad karpiai gali maitintis bioplėvele, dengiančia baseinų sienes ir dugną, juos galima auginti ir tiesiasroviuose, ir kvadratinuose baseinuose. Auginant prekinius karpius galima naudoti ir apvalius baseinus, tačiau pirmenybė teikiama pirmiesiems.

Baseinai išdėstomi taip, kad tarpnerštinis įšerimas pereina į dirbtinio žiemojimo režimą, o paskui – į reproduktorių injekcinį režimą ir ikrų inkubavimą. Kitas etapas yra lervučių auginimas

iki 1 g svorio. Galiausiai procesas užbaigiamas sodinamosios medžiagos iki 20-50 g, o esant reikalui ir didesnio svorio, auginimu.

Ruošiant viso ciklo veisimo ir prekinio cecho išdėstymą, įmonės įvertina, kad veisimo cechas ir prekinis cechas bus skirti skirtingoms žuvų rūšims. Taigi žinant jauniklių dydį, baseinų plotų santykis turės būti 1:3-10. Karpių sodinamosios medžiagos auginimui iki 25-50 g ir prekinės žuvies iki 500-100 g auginimui šis santykis yra apie 1:5. Tačiau veisimo ceche yra įvairių skyrių, todėl jo plotas padidėja. Tad realus cechų plotų santykis yra 1:3-4.

### Kanalo šamai

Reproduktorių ir veislinių žuvų tarpnerštinio etapo laikymo optimali vandens temperatūra yra 27-28°C. Dirbtinio žiemojimo, įskaitant palaipsnių vandens temperatūros mažinimą ir didinimą, optimali vandens temperatūra yra 27-18-25°C. Reproduktorių brandos stimuliacijai ir ikrų inkubavimo laikotarpiu – 25-26°C. Sodinamosios medžiagos ir prekinės žuvies auginimo metu – 27-28°C. Sumažinus vandens temperatūrą iki 25°C, sumažėja ir žuvų augimo greitis.

Skyrių ir cechų išdėstymas priklauso nuo žuvivaisos temperatūros režimo ir etapų eiliškumo.

Lervučių auginimas iki 1 g atliekamas loveliniuose baseinuose, o iki 20 g svorio – kvadratinuose.

Inkubavimo ceche gali būti dviejų tipų inkubavimo aparatai: horizontalūs, kuriuose ikrai, pašalinus gleives, guli ant rėmelių, ir vertikalūs (Veiso), kuriuose, pašalinus gleives, ikrai plūduriuoja. Kanalo šamų ikrų inkubavimas plūduriuojant ne visada duoda gerus rezultatus. Prekinius šamus geriau auginti kvadratinuose arba apvaliuose baseinuose.

Atskirai stovinti sistema ikiprekybiniam prekinės žuvies paruošimui aprašyta aukščiau. Jos paskirtis – pašalinti iš žuvų mėsos skonio ir kvapo nuokrypius nuo normos. Taip dažnai nutinka, jeigu žuvis realizuojama iškart iš prekinio auginimo sistemos. Tai gali būti susiję su iš žarnyno į minkštus audinius išėjusiais pašaro virškinimo produktais laikant žuvusią žuvį. Vienos žuvų partijos laikymo be šėrimo trukmė – 3-5 paros.

Prekinės žuvies krovimo aikštelėje yra svarstyklės, vežimėliai, kuriuose sumontuojamos prekinės žuvies pervežimui skirtos talpyklos. Ten pat laikoma ir tara. Didelė gyvos prekinės žuvies krovimo mechanizacija pasiekama sumontavus žuvų siurbį ir nuimamus vamzdžius žuvies bei vandens perpumpavimui, taip pat įrengus rampą su hidrauline pavara žuvies krovimui į žuvies transportą už cecho ribų.

### Eršketinės žuvis

Auginant lervutes iki 1 g masės patartina naudoti lovelinius baseinus, auginant sodinamąją medžiagą – kvadratinus baseinus, auginant prekinę žuvį ir reproduktorius – kvadratinus ir apvalius baseinus.

Auginant prekinę žuvį, atsižvelgiant į žuvų matmenis, eršketų baseinų plotas neviršija 10-16 m<sup>2</sup>, rusiškukų ir Sibiro eršketų baseinų plotas – 20-100 m<sup>2</sup>, kartais ir didesnis. Eršketų reproduktorius galima laikyti 4-10 m<sup>2</sup> ploto baseinuose, rusiškųjų ir Sibiro eršketų reproduktoriai laikomi 20-50 m<sup>2</sup> ploto baseinuose.

Tačiau visada būna išimčių – baseinų dydį lemia ne tik žuvų dydis, bet ir jų kiekis.

Reikia pažymėti, kad norint sukelti dirbtinį žiemojimą, perrinkti reproduktorius ir atlikti hipofizės injekcijas, reikia turėti mažesnio dydžio baseinų.

Atšaldytų eršketų krovimo aikštelė turi turėti stalą nuplauti žuvies kraują, kuris yra nuleidžiamas gyvai žuviai pradūrus peiliu širdies srityje. To nepadarius, prie analinio peleko bus matomas intensyvus paraudimas uodegos kamieno srityje, todėl suprastės prekinė žuvies išvaizda.

Rengiant lytiškai subrendusių eršketų maistinių juodųjų ikrų gavimui laikymo cechą, reikia sukurti sistemų struktūrą, kuri užtikrintų srautinį ikrų gavimo režimą. Be to, norint gauti kokybišką produktą, reikia imti kietus ikrus. Naudotos patelės perduodamos į realizaciją arba produktų gamybą.

Aptarsime 6 autonomines URS. Kiekvienoje galima laikyti iki 4 t trimečių eršketų patelių. Pasirinktas technologinis režimas leidžia kasmet naudoti pateles ikrų gavimui iš dviejų sistemų, iš viso 8 t. Kietų ikrų išeiga – apie 12 %, tai sudarys 1 t ikrų. Tuo metu kitose dviejose sistemose žuvis yra metais jaunesnės, dar kitose dviejose – 2 metais jaunesnės. Taip bus užtikrintas 1 t ikrų gavimas kasmet. Panaudotos patelės bus pakeičiamos jaunesnio amžiaus grupės patelėmis, kurios po trejų metų duos ikrų.

