

Rokasgrāmata recirkulācijas akvakultūrā

Ievads jaunās, videi draudzīgās un augstražīgās slēgtajās
zivju audzēšanas sistēmās

Autors: Jakobs Bregnballe



Rokasgrāmata recirkulācijas akvakultūrā

Ievads jaunās, videi draudzīgās un augstražīgās slēgtajās zivju audzēšanas sistēmās

Autors: Jakobs Bregnballe

Jelgava 2011

No angļu valodas tulkojis Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskais institūts „BIOR”, Rīga, 2011.



PROJEKTU LĪDZFINANSE
EIROPAS SAVIENĪBA



Izdevis SIA „Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs”, Jelgava, 2011.



SIA „Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs”

Priekšvārds

Stingrie ekoloģiskie ierobežojumi, lai līdz minimumam samazinātu vides piesārņojumu no zivju mazuļu audzētavām un akvakultūras saimniecībām, Ziemeļeiropas valstīs ir izraisījuši strauju recirkulācijas sistēmu tehnoloģisko attīstību. Tomēr recirkulācija nodrošina arī augstākus un stabilākus akvakultūras ražošanas rādītājus ar zivju mazāku saslimstību un labākām iespējām kontrolēt audzētavas parametrus, kuri ietekmē mazuļu augšanu. Šāda attīstība ir apsveicama un pilnībā atbilst Apvienoto Nāciju Pārtikas un lauksaimniecības organizācijās (turpmāk tekstā - FAO) Atbildīgas zivsaimniecības rīcības kodeksam. Šī rokasgrāmata recirkulācijas akvakultūrā ir papildinājums FAO Centrālās un Austrumeiropas Apakšreģionālā biroja (turpmāk tekstā – FAO SEUR) veiktajam darbam vides ilgtspējīgā akvakultūrā.

Ūdens recirkulācijas tehnoloģija nozīmē arī to, ka vairs nav nepieciešams akvakultūras saimniecības izvietot neskartās vietās pie upēm. Tagad tās var celt gandrīz jebkurā vietā ar daudz mazākiem no baktērijām tīra ūdens resursiem. Tāpēc FAO ir bijis prieks atbalstīt šīs rokasgrāmatas izdošanu, kas, mēs ceram, var iedvesmot un palīdzēt akvakultūras audzētājiem ieviest recirkulācijas sistēmas nākotnē.



Tomass Moth-Poulsens
/Thomas Moth-Poulsen/
Zivsaimniecības eksperts Centrālajā un Austrumeiropā
FAO

Kā vienai no visstraujāk augošajām lauksaimniecības pārtikas nozarēm akvakultūrai ir potenciāls tālākai izaugsmei pasaules iedzīvotāju apgādē ar augstas kvalitātes un veselīgiem zivju produktiem. 2006. gadā zvejas produkcija sasniedza savu augstāko punktu – aptuveni 90 miljonus tonnu, kamēr akvakultūras produkcija ir saglabājusi ikgadēju aptuveni sešu procentu pieaugumu, pasaulē kopumā saražojot tuvu pie 52 miljoniem tonnu produkcijas.

Pastiprināts uzsvars uz ilgtspēju, patērētāju pieprasījumu, pārtikas drošību un izmaksu efektivitāti prasa nepārtrauktu jaunu tehnoloģiju pilnveidošanu. Kopumā akvakultūras ražošana ietekmē vidi, bet jaunākās recirkulācijas metodes ievērojami samazina šo ietekmi, salīdzinājumā ar tradicionālajām zivju audzēšanas metodēm. Tādējādi recirkulācijas sistēmas piedāvā divas tūlītējas priekšrocības: izmaksu efektivitāti un samazinātu ietekmi uz vidi.

Šajā rokasgrāmatā uzmanība ir pievērsta pārejai no tradicionālajām audzēšanas metodēm uz recirkulācijas akvakultūru, un tā audzētājiem sniedz ieteikumus, kā šajā ceļā izvairīties no iespējamām kļūdām.

Rokasgrāmata balstās uz viena no šīs nozares viskompetentākā eksperta, Jakoba Bregnballes no kompānijas „AKVA group”, pieredzi. Ceram, ka rokasgrāmata būs noderīga tiem zivju audzētājiem, kuri apsver pāreju uz recirkulācijas sistēmām. Šī grāmata ir Starptautiskās Organizācijas zivsaimniecības attīstībai Austrumu un Centrālajā Eiropā (EUROFISH), FAO SEUR un „AKVA group” kopīga publikācija.



Aina Afanasjeva,
Eurofish direktore

Par autoru Jakobu Bregnballi un kompāniju „AKVA group”

Jakobs Bregnballe (Jacob Bregnballe) no „AKVA group” ir darbojies recirkulācijas akvakultūrā vairāk nekā 30 gadus. Viņam Dānijā ir sava zivju audzētava a/s „Asnæs Fiskeopdræt”, kas ir piedalījies daudzu tehnoloģisku jauninājumu ieviešanā ar mērķi uzlabot recirkulācijas sistēmas daudzām akvakultūras sugām. Viņš ir arī darbojies kā starptautisks konsultants akvakultūras nozarē, un viņam ir maģistra grāds, iegūts Kopenhāgenas Universitātē. Jakobs Bregnballe ir pārdošanas direktors uz sauszemes bāzētā akvakultūras kompānijā „AKVA group”, kas ir lielākā akvakultūras tehnoloģiju kompānija pasaulē, un kuras darbība aptver visus akvakultūras ražošanas aspektus kā krastā, tā arī jūrā. Kompānijai ir vairāk nekā 25 gadu pieredze plastmasas un tērauda zivju audzēšanas sprostos, apkalpes laivu, barības baržu, barotājsistēmu, sensoru sistēmu un zivju audzēšanas datorprogrammu projektēšanā un ražošanā. Kompānija sniedz risinājumus un atbalstu jebkurā jautājumā saistībā ar recirkulācijas akvakultūru.