Veisimo ir prekinio cechų išdėstymas viso ciklo įmonėje galimas dviem variantais.

Vienas, kai sodinamosios medžiagos auginimo skyriuje yra tik loveliniai baseinai, kuriuose jaunikliai auginami iki 1-5 g. Tokiu atveju, prekiniame skyriuje bus visų grupių baseinai. Jie gali būti vienodos konstrukcijos, tačiau dalyje jų, skirtų jauniklių paauginimui iki 50-100 g, vandens lygis bus 0,5 m. Tik jiems pasiekus nurodytą masę, gylis baseinuose galės būti padidintas iki 0,8-1 m, kuris visiškai atitiks gylio standartą auginant prekinus eršketus.

Antras variantas, kai sodinamosios medžiagos skyriuje yra loveliniai ir kvadratiniai baseinai, kuriuose jaunikliai auginami iki 50-100 g. Tokiu atveju prekiniame ceche baseinai bus standartinio gylio.

Prekinių cechų išdėstymą stengiamasi atlikti įvertinus maksimalų leistiną baseinuose laikyti žuvies skaičių pagal mechaninį filtrą. Tai suteikia galimybę sumažinti vieneto sąnaudas sumažinus statybinių medžiagų, elektros energijos ir kitų išlaidų kieki.

Tačiau didelės sistemos ganėtinai konservatyvios biofiltrų paleidimo metu, eksploatavimo metu bei reaguodamos į staigius vandens kokybinių rodiklių pasikeitimus.

Nedidelės sistemos, kuriuose cirkuliuojančio vandens tūris yra 50-200 m<sup>3</sup>, geriau valdomos, bet nusileidžia didelėms pagal vieneto sąnaudas statyboms ir eksploatavimui. Nors ir čia galima atrasti aukso vidurį.

Principinių skirtumų išdėstant veisimo ir prekinis cechus rusiškųjų ir Sibiro erškėtų auginimui nėra. Skiriasi baseinų dydžiai prekiniam ceche.

Ikiprekybinio žuvies paruošimo sistemoje naudojami mažesni baseinai. Jeigu visa auginama produkcija realizuojama per vieną kartą, tai žuvis nustoja šerti prieš 3-5 paras iki realizavimo ir per 3 paras atliekamas visiškasis vandens pakeitimas. Pavyzdžiui, 500 m<sup>3</sup> vandens sistemoje per pirmąją parą pakeičiama apie 170 m<sup>3</sup> vandens, per antrą parą – dar 170 m<sup>3</sup> vandens, per trečią – taip pat 170 m<sup>3</sup> vandens, per paskutines 4-tą ir 5-tą paras – po 50 m<sup>3</sup> vandens.

### Unguriai

Unguriai į įmonę yra atvežami stiklakūnio lervos amžiaus (stikliniai unguriai) ir laikomi karantinavimo skyriuje. Po mėnesį trunkančio karantino pigmentuota lervutė sodinama auginti. Šioje sistemoje auginama 5-10 g vidutinės masės sodinamoji medžiaga. Paskui ši sodinamoji medžiaga perkeliama į prekinio auginimo cechą, kuriame unguriai auginami iki 200 g masės. Atrinkus žuvis, kurių masė viršija 250 g, jos auginamos iki didesnio dydžio (400-600 g ir daugiau), o neužaugusios iki 250 g nukreipiamos į realizaciją.

Viso ciklo sistemos ungurių auginimo įmonės veisimo ir prekinio cechų išdėstymas atitinka žuvivaisos proceso eiliškumą.

Mažiausią plotą plane užima ungurių karantinavimo skyrius, nes stikliniai unguriai yra maži ir juos galima laikyti dideliu tankiu. Kad techninės priemonės būtų išdėstytos kompaktiškai, tikslinga naudoti cilindrinis baseinus su regeneruojama bioplėvelės nešėjų įkrova.

Sodinamosios medžiagos ir prekinės žuvies auginimo sistemose (šio išdėstymo atveju) naudojami lašeliniai biofiltrai. Dubliuojančio biofiltro, pavyzdžiui, bioreaktoriaus, naudojimas siekiant kompensuoti valymo pajėgumo nuostolius lašelinio filtro plovimo metu vargu ar tikslingas, nes unguriai gana lengvai prisitaiko prie sąlygų, jei sustabdžius vandens cirkuliaciją sumažėja deguonies ir truputį padidėja azoto junginių koncentracija. Ungurių atsparumas



leistinoms azoto junginių koncentracijoms yra žymiai didesnis nei daugumos žuvų, jis prilyginamas šamų plėšikų atsparumui.

Lašelinio filtro plovimas vandens srove, nuplaunančia ant nešėjų užaugusį per didelį bioplėvelės sluoksnį, užterštos pulpos išsiurbimas iš priėmimo baseino į kanalizaciją užtrunka ne ilgiau nei 30-60 min.

Biofiltro plovimo dažnumas priklauso nuo vandens filtravimo kokybės mechaniniame filtre ir vandens srauto paskirstymo per visą nešėjų maksimalų paviršių (gofruotus vamzdelius, įdėtus į kasetes).

Pateikiami du baktericidinių įrenginių patalpavimo variantai. Vienas, kai į sodinamosios medžiagos skyriaus baseinų vandens tiekimo vamzdžius įmontuojamos ultravioletinės lempos. Antras, kai siurblys, siurbiantis vandenį iš biofiltro priėmimo baseino, nukreipia jį per ultravioletinės spinduliuotės įrenginį ir toliau – į baseinus. Tai pavaizduota prekinio cecho išdėstyme, vadovėlyje.

Tokie pat skirtumai parodyti išdėstant vandens oksigenacijos priemones. Sodinamosios medžiagos auginimo sistemoje – tai oksigenatorius, į kurį siurbliu iš biofiltro priėmimo baseino tiekiamas visas naudojamas cirkuliuojantis vanduo. Toliau vanduo teka į baseinus. Prekinėje sistemoje vandens prisotinimas deguonimi vyksta deguonies maišytuvuose, sumontuotuose kiekviename baseine individualiai.

### Upėtakiai

Kadangi upėtakių patelių vaisingumas santykinai mažas, tai reproduktorių tarpnerštinio išėrimo skyriaus ir dirbtinio žiemojimo skyriaus matmenys yra pakankamai dideli, palyginti su sodinamosios medžiagos auginimo skyriumi ir prekinio cechu, taip pat palyginti su kitų žuvų rūšių auginimo cechais. Panašūs rodikliai gali būti pritaikyti tilapijoms.

Biofiltras pasirenkamas laisvai. Jeigu siekiama technines priemones išdėstyti kuo kompaktiškiau, optimalu naudoti bioreaktorius arba cilindrinis biofiltrus su reguliaria bioplėvelės nešėjų (ežių, šepečių, polietileno granulių) regeneracija (barbotazo).

Jeigu nesvarbus patalpų plotas ir aukštis, tikslinga naudoti lašelinis biofiltrus. Tačiau bendroje biologinio valymo sistemoje būtina įrengti atsarginius cilindrinis biofiltrus, kurie bus naudojami lašelinis biofiltrų plovimo metu, pavyzdžiui, bioreaktorius, kurių valymo pajėgumas 20 kartų didesnis nei lašelinis biofiltrų. Tačiau reikia prisiminti, kad bioplėvelė ant bioreaktoriaus nešėjų bus išsivysčiusi tik tokiu atveju, jeigu jis nuolat veiks bendroje biologinio valymo sistemoje.

Atsižvelgiant į žuvivaisos proceso etapų eiliškumą, veisimo ceche techninės priemonės išdėstomos taip, kad būtų planingai siekiama galutinio rezultato – reikiamos sodinamosios

medžiagos masės. Yra žinoma, kad iš inkubavimo cechų į auginimo cechą narviniuose ir baseinų ūkiuose perkeliama jaunikliai, kurie pasiekia 1 g masę. Tokio amžiaus (1-2 mėn.) žuvų adaptacinė sistema pakankamai išsivysčiusi, kad jos prisitaikytų prie kintančių auginimo sąlygų. Todėl įvertinus pasirenkamas technologines schemas, sodinamosios medžiagos svoris gali būti nuo 1 g iki 150 g.

Atsižvelgus į tai, galimi du veisimo cechų variantai:

- galutinė sodinamosios medžiagos masė – 1-5 g,
- galutinė sodinamosios medžiagos masė – 150 g.

150 g upėtakių sodinamosios medžiagos auginimas atitinka 800-1000 g prekinio upėtakio auginimo daugiacyklę technologiją. Tarpinės galutinės sodinamosios medžiagos svorio reikšmės (10, 20, 50 g) atitinka tam tikras technologines prekinės žuvies auginimo schemas. Apie tai detaliau bus paaiškinta toliau.

1 g svorio sodinamosios medžiagos auginimo atveju prekinio cecho baseinų fondo struktūroje turi būti numatyta speciali mažesnio dydžio baseinų grupė, nes juose patogiau atlikti dažnus rūšiavimus. Tačiau naudojant rūšiavimo agregatus prekinio cecho baseinai gali būti unifikuoti visų dydžių upėtakių matmenų grupėms.

Dirbtinio žiemojimo skyrius yra mažesnis nei tarpnerštinio reproduktorių įšerimo skyrius. Taip yra todėl, kad esant žemai temperatūrai galimas didesnis žuvų laikymo tankis.

Inkubavimo skyriuje yra darbu su reproduktoriais skirtas stalas. Čia atnešamos tekančios patelės ir patinėliai. Iš jų nutekina lytiniai produktai, apvaisinami ikrai, išplaunami ir sudedami į inkubavimo aparatus. Inkubavimo aparatai susieti su baseinu, į kurį nuteka vanduo iš aparatų. Iš baseino vanduo siurbliu tiekiamas į aktyvuotos anglies kolonėlę (anglis keičiama po 5-7 inkubavimo parų). Pasibaigus gastruliacijai (gemalo morfogeniniam pakitimui; trunka 10-12 inkubavimo parų), į bendrą vandens apykaitos sistemą įtraukiama ceolito kolonėlė (ceolitas keičiamas po 5-7 inkubavimo parų). Toliau vanduo pereina per ultravioletinę lempą, oksigenatorių ir paduodamas į inkubavimo aparatus. Į aparatus (padidinti Veiso aparatų analogai) vanduo patenka iš apačios, išeina per viršų.

Prieš išsiritant lervutėms, ikrai perkeliama į pašildytus rėmelius, įrengtus inkubavimo skyriaus loveliuose. Juose lervutės išsiritę, yra laikomos ir auginamos šeriant dirbtiniais pašarais, kol pasiekia 0,3-0,5 g svorį. Tada lervutės perkeliama į sodinamosios medžiagos auginimo skyriaus baseinus, kuriuose auginamos, kol pasiekia 1-5 g svorį.

Atsižvelgiant į galutinius sodinamosios medžiagos dydžio rodiklius ir žymiai mažesnę laikymo tankį, didinami sodinamosios medžiagos auginimo skyriaus matmenys. Padidinamas inkubavimo skyrius, nes jame ilgiau auginami jaunikliai iki 1 g. Šiame skyriuje gali būti panaudoti dviejų aukštų baseinai.

Prekinių upėtakių auginimas UR sistemoje per vienerius metus gali būti suskirstytas į 12 mėn. auginimo ciklą, nuo 1 g sodinamosios medžiagos iki 800-1000 g svorio prekinės žuvies. Porcijinių upėtakių, kurių masė 400-500 g, auginimas, pradedant nuo 10-20 g sodinamosios medžiagos, vyksta per šešių mėnesių ciklą, 300-400 g svorio, pradedant nuo 20 g sodinamosios medžiagos, vyksta per 4 mėnesių ciklą. Sąvokos „ciklas“ vartojimas priartina prie daugiacyklės technologijos supratimo.

Inkubavimo skyriuje tikslinga naudoti veisimo cechą URS rudenį neršiančiai vaivorykštinio upėtakio formai ir pavasarį neršiančiai upėtakio formai, nes du kartus per metus naudojami inkubavimo aparatai, loveliai ir kvadratiniai baseinai auginant 20 g sodinamąją medžiagą ir porcijinius upėtakius. Tai suteikia galimybę du kartus per metus gauti prekinę produkciją.