AKVAGROUP™

Kontaktinformācija:
AKVA group Denmark A/S
Teknikervej 14
DK-7000 Fredericia,
Denmark

Tel.: (+45) 7551 3211
Mob.: (+45) 2068 0994
Fax: (+45) 7551 4211
www.akvagroup.com

Saturs

1. Ievads recirkulācijas akvakultūrā	7
2. Recirkulācijas sistēma soli pa solim	11
Recirkulācijas sistēmas sastāvdaļas	13
Zivju baseini	13
Mehāniskā filtrācija	16
Bioloģiskā attīrīšana	17
Degazācija, aerācija un gāzu neitralizācija	22
Bagātināšana ar skābekli	23
Ultravioletā gaisma	24
Ozons	25
pH regulēšana	25
Siltumapmaiņa	25
Ūdens sūkņi	26
Uzraudzība, kontrole un trauksmes signalizācija	27
Avārijas sistēma	27
Ieņemamais ūdens	28
3. Zivju sugas recirkulācijas audzētavās	31
4. Projektu plānošana un īstenošana	36
5. Recirkulācijas sistēmas ekspluatēšana	41
6. Notekūdeņu attīrīšana	45
7. Slimības	51
8. Audzētavu darbības piemēri	57
Lašu smoltu audzēšana Čīlē	57
Ātes audzēšana Ķīnā	58
Foreļu paraugaudzētavas Dānijā	58
Recirkulācija un resursu atražošana	59
Lielsaimniecības	60
Atsauces	62
Pielikums – Kontrolsaraksts recirkulācijas sistēmas ieviešanā	63

1. Ievads recirkulācijas akvakultūrā

Recirkulācijas akvakultūra pamatā ir zivju un citu ūdens organismu audzēšanas tehnoloģija, kas vairākkārt izmanto ražošanā iesaistīto ūdeni. Tā balstās uz mehānisko un bioloģisko filtru izmantošanu, un principā šo metodi var pielietot jebkurai akvakultūras sugai kā zivīm, garnelēm, gliemenēm u.c. Tomēr recirkulācijas tehnoloģiju galvenokārt izmanto zivju audzēšanā, un šī rokasgrāmata ir paredzēta tieši cilvēkiem, kas darbojas šajā akvakultūras jomā.

Daudzās akvakultūras nozarēs recirkulācijas izmantošana strauji pieaug, un ražotnēs darbojas visdažādākā mēroga sistēmas, sākot no milzīgām fabrikām, kas katru gadu saražo tonnām preču zivju patēriņam,

līdz nelielām speciālām sistēmām izzūdošo sugu un populāciju atjaunošanai.

Recirkulāciju var īstenot ar dažādu intensitāti atkarībā no recirkulējamā jeb atkārtoti izmantojamā ūdens daudzuma sistēmā. Dažās zivju audzētavās ir izveidotas ārkārtīgi intensīvas audzēšanas sistēmas slēgtās telpās ar siltumizolāciju, kur uz vienu kilogramu izaudzēto zivju izmanto tikai 200 l svaiga ūdens. Citas recirkulācijas sistēmas ir novietotas zem klajas debess, tās parasti ir pārbūvētas vecās zivju audzētavas, kas uz saražoto zivju kilogramu patērē aptuveni 3 m³ svaiga ūdens. Tradicionālā caurteces sistēma forelēm parasti izlieto aptuveni 30 m³ ūdens uz saražoto zivju kilogramu.



1.1. att. Recirkulācijas zivju audzētavas baseini slēgtās telpās

Recirkulācijas akvakultūrai nepieciešamais samazinātais ūdens daudzums, protams, ir labvēlīgs faktors arī no vides aizsardzības viedokļa, jo ūdens resursi daudzos reģionos ir ierobežoti. Recirkulācijā ir arī daudz vieglāk un lētāk atbrīvoties no barības vielām, kas izdalās ar zivju ekskrementiem, jo iztekošā ūdens daudzums no šīm sistēmām ir daudz mazāks nekā parastajās zivju audzētavās. Tādēļ recirkulācijas akvakultūru var uzskatīt par videi visdraudzīgāko no komerciāli dzīvotspējīgajām zivju audzēšanas metodēm.

Ūdens temperatūra, tā tīrība, skābekļa līmenis, zāļu un lapu sanesas, kas, peldot pa straumi, var nosprostot ūdens filtrus utt. Recirkulācijas sistēmās šādi ārējie faktori ir pilnībā vai daļēji novērsti atkarībā no recirkulācijas pakāpes un ražotnes konstrukcijas.

Ūdens recirkulācija dod iespēju zivju audzētājam pilnībā kontrolēt visus ražošanas parametrus, un katra zivju audzētāja prasme apieties ar recirkulācijas sistēmu šeit iegūst tikpat lielu nozīmi kā viņa prasme kopt zivis.



1.2. att. Recirkulācijas sistēmas baseini zem klajas debess

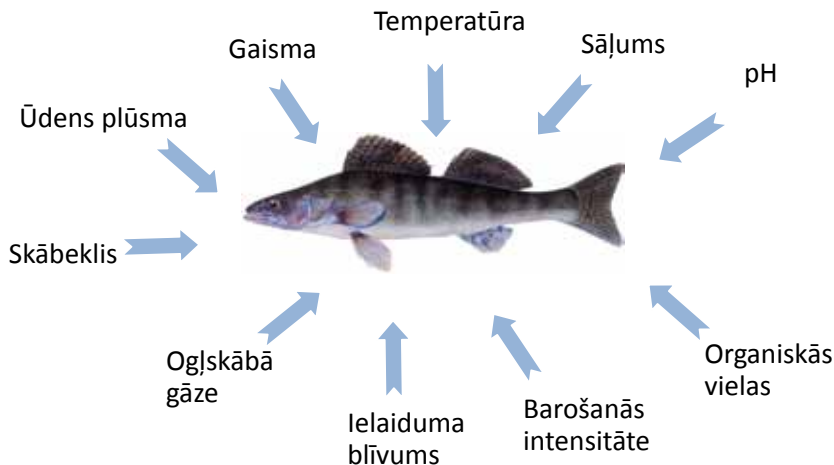
Tomēr visinteresantākais ir fakts, ka ierobežotais ūdens daudzums dod ievērojamu labumu pašiem ražošanas procesiem zivju audzētavā. Tradicionālā zivju audzēšana ir pilnībā atkarīga no tādiem ārējiem apstākļiem, kā no upes ieņemamā

Tādu parametru kā ūdens temperatūra, skābekļa līmenis vai dienasgaismas kontrole nodrošina zivīm stabilus un optimālus apstākļus, kas savukārt mazina to stresu un paver iespējas labai augšanai. Stabili vides apstākļi gala rezultātā nodrošina

paredzamu zivju augšanas modeli, ļaujot audzētājam precīzi prognozēt, kad tās sasniegs noteiktos izmērus vai attīstības stadiju, kā arī rada iespēju sastādīt precīzu ražošanas plānu un paredzēt, kad zivis būs gatavas realizācijai. Tas atvieglo audzētavas vispārējo apsaimniekošanu un nostiprina audzētāja konkurētspēju tirgū.