Upėtakių auginimo prekinio cecho išdėstymas yra vienos struktūros, kai auginami porcijiniai upėtakiai ir 800-1000 g prekiniai upėtakiai. Pagal techninių priemonių rinkinį struktūra yra standartinė, o skirtumai gali atsirasti dėl biofiltrų įrengimo, atsižvelgiant į jų pajėgumą ir matmenis.

Čia pagrindinis biofiltras yra lašelinis. Naudojamas atsarginis biofiltras – bioreaktorius. Kadangi UR sistemoje cirkuliuojančio vandens tūris yra didelis, norint visą jį oksigenuoti reikės pastatyti didelių matmenų oksigenatorių. Todėl į oksigenatorių leidžiama ne daugiau nei 1/3 vandens, pereinančio per laiko vienetą tiek iš degazatoriaus, tiek iš lašelinio filtro priėmimo baseino.

UR sistemoje upėtakiai subręsta dvejų metų (gali būti nukrypimų į mažesniąją pusę). Iš jų galima gauti ir kietus ikrus (ilgam laikymui), ir tekančius (trumpam laikymui). Ikrų išeiga vidutiniškai yra 10 % patelės svorio. Paėmus ikrus, patelės atiduodamos realizacijai.

Maistinių upėtakių ikrų gavimo cecho išdėstymas panašus į anksčiau aprašytą erškėtų

Porinis sistemų naudojimas leidžia vieną iš jų pirmais upėtakių auginimo metais palikti atsargoje, taip sumažinant eksploatacines išlaidas. Tačiau dar racionaliau yra auginti papildomą prekinę produkciją, sudarytą iš patinėlių, kuriems pasiekus 600-700 g svorį, pasirodo išoriniai lytiniai požymiai, išskiriantys juos nuo patelių. Atmetus patinėlius, patelės laikomos optimaliausiu laikymo tankiu.

Jeigu kiekvienoje sistemoje laikoma 10 t upėtakių patelių (susumavus dviejų sistemų, gaunama 20 t), tai maistinių ikrų kiekis bus apie 2 t. Taip kasmet galima gauti 2 t vertingų maistinių ikrų ir, įskaičius patelių masės sumažėjimą 10% po ikrų paėmimo, į realizaciją galima atiduoti 18 t didelių upėtakių.

## *Starkiai*

Auginant sodinamąją medžiagą ir prekinę žuvį, optimali vandens temperatūra yra 22-24 °C, dirbtinio žiemojimo periodu – 6-10°C. Subrendusių lytinių produktų gavimo (neršto) periodu – 11-15°C, lervučių laikymo ir auginimo metu – 18-20°C. Pagal tai atliekamas skyrių ir cechų, vandens sistemų išdėstymas bei patalpų oro kondicionavimas.

Įvertinus tai, kad starkingų palikuonis galima gauti arba atliekant nerštą baseinuose su dirbtiniu neršto substratu, arba apvaisinant ikrus ir juos vėliau inkubuojant Veiso arba Makdonaldo aparatuose, tai planuojant inkubavimo skyrių naudojami abu techninių priemonių, užtikrinančių didesnę palikuonių gavimo garantiją, variantai.

Žuvivaisos darbų veisimo ceche etapų eiliškumas lemia tokių skyrių naudojimą: tarpnerštinio reproduktorių išėrimo skyriaus, dirbtinio žiemojimo skyriaus, inkubavimo skyriaus pagal aukščiau pateiktą išdėstymą, lervučių auginimo iki 0,5-1 g svorio skyriaus, sodinamosios medžiagos iki 20 g auginimo skyriaus.

Kadangi starkingų vaisingumas yra didelis, veisimo cecho struktūroje reproduktorių laikymo skyrių plotai bus santykinai nedideli.

Tarpnerštinio reproduktorių išėrimo skyriaus išdėstyme adaptacinio baseino naudojimas susijęs su reproduktorių, iš kurių gauti lytiniai produktai arba atliktas nerštas 11-15°C URS vandens temperatūroje, perkėlimu ten, kur vandens temperatūra didesnė nei 20 °C.

Inkubavimo skyriuje reproduktorių neršto baseinai turi turėti biofiltrą, degazatorių, oksigenatorių, ultravioletinės spinduliuotės įrenginį, mechaninį filtrą ir vandens tiekimo ir išvedimo vamzdžių sistemą.

Prekinio cecho techninių mazgų išdėstymas standartinis. Auginant prekinius starkingus racionalu naudoti stačiakampius arba kvadratinus baseinus, nes starkingai didžiąją dalį granuliuoto pašaro suėda nuo dugno. Apvaliuose baseinuose didžioji dalis pašaro, nusėdusio ant dugno, bus nunešama į centrinę išleidimo angą ir išnešama iš baseino.

Ikiprekybinis prekinės žuvies paruošimas užtrunka 1-2 paras. Naudoti ultravioletinės spinduliuotės įrenginį nebūtina. Žuvys, prieš perkelti į ikiprekybinio paruošimo sistemą, 2-3 paras nešeriamos. Laikyti 2-3 paras nešerus pakanka, kad žarnynas visiškai išsytuštintų ir iš minkštųjų audinių išnyktų nepageidaujamas kvapas.

Veisimo ir prekinio cechų išdėstymas starkingų auginimo viso ciklo įmonėje atitinka žuvivaisos proceso etapų eiliškumą.

Reikia pažymėti veisimo objektų, iš kurių gaunami palikuonys kartą per metus, bendrus bruožus. Šiuo atveju racionalu viename skyriuje suderinti tarpnerštinio išėrimo ir dirbtinio žiemojimo funkcijas. Klimato valdymo įrenginys, esant būtinybei, tam tikrą laikotarpį sumažina temperatūrą iki priešnerštinio ir nerštinio laikymo reikšmių. Kitą metų dalį paprastai pakanka

išorės (už skyriaus ribų) oro temperatūros poveikio, kad būtų palaikoma palanki oro temperatūra patalpose ir vandens sistemoje.

### **Vertikalios išdėstymo schemas**

Vertikalios techninės priemonės išdėstomos remiantis keliomis nuostatomis:

- susiejimas su egzistuojančių patalpų matmenimis;
- nauja statyba;
- technologiniai ypatumai, būdingi veisimo ir prekiniam cechui bei skyriams, lemiantys techninių priemonių išdėstymo aukštį.

Pagal patalpų aukščio matmenis rengiant vertikalias išdėstymo schemas galimi tokie variantai:

- patalpų aukštis 9-12 m;
- patalpų aukštis 5-8 m;
- patalpų aukštis 3-4 m.

Pirmuoju atveju orientuojamasi į siloso baseinų naudojimą patalpose. Galima išdėstyti pagal aukštį, auginant didelės masės žuvis, pavyzdžiui 3-5 kg vaivorykštinius upėtakius. Vandens optimalus gylis siloso baseinuose – 5-6 m. Įskaitant išleidimo atvamzdį ir sausąją dalį, bendras siloso aukštis baseine būtų 6-7 m. Šiuo atveju viršutinės biofiltro dalies viršijimas, kuriame yra vandens tiekimo vamzdžiai ir biofiltro aptarnavimo zonos, būtų ne mažiau nei 3 m, būtų užtikrinamas savitakis vandens tiekimas į degazatorių ir baseinus.

Kai patalpų aukštis 5-8 m, galimi du techninių priemonių vertikalaus išdėstymo variantai:

- kai patalpų aukštis yra visiškai išnaudojamas dideliame (-iems) biofiltrui (-ams) pastatyti, išlaikant vienodą baseinų išdėstymo lygį;
- kai visiškai išnaudojamas patalpų aukštis biofiltrui (-ams) pastatyti ir baseinams išdėstyti dviem lygiais.

Pirmuoju atveju, naudojant aukštą biofiltrą, baseinų aukštis negali būti didesnis nei 2,5 m. Todėl patalpoje lieka didelis laisvo oro tūris, kuriam kondicionuoti reikia papildomų sąnaudų.

Antruoju atveju numatyta įrengti antrojo aukšto patalpą, kurioje būtų baseinai, kurių aukštis negali viršyti 1,2 m. Čia naudojamas lašelinis biofiltras.

Visada reikia įvertinti, kad visuose beslėgių vamzdžių posūkiuose, siekiant pašalinti dujų perteklių, reikia įrengti ventiliacines šachtas.

Kai patalpų aukštis yra 3-4 m., taip pat galimi du išdėstymo variantai.

Pirmuoju variantu neatliekant pakeitimų išnaudojamas visas patalpų tūris. Be to, lieka nemaža patalpų tūrio dalis, kurioje statomi 1,2 m aukščio baseinai. Čia susidaro oro tarpsluoksnis, reikalaujantis papildomų sąnaudų kondicionavimui.

Antruoju variantu pradinis aukštis išlaikomas tik biofiltro ir degazatoriaus pastatymo vietoje, o kitose patalpų dalyse aukštis sumažinamas 1-2 m, taip sumažinant išlaidas oro kondicionavimui.

### **Weisimo ir prekinio cecho baseinų plotų paskirstymas taikant daugiaciciklę technologiją**

Naudojant daugiacicikles technologijas daug kartų per metus galima naudoti tuos pačius veisimo ir prekinio cecho baseinų plotus sodinamajai medžiagai ir prekiniai žuvis auginti. Dabartiniu metu tokios technologijos taikomos kanalo šamams, šamams plėšikams, tilapijoms, karpiams, upėtakiams, eršketams auginti.

Kanalo šamams auginti galimos kombinacijos, kai per metus veisimo ir prekinio cecho baseinai naudojami nuo 6 kartų (6 ciklų), auginant žuvis iki 150-200 g (žaliavą konservų gamybai) – iki 3 kartų, auginant prekinę žuvį – iki 1,5-2 kg. Tilapijas auginant iki 220-250 g, taikomi 3 ciklai, o kai jos auginamos iki 400-500g, – 2 ciklai. Kanalo šamams taikomi 2 ciklai auginant iki 400-500 g. Auginant karpus iki 500 g, taikomi 3 ciklai. Upėtakiams, kai jie auginami iki 300-500 g, taikomi 3 ciklai, o auginant iki 800-1000 g – 2 ciklai. Tas pats tinka ir eršketams.

Daugeliu pavyzdžių galima parodyti, kaip vyksta veisimo ir prekinio cecho baseinų plotų paskirstymas auginant žuvis pagal daugiacicikles technologijas ir palyginti su tradicine vienacicikle technologija.

Pavyzdžiui, norime per metus užauginti keturias šamų plėšikų kartas iki 1000 g prekinio svorio. Technologinė schema atrodys taip:

– veisimo ceche 2,5 mėnesio auginama šamų sodinamoji medžiaga iki vidutinės 120 g masės;

– prekiniame ceche 2,5 mėnesio auginami prekiniai šamai iki vidutinės 1000 g masės.

Prekinio cecho pajėgumui esant 1000 t per metus, kiekvieno ciklo metu užauginama 250 t. Žuvies produkcijai esant  $400 \text{ kg/m}^2$ , reikalingas baseinų plotas bus:

$$\frac{250000 \text{ kg}}{400 \text{ kg/m}^2} = 625 \text{ m}^2$$

1000 g masės šamų išauga iš 120 g vidutinės masės sodinamosios medžiagos bus 90 %.

Prekinių šamų kiekis:

$$\frac{250000 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} = 250000 \text{ vnt.}$$

Sodinamosios medžiagos kiekis:

$$\frac{250000 \times 100\%}{90\%} = 280000 \text{ vnt.}$$

Bendra sodinamosios medžiagos masė:

$$2800000 \text{ vnt.} \times 0,12 \text{ kg} = 33600 \text{ kg}$$

Žuvies produkcijos dydis pagal sodinamąją medžiagą –  $500 \text{ kg/m}^2$ .

Baseinų plotas sodinamajai medžiagai auginti bus:

$$\frac{33600 \text{ kg}}{500 \text{ kg/m}^2} = 67 \text{ m}^2$$

Taikant vienaciklę 1000 g prekinų šamų auginimo technologiją, kai į prekinio cecho baseinus leidžiama 1 g masės sodinamoji medžiaga, per metus galima atlikti 2 ciklus, kurių kiekvienas truks 6 mėnesius.