Recirkulācijas tehnoloģijas izmantošanai zivju audzēšanā ir arī daudz

Tā kā recirkulācijas sistēmai nav nepieciešams daudz ūdens, to parasti ņem no urbuma, drenāžas avota vai dabiskās ūdenstilpes, tāpēc slimību risks ir minimāls. Sakarā ar ierobežoto ūdens patēriņu recirkulācijā ūdeni parasti ņem no urbumiem, drenāžas sistēmām vai avotiem, kur slimību risks ir minimāls. Praktiski daudzās recirkulācijas sistēmās nav slimību problēmu, tāpēc arī medikamentus lieto ievērojami mazāk, kas nāk par labu pro-



1.3. att. Galvenie faktori, kas ietekmē zivju augšanu.

citu priekšrocību, kas ir aprakstītas šīs rokasgrāmatas turpmākajās nodaļās. Tomēr jau pašā sākumā ir jāmin kāds ārkārtīgi nozīmīgs faktors – zivju slimības. Recirkulācijas sistēmā ievērojami samazinās patogēnu ietekme, jo, izmantojot ierobežotu daudzumu ūdens, līdz minimumam samazinās invazīvo slimību ienešanas iespēja no ārējās vides. Parasti ūdeni zivju audzētavai ņem no upes, ezera vai jūras, kas dabiski palielina risku introducēt slimības.

dukcijas kvalitātei un apkārtējai videi. Ne visi cilvēki var nodarboties ar akvakultūru - tā prasa zināšanas, labu zootehnikas praksi, neatlaidību un dažreiz arī „dzelzs nervus”. Pāreja no tradicionālās zivju audzēšanas uz recirkulāciju vienkāršo daudzas lietas, tomēr tā prasa arī jaunas zināšanas un prasmes. Lai gūtu panākumus ar šo diezgan moderno akvakultūras metodi, nepieciešama speciāla apmācība un izglītība, kam šī rokasgrāmata arī ir paredzēta.

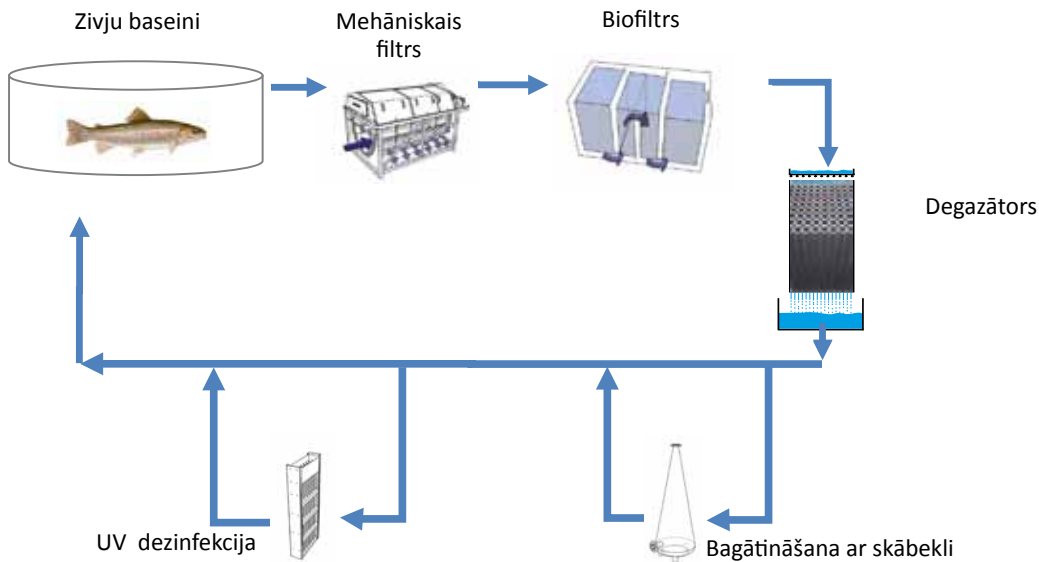
2. Recirkulācijas sistēma soli pa solim

Recirkulācijas sistēmā ir nepārtraukti jāattīra ūdens, lai atbrīvotos no zivju ekskrementu atkritumproduktiem un papildinātu skābekli zivju dzīvības un labturības nodrošināšanai. Principā recirkulācijas sistēmas tehnoloģiskā līnija ir vienkārša. No zivju audzēšanas baseiniem ūdens plūst uz mehāniskajiem filtriem, tad uz bioloģiskajiem filtriem, tālāk tas tiek bagātināts ar skābekli, atbrīvots no oglekļa dioksīda un iesūknēts atpakaļ zivju baseinos. Tāds ir recirkulācijas pamatprincips.

Atkarībā no ūdens kvalitātei izvīrtajām konkrētām prasībām recirkulācijas sistēmai parasti

pievieno vēl vairākas citas iekārtas, kas nodrošina tā bagātināšanu ar tīru skābekli, dezinfekciju ar ultravioleto gaismu vai ozonu, automātisku pH regulēšanu, siltumapmaiņu, denitrifikāciju vai vēl kādu citu procesu.

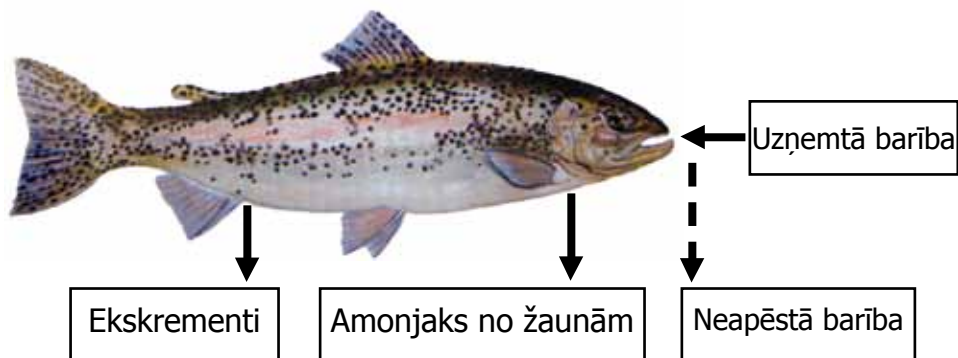
Zivju audzētavas zivīm nepieciešama barošana vairākas reizes dienā. Barība tiek apēsta, sagremota un izmantota vielmaiņas procesā, lai nodrošinātu zivis ar enerģiju, spēju augt un citiem fizioloģiskiem procesiem. Skābeklis (O_2) tiek uzņemts caur žaunām, un tas nepieciešams, lai nodrošinātu enerģiju un sadalītu olbaltumus. Šajā procesā kā atkritumprodukti izdalās oglekļa



2.1.att. Recirkulācijas sistēmas pamatshēma. Ūdens attīršanas sistēma pamatā sastāv no mehāniskā filtra, biofiltra un degazatora. Atkarībā no prasībām var tikt pievienotas papildu iekārtas bagātināšanai ar skābekli vai dezinfekcijai ar ultravioleto starojumu.

dioksīds (CO_2) un amonjaks (NH_3). Nesagremotā barība nonāk ūdenī ar fēcēm, suspendētajām cietajām vielām (SC) un organiskajām vielām. Oglekļa dioksīds un amonjaks izdalās

Recirkulācijas sistēmā ir vēlama augsta barības izmantojamība, lai līdz minimumam samazinātu atkritumus un ekskrementus, tādējādi samazinot arī attīrīšanas sistēmas noslodzi.



2.2. att. Zivju augšana un atkritumproduktu izdalīšanās ir atkarīgas no barības un skābekļa patēriņa.

ūdenī arī caur žaunām. Tādējādi, zivīm patērējot barību un skābekli, ūdens sistēmā tiek piesārņots ar fēcēm, amonjaku un oglekļa dioksīdu.

Recirkulācijas sistēmā zivīm ir ieteicama vienīgi sausā barība. Zivju pārstrādes atkritumus nevajadzētu izmantot nekādā formā, jo tie var nopietni piesārņot sistēmu un izraisīt slimību izplatīšanos. Sausā barība ir droša, un viena no tās priekšrocībām ir sastāva atbilstība zivju patiesajām bioloģiskajām vajadzībām. Sauso barību piedāvā ar dažāda izmēra granulām, piemērotām katrai zivju attīstības stadijai. Tās sastāvs ir kombinēts, lai nodrošinātu specifisku barību mazuļiem, vaisliniekiem, preču zivīm utt.

Profesionāli apsaimniekotā sistēmā visa izēdinātā barība tiek izmantota pilnīgi, līdz minimumam samazinot neapēsto daļu. Barības pārrēķina koeficients (BK) - rādītājs, kas liecina, cik kilogramu barības tiek izmantots uz katru izaudzēto zivju kilogramu, uzlabojas, un audzētājs iegūst vairāk produkcijas pie mazāka filtru sistēmas noslogojuma. Neapēstā barība ir velti iztērēta nauda, kas pie tam apgrūtina ūdens attīrīšanas iekārtu darbību. Jāatzīmē, ka ir pieejamas recirkulācijas sistēmām īpaši piemērotas zivju barības. Šādu barību sastāvs ir vērsts uz maksimālu olbaltumvielu uzņemšanu, līdz minimumam samazinot slāpekļa savienojumu ekskreciju ūdenī

	Zivju lielums, grami	Olbaltumvielas	Tauki
3 mm	40 – 125	44 %	26 %
4.5 mm	100 – 500	43 %	27 %
6.5 mm	400 – 1200	42 %	28 %

Sastāvs %	3.0 mm	4.5 mm	6.5 mm
Zivju milti	35	34	32
Zivju eļļa	21	22	23
Asins milti	10	10	10
Zirņi	10	10	10
Soja	9	8	10
Kvieši	14	15	14
Vitamīni, minerāli u.c.	1	1	1

2.3. att. Recirkulācijas sistēmai piemērotas foreļu barības sastāvs un izejvielu komponenti. Avots: BioMar.

Recirkulācijas sistēmas sastāvdaļas

Zivju baseini

Zivju audzēšanas baseinos zivju vajadzībām jāatbilst gan ūdens

kvalitātei, gan tvertnes konstrukcijai. Lai iegūtu labus rezultātus, katrai audzējamai sugai jāizvēlas atbilstošas konstrukcijas baseini, ņemot vērā to veidu un izmēru, ūdens slāņa dziļumu, pašattīršanās spēju utt. Baseina tipa

Baseinu īpašības	Apaljie baseini 	Garenie baseini ar ovāliem galiem 	Garenie baseini ar taisniem galiem 
Pašattīršanās efekts	5	4	3
Atkritumu daļiņu izvadīšanas laiks	5	4	3
Skābekļa kontrole un regulācija	5	5	4
Telpas izmantošana	2	4	5

2.4. att. Dažādas baseinu konstrukcijas piešķir tiem atšķirīgas īpašības un priekšrocības. Vērtējums 1-5 ballu sistēmā, kur 5 ir labākais.

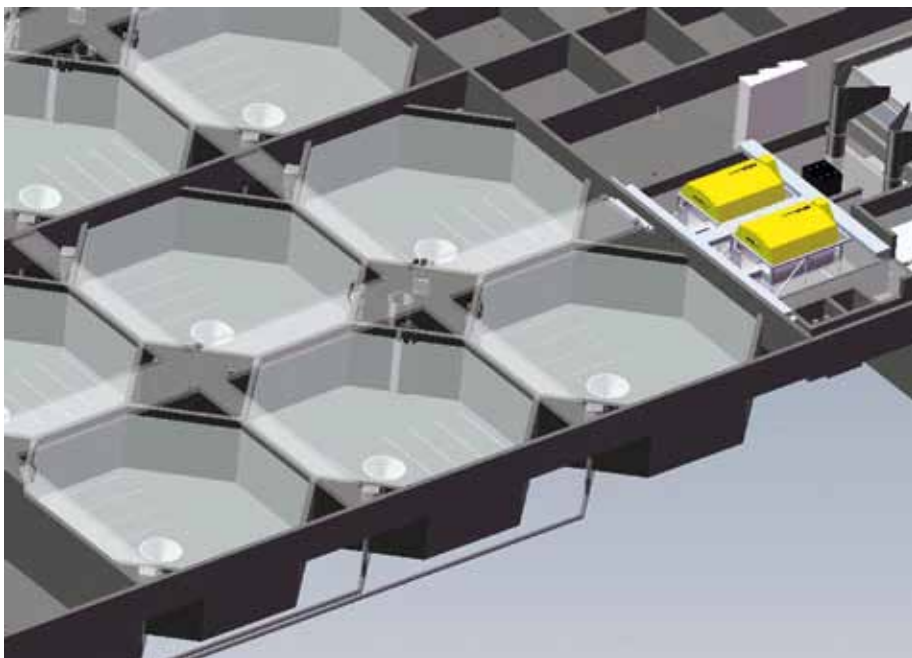
izvēlei var būt ievērojama ietekme arī uz audzējamo zivju uzvedību.