Šiuo atveju per vieną ciklą bus užauginama 500 t šamų. Prekinio cecho plotas, esant  $400 \text{ kg/m}^2$  žuvų produkcijai:

$$\frac{500000 \text{ kg}}{400 \text{ kg/m}^2} = 1250 \text{ m}^2$$

1000 g šamų išeiga iš 1 g jauniklių bus 60-70 %. 1 g jauniklių kiekis:

$$\frac{500000 \text{ vnt.} \times 100\%}{60\%} = 830000 \text{ vnt.}$$

1 g šamų jauniklių laikymo tankis baseinuose yra  $20 \text{ tūkst.vnt./m}^3$ . Veisimo cecho baseinų plotas:

$$\frac{830000}{20000} = 42 \text{ m}^2$$

Taikant 4 ciklų technologiją norint užauginti prekinų šamų 1000 t per metus, veisimo cecho baseinų plotas bus  $67 \text{ m}^2$ , prekinio cecho baseinų –  $625 \text{ m}^2$ . Esant dviejų ciklų schemai – atitinkamai  $42 \text{ m}^2$  ir  $1250 \text{ m}^2$ .

Jeigu keliamas tikslas vieno ciklo režimu per 12 mėnesių užauginti 3000-4000 g prekinės masės šamus nuo 1 g jauniklių, tai žuvų produkcijai esant  $400 \text{ kg/m}^2$ , reikalingas baseinų plotas:

$$\frac{100000 \text{ kg}}{400 \text{ kg/m}^2} = 2500 \text{ m}^2$$

Jeigu tokios prekinės masės žuvies auginimą pervestume į daugiacyklį režimą, tai per vieną 6 mėnesių ciklą būtų užauginta 500 t žuvies.

Žuvų produkcijai esant  $400 \text{ kg/m}^2$ , prekinio cecho baseinų plotas sudarys:

$$\frac{500000 \text{ kg}}{400 \text{ kg/m}^2} = 1250 \text{ m}^2$$

Veisimo cecho, kuriame per 6 mėn. nuo 1 g jauniklių užauginama 1000 g vidutinės masės žuvis, plotas skaičiuojamas remiantis tuo, kad 3000-4000 g žuvų išeiga nuo 1000 g sudaro 95 %. 3000-4000 g žuvų kiekis apytikriai yra:

$$\frac{500000 \text{ kg}}{3,5 \text{ kg/vnt.}} = 145000 \text{ vnt.}$$

1000 g žuvų kiekis:

$$\frac{145000 \text{ vnt.} \times 100\%}{95\%} = 152000 \text{ vnt.}$$

Esant 1000 g vidutinei masei, bendra sodinamosios medžiagos masė bus 152 000 kg. Vidutinei žuvų produkcijai, kai auginama 1000 g žuvis, esant 400 kg/m<sup>2</sup>, plotas:

$$\frac{125000}{400 \text{ kg/m}^2} = 380 \text{ m}^2$$

Pagal vienaciklę technologiją auginant 3-4 kg šamus 1000 t per metus, bus reikalinga 2500 m<sup>2</sup> baseinų. Auginant pagal daugiacyklę technologiją reikės 1630 m<sup>2</sup> baseinų: iš jų 380 m<sup>2</sup> – veisimo cecho baseinų plotas, 1250 m<sup>2</sup> – prekinio cecho baseinų plotas.

Atlikus skaičiavimus pagal kitas ciklų schemas, galima įsitikinti, kad pokyčiai turės įtakos struktūrinį veisimo ir prekinio cecho baseinų plotų paskirstymui, tačiau akivaizdu, kad reikės mažesnių plotų baseinų, palyginti su vienacykle technologija.

Kitas pavyzdys: veisimo ir prekinio cecho baseinų plotų skaičiavimus auginant, pavyzdžiui, 1000 t per metus 800-1000 g upėtakių vieno ir daugelio ciklų technologijų režimais.

Žuvų produkcijos dydis auginant prekinis upėtakius bus 100 kg/m<sup>2</sup>. Baseinų plotas:

$$\frac{1000000 \text{ kg}}{100 \text{ kg/m}^2} = 10000 \text{ m}^2$$

Auginant tokį patį kiekį žuvies per du šešių mėnesių ciklus, išauginama po 500 t per kiekvieną ciklą. Žuvų skaičius:

$$\frac{500000 \text{ kg}}{0,9 \text{ kg/vnt.}} = 560000 \text{ vnt.}$$

Vidutinis 6 mėnesių jauniklių svoris, auginant nuo 1 g svorio, bus 150 g. Prekinių upėtakių išeiga iš 150 g sodinamosios medžiagos – 95 %. Sodinamosios medžiagos kiekis:

$$\frac{560000 \text{ vnt.} \times 100\%}{95\%} = 600000 \text{ vnt.}$$

Bendra sodinamosios medžiagos masė:

$$600000 \text{ vnt.} \times 0,15 \text{ kg} = 90000 \text{ kg}$$

Žuvų produkcijos dydis pagal tokios vidutinės masės žuvis – 120 kg/m<sup>2</sup>. Baseinų plotas sodinamajai medžiagai auginti:

$$\frac{90000 \text{ kg}}{120 \text{ kg/m}^2} = 750 \text{ m}^2$$

Norint užauginti 500000 kg prekinės žuvies:

$$\frac{500000 \text{ kg}}{100 \text{ kg/m}^2} = 5000 \text{ m}^2$$



Taikant vienaciklę prekinį upėtakių auginimo technologiją nuo 1 g vidutinės masės jauniklių, baseinų plotas bus 10000 m<sup>2</sup>. Auginant pagal daugiacyklę technologiją – 5750 m<sup>2</sup>, iš jų 750 m<sup>2</sup> – veisimo cecho baseinų ir 5000 m<sup>2</sup> – prekinio cecho baseinų.

Panašius skaičiavimus esant tokiai pačiai žuvų produkcijai ir artimoms vidutinės masės reikšmėms galima atlikti ir eršketams.