Zivīm, kas dzīvo pie grunts (akmeņplekste, jūrasmēle un citas plekstveidīgās zivis), tvertnes platībai ir vislielākā nozīme, un ūdens dziļums un straumes ātrums var tikt samazināti, kamēr pelagiskās sugas, kā lašveidīgie, iegūs no lielāka ūdens tilpuma un labāk augs, ja ūdens plūsmas ātrums būs lielāks.

Baseinu pašattīršanās spēju nosaka tā hidrauliskais modelis un gravitācijas spēki. Apaļos baseinos, kā arī kvadrātiskos baseinos ar nošķeltajiem stūriem straumi vislabāk regulēt, ierīkojot ūdens vertikālu

ieplūdi, papildinātu ar horizontālu novirzītāju - cirkulāras straumes radītāju. Šādos baseinos visa ūdens masa virzās apkārt centram, un organisko atkritumvielu daļiņām parasti līdz dažām minūtēm saisinās peldēšanas laiks ūdens slānī.

Garenos baseinos parasti nevar panākt, lai dabiskais gravitācijas spēks radītu pietiekami stipru straumi, kas hidrauliski nodrošinātu atkritumu daļiņu izvadīšanu. No otras puses, ja zivju blīvums ir atbilstošs, tad baseina pašattīršanās spēja ir vairāk atkarīga no zivju aktivitātes nekā no baseina konstrukcijas īpatnībām. Visu tipu baseinos to dibena slīpumam attiecībā uz pašattīršanās efektu



2.5. att. Astonstūru baseinu izvietojuma piemērs recirkulācijas zivju audzētavā, kurā tiek lietderīgi izmantota telpa un panākts labs pašattīršanās efekts. Avots: AKVA group.

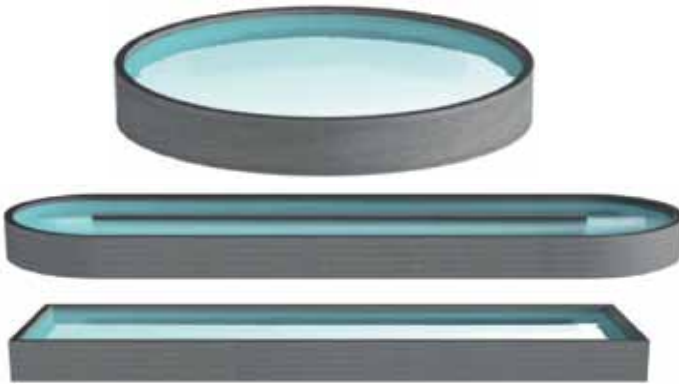
nav praktiskas nozīmes, tomēr tas atvieglo tvertnes pilnīgu nolaišanu un iztukšošanu.

Apaljie baseini aizņem vairāk vietas nekā garenie baseini, kas kopumā paaugstina ēkas būvniecības izmaksas. Taču, apaļiem baseiniem nošķeļot malas, iegūstam astoņstūru tvertnes, kas nodrošina labāku telpas izmantojumu, saglabājot apaļo baseinu hidrauliskās priekšrocības. Ir svarīgi atzīmēt, ka, konstruējot lielizmēra zivju audzēšanas tvertnes, vienmēr ir labāk izvēlēties apaļās konstrukcijas, jo tās ir visstiprākās un arī vislētākās no instalāciju uzstādīšanas viedokļa.

Jaukts variants starp apaļo un četrstūru baseinu ir garens baseins ar noapaļotiem (D veida) galiem, kas apvieno apaļās tvertnes labās pašattīrīšanās spējas ar garenā baseinu efektīvo telpas izmantojumu.

Tomēr praksē šādus baseinus izmanto diezgan reti, jo to instalācija prasa papildus darbu un jaunas apsaimniekošanas operācijas.

Skābekļa līmeņa kontrole un regulēšana apaļajos un tiem līdzīgajos baseinos ir relatīvi viegla, jo ūdens slānis nemitīgi maisās, izlīdzinot gandrīz vienādu ūdens sastāvu visos tvertnes punktos. Tas nozīmē, ka apaļos baseinos skābekļa līmeni ir samērā viegli noregulēt atkarībā no konkrētās situācijas, jo kontroles zonde nekavējoties uzrāda faktisko stāvokli. Turpretim garenā taisnteces baseinā skābekļa līmenis vienmēr ir augstāks pie ūdens ietece un zemāks pie iztece, kas rada atšķirīgus vides apstākļus atkarībā no tā, kurā vietā zivis pulcējas. Skābekļa zondei vienmēr jāatrodas vietā, kur skābekļa līmenis ir viszemākais - tuvu ūdens iztecei. Garenos baseinos skābekļa saturs kritums virzienā pa straumi



2.6. att. Apaļš baseins, garens baseins ar noapaļotiem galiem un garens baseins ar taisniem galiem

apgrūtina tā regulāciju, jo laika starpība kopš brīža, kad skābeklis tiek normalizēts pie ieplūdes, līdz brīdim, kad tas noregulējas pie izplūdes, var būt līdz vienai stundai. Tādējādi skābeklis visu šo laiku var svārstīties augšup un lejup ap izvēlēto līmeni.

Baseinu ūdens izplūdes atveres ir jāaprīko ar piemērotu acu izmēra sietiem tā, lai nodrošinātu atkritumproduktu novadīšanu un izņemšanu no sistēmas. Arī beigtajām zivīm jābūt viegli izvācamām baseinu apkopes ikdienas operācijās.