Taikant daugiacyklį veislinių būrių eksploatavimo režimą, baseino plotų sumažėjimas turės įtakos ir tarpnerštiniui įšėrimui, dirbtinio žiemojimo skyriui, inkubavimo aparatų kiekiui, lervučių laikymui ir auginimui.

## 4. SKYRIUS. UR SISTEMŲ EKSPLOATAVIMO BIOTECHNINIAI IR EKONOMINIAI RODIKLIAI

### 4.1. poskyris. UR sistemų biotechniniai normatyvai esant skirtingiems eksploatavimo variantams

Auginant žuvų jauniklius, kai kurie iš jų auga lėčiau. Kai normaliai augančių jauniklių vidutinė masė siekia 3-5 g, lėčiau augančių jauniklių tarp jų būna ne mažiau 5-10 %, ir jų masė paprastai neviršija 0,5-1 g. Siekiant išvengti neefektyvaus pašarų eikvojimo ir neproduktyvaus baseinų ploto naudojimo, tokias žuvis reikia atrinkti, nes norint jas užauginti iki minimalių prekinės žuvies dydžių prireiks 2-3 kartus daugiau laiko nei kitoms žuvims.

Svarbu laiku atlikti žuvų rūšiavimą. Pirmas rūšiavimas atliekamas jaunikliams pasiekus 0,5-1 g vidutinės masės. Rūšiuojama todėl, kad būtina suskirstyti žuvis į vienodo dydžio grupes. Tada sumažėja jų konkuravimas dėl pašaro ir baseinų erdvės.

Atliekant žuvų rūšiavimą su rūšiavimo dėžėmis, žuvis perskaičiuojamos. Tai reikia daryti norint žinoti, pirmiausia, kiek žuvų reikia leisti į baseinus, kad nebūtų viršytas nustatytas laikymo tankis, ir antra, siekiant patikslinti bendrą žuvų kiekį.

Dėl klaidų registruojant paros atliekas, pavyzdžiui, auginant šamų jauniklius, gali padidėti vandens drumstumas, nes dalis atliekų pūva ant baseino dugno, todėl žuvų kiekio negalima vertinti vizualiai.

Žuvų perskaičiavimas atliekamas rankomis arba sveriant. Antruoju atveju, atrinktos į kiekvieną grupę žuvis pasveriamos.

Kadangi erškėtinių žuvų krūtinės pelekų sandara neleidžia jų rūšiuoti rūšiavimo dėžėmis ir agregatais, rūšiavimas atliekamas rankomis. Erškėtinių žuvų rūšiavimui naudojami specialūs stalai

Žuvims pasiekus 5-10 g vidutinę masę, galima naudoti rūšiavimo agregatus.

Kontroliniai gaudymai leidžia įvertinti žuvų augimo greitį ir šėrimo efektyvumą per praėjusį laikotarpį, taip pat koreguoti paros šėrimo dozes. Lervučių ir mailiau kontrolinius gaudymus tikslinga atlikti kartą per 10 parų, sodinamosios medžiagos – kartą per 15 parų, prekinųjų žuvų, reproduktorių ir veislinių žuvų – kartą per 30 parų.

Norint įvertinti žuvų augimo greitį, yra naudojami du rodikliai:

$$S = \left( \frac{(Mg - Mp) \times 2 \times 100}{(Mp + Mg) \times T} \right),$$

kur S – santykinis vidutinis paros prieaugis, %,

$M_p$  ir  $M_g$  – pradinė ir galutinė masė, g

$T$  – auginimo periodas,

$$K_m = \left( \frac{(\sqrt[3]{M_g} - \sqrt[3]{M_p}) \times 3}{T} \right),$$

kur  $K_m$  – masės sukaupimo koeficientas,

$M_p$  ir  $M_g$  – pradinė ir galutinė masė, g

$T$  – auginimo periodas

Pavyzdžiui, žuvies pradinė masė buvo 1 g, po 10 parų tapo 5 g. Tada

$$S = \left( \frac{(5 - 1) \times 2 \times 100}{(1 + 5) \times 10} \right) = 13 \%$$

$$K_m = \left( \frac{(\sqrt[3]{5} - \sqrt[3]{1}) \times 3}{10} \right) = 0,22.$$

Šie duomenys parodo labai didelį jauniklių augimo greitį, nes tik esant optimalioms sąlygoms dydis  $S$  lervutėms ir mailiui gali būti 10-15 % intervale. O dydis  $K_m$  šiame pavyzdyje atitinka, pavyzdžiui, karpių, Sibiro eršketų, starkių genetinį augimo koeficientą. Pradinė  $K_m$  formulė yra tokia:

$$K_m = K_g \times K_e, \text{ kur}$$

$K_g$  – genetinis augimo koeficientas,

$K_e$  – ekologinis augimo koeficientas.

Todėl šiame pavyzdyje  $K_e$  lygus 1.

Kadangi  $K_e = K_t \times K_{O_2} \times K_{pH} \times K_{gh} \times K_{paš} \times K_{bio} \times K_{n.v.}$ , kur

$K_t$  – temperatūrinis augimo koeficientas,

$K_{O_2}$  – deguonies augimo koeficientas,

$K_{pH}$  – pH dydžio poveikio augimui koeficientas,

$K_{gh}$  – hidrocheminių rodiklių poveikio augimui koeficientas,

$K_{paš}$  – koeficientas, nurodantis šėrimo įtaką augimui,

$K_{bio}$  – koeficientas, nurodantis biotechnikos poveikį augimui,

$K_{n.v.}$  – neįvertintų veiksnių poveikio augimui koeficientas.

Praktikoje dydis  $K_e$  dažnai būna nuo 0,3 iki 0,5.

Pagal šėrimo rezultatus nustatomas šėrimo koeficiento dydis:

$$P_k = \frac{P_a}{P_r}, \text{ kur}$$

$P_k$  – šėrimo koeficientas,

$P_a$  – pašaro kiekis, sunaudotas per laikotarpį iki kontrolinio gaudymo, kg,

$P_r$  – žuvies bendros masės prieaugis per laikotarpį iki kontrolinio gaudymo, kg.