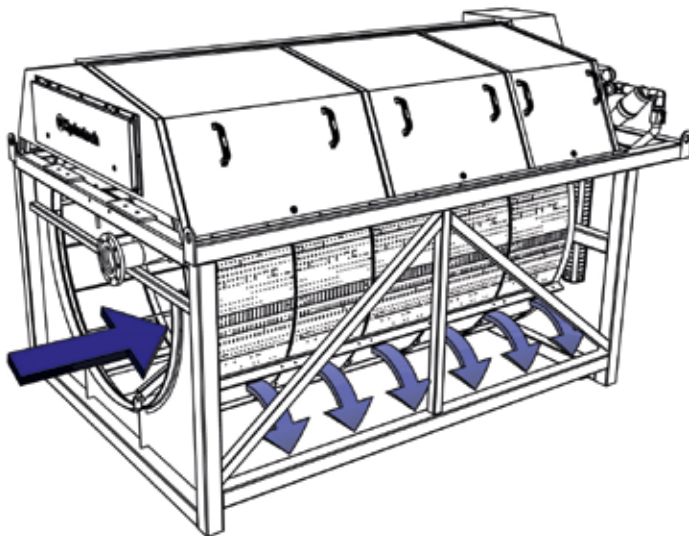
Baseinus var aprīkot ar ūdens līmeņa un skābekļa zondēm, attiecīgām trauksmes signalizācijas iekārtām, kā arī skābekļa avārijas padeves un izkliedes uzgaļiem - difuzoriem.

Mehāniskā filtrācija

No zivju audzēšanas baseiniem izplūstošā ūdens mehāniskā filtrācija ir izrādījusies vienīgā efektīvā metode, lai atbrīvotos no organiskajiem atkritumproduktiem. Mūsdienās gandrīz visas recirkulācijas zivju audzētavas filtrē izplūstošo ūdeni caur tā saucamo mikrosietu, kura filtra membrānas poru izmēri ir 40-100 mikroni. Cilindriskais filtrs ir visbiežāk lietotais mikrosietu filtru mehānisms, kura konstrukcija nodrošina cieto atkritumdaļiņu vieglu izņemšanu.

Cilindriskā filtra darbība:

- 1) Filtrējamais ūdens ieplūst cilindrā;
- 2) ūdens tiek izfiltrēts caur mikrosietiem. Filtrācijas virzošais spēks ir ūdens līmeņa starpība filtra iekšpusē un ārpus tā;
- 3) cietās daļiņas aiztur filtra membrāna un, cilindram rotējot,



2.7. att. Cilindriskais mehāniskais filtrs. Avots: Hydrotech.

tās tiek novirzītas uz skalošanas zonu;

- 4) ūdens caur skalošanas sprauslām tiek iesmidzināts no filtra elementu ārpusēs. Izskalošanas organisko vielu daļiņas nonāk dūņu tehnē;
- 5) dūņas gravitācijas rezultātā tiek izskalotas no filtra un novirzītas uz ārējo kanalizāciju un attīrīšanas iekārtu (sk. 6. nodaļu).

Ūdens mehāniskajai filtrācijai ar mikrosietu ir šādas priekšrocības:

- samazinās organisko vielu slodze uz biofiltru,
- aizskalojot organiskās daļiņas, ūdens kļūst dzidrāks,
- uzlabojas nitrifikācijas apstākļi, jo biofiltrs neaizsprostojas,
- stabilizējas biofiltrācijas process.

Bioloģiskā attīrīšana

Recirkulācijas sistēmās ne visas organiskās daļiņas tiek savāktas ar mehāniskā filtra palīdzību, vismalkākās no tām izklūst cauri membrānām līdz ar izšķīdušajiem komponentiem, piemēram, fosfora un slāpekļa savienojumiem. Fosfora savienojumi - fosfāti ir inertas vielas, bez toksiska efekta, taču daži slāpekļa savienojumi, jo īpaši brīva amonjaka (NH_3) formā, ir ļoti toksiski, un tos nepieciešams biofiltrā pārstrādāt par nekaitīgu nitrātu. Amonjaka un organisko vielu sabrukšana ir bioloģisks process, ko nodrošina biofiltrā esošās dažādās baktērijas. Heterotrofiskās baktērijas oksidē organiskās vielas, patērējot skābekli, izdalot oglekļa dioksīdu, amonjaku un

radot dūņas. Savukārt nitrificējošās baktērijas pārvērš amonjaku nitrītā un visbeidzot nitrātā.

Biofiltrācijas efektivitāte galvenokārt ir atkarīga no:

- ūdens temperatūras sistēmā,
- pH līmeņa sistēmā.

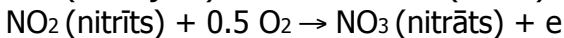
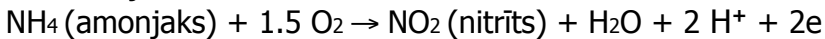
Lai sasniegtu pieņemamu nitrifikācijas pakāpi, ūdens temperatūrai ir jābūt 10–35 °C robežās (optimāli - ap 30 °C), un pH līmenim 7 - 8. Ūdens temperatūra recirkulācijas sistēmā visbiežāk ir atkarīga no audzējamās sugas, un parasti tiek piemērota vislabāko apstākļu nodrošināšanai zivīm, tāpēc tā ne vienmēr ir optimāla nitrifikācijas procesam. Saistībā ar biofiltra efektivitāti pH līmeņa regulēšana recirkulācijas sistēmā tomēr ir svarīga, jo zemāks pH līmenis samazina biofiltra efektivitāti. Tādēļ pH ir jāuztur virs 7, lai nodrošinātu nitrificējošo baktēriju lielu aktivitāti. No otras puses, pH paaugstināšanās var izraisīt brīvā amonjaka (NH_3) pieaugumu, kas veicinātu toksisko efektu. Tāpēc ir jāatrod līdzsvars starp šiem abiem pretējiem pH regulēšanas mērķiem. Ieteicamais pielāgošanas līmenis ir pH starp 7,0 un 7,5.

Ūdens recirkulācijas sistēmā pH ietekmē divi galvenie faktori:

- zivju saražotā oglekļa gāze un biofiltra aktivitāte,
- nitrifikācijas procesā saražotā skābe.

CO_2 tiek likvidēts ūdens aerācijas procesā, kuŗa laikā notiek arī degazācija. Šo procesu var paveikt

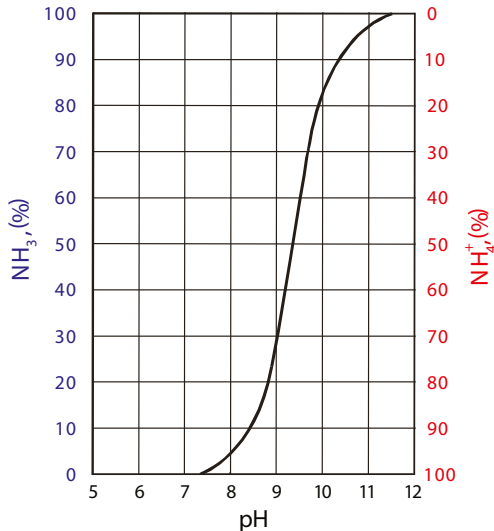
Nitrifikācijas rezultāts:



vairākos veidos, kas aprakstīti šajā nodaļā.

Nitrifikācijas procesā rodas skābe (H^+), un pH līmenis nokrītas. Lai stabilizētu pH, jāpievieno sārms. Šim nolūkam ūdenim pievieno kaļķi, nātrija hidroksīdu vai citu sārmainu vielu.

Zivju ekskrementos sastopami dažādi slāpekļa savienojumi, kurus nosaka un mēra kā kopējo slāpekli (TAN), kas ir amonijs (NH_4^+) + amonjaks (NH_3), kur amonjaks sastāda lielāko daļu.



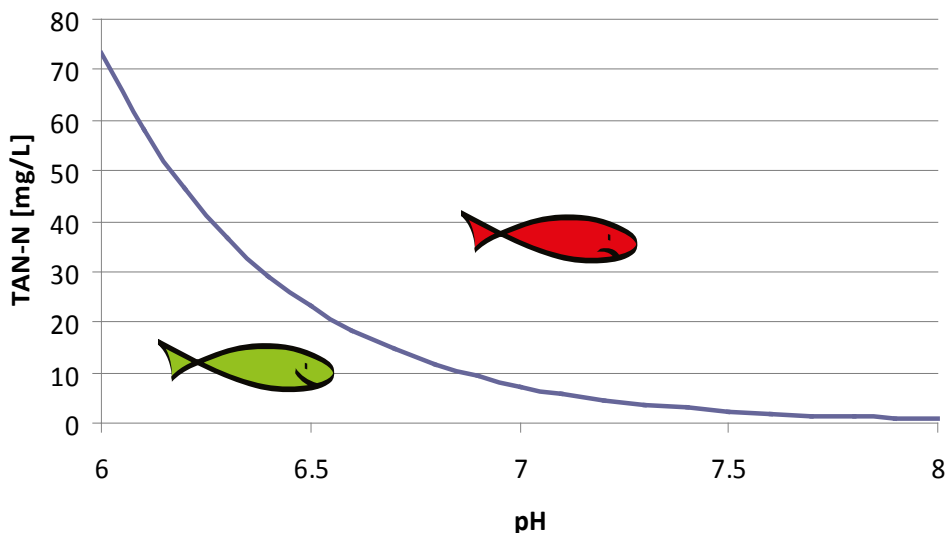
2.8. att. Līdzsvars starp amonjaku (NH_3) un amoniju (NH_4^+) pie 20 °C temperatūras. Ja pH ir zemāks par 7, amonjaks nav sastopams, taču tā līmenis strauji palielinās, pH pieaugot.

Amonjaka daudzums ūdenī tomēr ir atkarīgs no pH līmeņa, kā redzams 2.8. attēlā, kas rāda līdzsvaru starp amonjaku (NH_3) un amoniju (NH_4^+).

Amonjaks zivīm ir toksisks koncentrācijā virs 0,02 mg/l. 2.9. attēlā var redzēt, ka kopējo slāpekļa vielu (TAN) palielinātu koncentrāciju var pieļaut vienīgi, nodrošinot, ka amonjaks tajās nepārsniedz 0,02 mg/l. Tā kā zemāki pH līmeņi samazina risku pārkāpt šo toksiskā amonjaka robežu, zivju audzētājiem ir nepieciešams uzturēt pH vismaz 7 līmenī, lai nodrošinātu augstāku biofiltra aktivitāti. Kā parādīts attēlā, tādā darbības režīmā pieļaujamā kopējā slāpekļa koncentrācija ievērojami samazinās.

Nitrīts (NO_2) veidojas nitrifikācijas procesa starpposmā, un ir toksisks zivīm koncentrācijā virs 2 mg/l. Ja zivis recirkulācijas sistēmā kampa gaisu, kaut arī skābekļa koncentrācija ir laba, tad iemesls var būt augsta nitrīta koncentrācija. Ja nitrīta koncentrācija ir augsta, tas caur žaunām nokļūst asinsritē, kur apgrūtina skābekļa uzņemšanu. Pievienojot ūdenim sāli koncentrācijā tikai 0,3 ‰, nitrīta uzņemšana tiek nomākta.

Nitrāts ir nitrifikācijas procesa galaprodukts, un, kaut arī to uzskata



2.9. att. Sakarība starp pH un kopējo slāpekli ūdenī, ja toksiskā amonjaka koncentrācija ir 0,02 mg/l.

par zivīm nekaitīgu, tā augstām koncentrācijām (virs 100 mg/l), domājams, ir negatīva ietekme uz augšanu un barības izmantojamību. Ja svaiga ūdens pievadīšana recirkulācijas sistēmā tiek ierobežota līdz minimumam, nitrāts neizbēgami uzkrājas, sasniedzot nepieļaujami augstu līmeni. No tā var izvairīties, piemēram, palielinot svaigā ūdens apmaiņu baseinos un tādā veidā atšķaidot nitrātu koncentrāciju līdz pieņemamam, nekaitīgam līmenim.

No otras puses, pati recirkulācijas ideja ir ūdens taupīšana, un dažos gadījumos tas ir galvenais mērķis. Šādos apstākļos nitrāta koncentrāciju var samazināt ar denitrifikāciju. Normālos apstākļos ūdens patērīš virs 300 litriem uz 1 kg izmantotās barības ir pietiekams, lai ierobežotu nitrātu koncentrāciju. Izmantojot

mazāk ūdens nekā 300 litri uz 1 kg barības, nepieciešams apsvērt denitrifikācijas lietderību.