Pavyzdžiui, periodo pradžioje bendra 1 g mailiaus masė buvo 100 kg. Periodo pabaigoje bendra 5 g masė tapo 500 kg. Per laikotarpį sunaudoto pašaro kiekis – 320 kg. Tada:

$$Pk = \frac{320 \text{ kg}}{(500 - 100) \text{ kg}} = 0,8.$$

Startinių pašarų, naudojamų auginant lervutes ir mailių, pašaro koeficientas neturi viršyti 1. Mūsų atveju matome, kad mailiaus pašaro įsisavinimas buvo labai didelis.

Žuvų auginimo biotechnikoje svarbu nustatyti optimalų jų laikymo tankį. Laikant per dideliu tankiu yra didelis individualios masės sumažėjimas,<sup>120</sup>

galimas deguonies deficitas. Esant retesniai laikymui, gali sumažėti šėrimo efektyvumas, baseinų plotai bus naudojami neproduktyviai.

Šėrimo efektyvumą lemiantis veiksnys yra šėrimo kartų skaičius. Lervutėms ir mailiui šėrimo dažnis šviesiu paros metu gali siekti 2-4 kartų per val., sodinamajai medžiagai – 1-2 kartus per val., prekiniai žuviai auginimo pradžioje – 4-8 kartus per parą, o pabaigoje – 1-2 kartus per parą.

Bet kokio pajėgumo UR sistemose, o ypač tose, kuriose auginama daugiau nei 20 t žuvies, būtina naudoti automatinius maitintuvus. Jie gerokai palengvina operatoriaus darbą. Tačiau praėjus 20 min. po pašaro padavimo rekomenduojama vizualinė šėrimo kontrolė.

Svarbiausia apžiūrėti stačiakampius baseinus, nes jų sienelės greitai apauga organine medžiaga, kuri sukelia patogeniškų bakterijų susidarymą. Todėl reguliariai, ne rečiau kaip kartą per 6 mėnesius, iš baseinų žuvis turi būti iškeltos, baseinai išdžiovinti ir nuo sienelių bei dugno į kanalizaciją išplauta organinė pulpa.

Žuvų veisimo ir auginimo biotechniniai procesai yra aprašyti normatyvinėje bazėje. Laikytis normatyvinių rodiklių būtina, kad nebūtų nepažeista cheminių ir biologinių procesų dirbtinėje UR ekosistemoje pusiausvyra.

#### 4.2. poskyris. URS sistemos veikimo ekonominio efektyvumo vertinimas

UR sistemos veikimo ekonominis efektyvumas vertinamas atsižvelgiant į pastatų išlaikymo sąnaudas ir komunikacijų statybų (rekonstrukcijos), įrangos montavimo sąnaudas, kurios įtraukiamos į auginamos žuvies savikainą prie amortizacinių atskaitymų. Kitu aspektu, ekonominis efektyvumas vertinamas pagal eksploatacines išlaidas: sodinamosios medžiagos, pašarų, eksploatacinių medžiagų, elektros energijos, kuro, vandens, transporto ir kt. išlaidas.

UR sistemos amortizaciniai atskaitymai, įtraukiami į savikainos struktūrą, gali būti 15 %. Pastatų, komunikacijų (infrastruktūros) statybos, visos URS įrangos kaina gali būti apie 1200 eurų, skaičiuojant 1 m<sup>2</sup> pastato plotui. Pavyzdžiui, pastato, kuriame statoma URS, plotas yra

1000 m<sup>2</sup>. Suminė kapitalinių išlaidų vertė bus 1200 tūkst. eurų. Tada amortizaciniai atskaitymai, kasmet įtraukiami į savikainos struktūrą, bus:  $\frac{1200 \text{ tūkst.€} \times 15\%}{100\%} = 180 \text{ tūkst. €}$ .

Tačiau URS komplektacija kiekvienu atveju gali būti skirtinga, kaip ir pastatų matmenys, komunikacijų sudėtis ir dydžiai. Tai gali arba sumažinti nurodytą santykinę sąnaudų reikšmę (1200 tūkst. €/m<sup>2</sup>), arba padidinti. Šamų plėšikų auginimo sistemose šios sąnaudos bus mažesnės, nes šiose sistemose nereikia deguonies generatoriaus, oksigenatorių, reikia mažesnių matmenų biofiltrų (tačiau mažesni biofiltrai padidina papildymo vandens tiekimo ir jo pašildymo eksploatacines išlaidas).

Žuvų auginimo URS ekonominio efektyvumo skaičiavimo pavyzdžiai parodo schematinius produkcijos savikainos nustatymo metodus (4.2.1. lentelė). Pagal juos galima prognozuoti auginamos produkcijos konkurencingumą rinkoje.

#### 4.2.1. lentelė. URS veikimo ekonominis efektyvumas

Sąnaudos	Technologijos			
	Vaivorykštiniai upėtakiai		Šamai plėšikai 1000 t (prekinė masė 1000 g)	Unguriai 150 t (prekinė masė 200 g)
	Monociklas 50 t (prekinė masė 800-1000 g)	Policiklas 100 t (prekinė masė 800-1000 g)		
Sodinamoji medžiaga	3970	3975	120000	375000
Pašarai	60400	120800	439000	315900
Elektros energija:				
siurbliai	10950	13700	13700	13700
orapūtė	4380	5475	5475	5475
deguonies generatorius	6570	8200	–	12300
Vanduo	9125	11400	11400	11400
Šildymas	4500	5625	11500	11500
Darbo užmokestis	60000	60000	60000	60000
Kitos (10 %)	15000	4400	4400	4400
Amortizaciniai atskaitymai	150000	150000	150000	150000
<b>Iš viso</b>	<b>354845</b>	<b>383575</b>	<b>815475</b>	<b>959675</b>
Savikaina	7,0 €/kg	3,84 €/kg	0,39 €/kg	5,9 €/kg

Pateikto pavyzdžio skaičiavimų sąlyginumą lemia tai, kad kiekvienoje valstybėje ar jos regione egzistuoja savi įkainiai už statybos ir montavimo darbus, įrangą, elektros energiją, vandenį, šilumą, pašarus ir kitus išlaidų mechanizmus. Todėl vertinant URS ekonominį efektyvumą, būtina naudoti pagal vietines sąlygas adaptuotus sąnaudų duomenis.