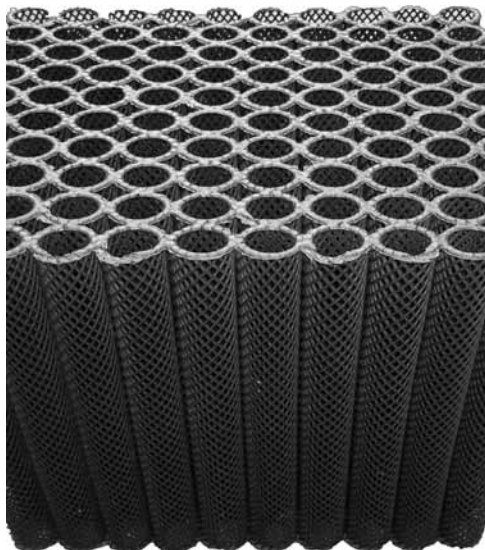
Dominējošā denitrificējošā baktērija ir Pseudomonas, kuras darbības process ir anaerobisks, bezskābekļa, kas reducē nitrātu par atmosfēras slāpekli. Būtībā šis process pārceļ slāpekli no ūdens atmosfērā, tādā veidā šamazinot tā slodzi uz apkārtējo vidi. Šim procesam ir nepieciešams organiskas izcelsmes avots (ogleklis), piemēram, koka spirts (metanols), ko pievieno denitrifikācijas kamerā. Svāra izteiksmē nepieciešami 2,5 kg metanola uz katru kilogramu denitrificētā nitrāta ($\text{NO}_3^- - \text{N}$).

Denitrifikācijas kamerā visbiežāk ievieto biofiltra substrātu ar ekspozīcijas laiku 2-4 stundas. Lai saglabātu izejošā skābekļa

koncentrāciju apmēram 1 mg/l līmenī, šķidrums plūsma ir jākontrolē. Ja skābeklis tiek pilnībā noārdīts, intensīvi sāk veidoties ūdeņraža sulfīds (H_2S), kas ir ārkārtīgi toksisks zivīm, pie tam ar nelāgu smaku (puvušas olas). Rezultātā rodas liels daudzums dūņu, tāpēc iekārta ir jātīra ar pretplūsmas skalošanu, parasti vienreiz nedēļā.

Biofiltrus parasti izgatavo, izmantojot dažāda veida plastikāta substrātu ar lielu virsmas laukumu uz tilpuma vienību (m^3). Baktērijas pārklāj biofiltra substrātu ļoti lielā laukumā plānas plēvītes veidā. Labas konstrukcijas biofiltram ir jānodrošina pēc iespējas lielāks virsmas laukums baktērijām, tomēr nesablīvējot filtra elementus tik cieši, ka darbības laikā tas varētu aizsērēt ar organiskajām vielām. Tādēļ ir svarīgi, lai caur biofiltru būtu nodrošināta laba vispārējā ūdens plūsma kopā ar atbilstošu pretplūsmas skalošanas mehānismu. Pretplūsmas skalošana jāveic atbilstošos intervālos – vienu reizi nedēļā vai mēnesī, atkarībā no filtra noslodzes. Ar saspiestu gaisu biofiltrā tiek sakulta ūdens straume, kas atrauj organiskās vielas no substrāta virsmas. Kamēr notiek skalošana, biofiltru atslēdz no sistēmas. Kad netīrais ūdens ir nolaists, biofiltru atkal pievieno recirkulācijai.

Recirkulācijas sistēmās izmantojamus biofiltrus var konstruēt ar fiksētiem (nostiprinātiem) vai peldošiem (kustīgiem) substrāta elementiem. Visi biofiltri mūsdienu recirkulācijas sistēmās ir iegremdēti ūdenī. Filtram ar fiksēto substrātu tas uz pamatnes ir nostiprināts nekustīgi. Ūdens



2.10. att. Biofiltra substrāta dažādie elementi: peldošie (augšā) un fiksētie (apakšā)

lamināras plūsmas veidā skalojas cauri substrātam, kontaktējoties ar baktēriju plēvīti.

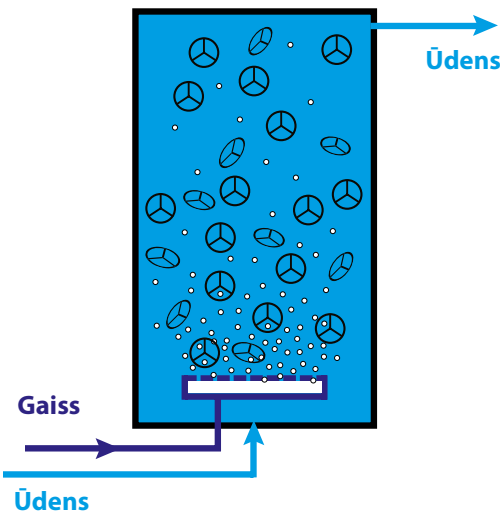
Biofiltrus ar peldošiem plastmasas substrāta elementiem tie riņķo ūdens plūsmā, ko rada, iesūknējot gaisu. Tā kā šī vide ir pastāvīgā kustībā, tad filtra elementus var sablīvēt ciešāk nekā fiksētā substrāta iekārtās, tādā veidā panākot augstāku efektivitāti uz 1 m^3 biofiltra. Tomēr, rēķinot uz pašu filtra elementu virsmas laukuma vienību, lielas starpības starp abu veidu

sistēmām nav, jo baktēriju plēvītes aktivitāte ir apmēram vienāda.

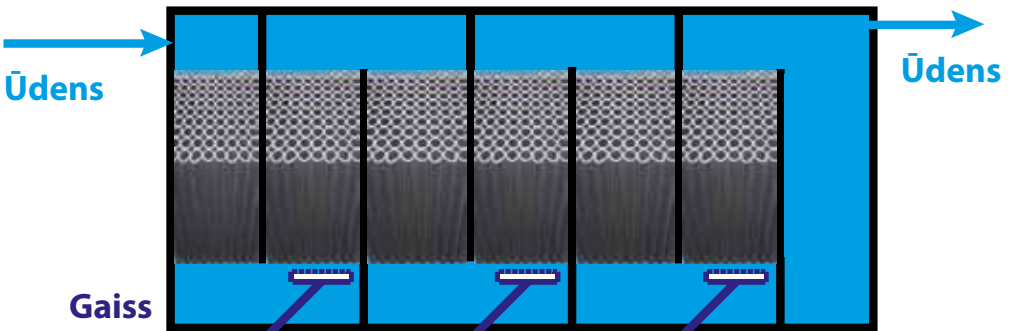
Tomēr fiksētā substrāta filtros smalkās organisko vielu daļiņas pielīp pie baktēriju plēvītes, kas regulāri tiek noskalota. Tādēļ šādi filtri darbojas arī kā smalki mehāniskie filtri, kas atdala mikroskopiskas organiskās daļiņas un dzidrina ūdeni. Peldošajam filtram līdzīga efekta nav, jo pastāvīgas ūdens strāvas neļauj mehāniskajām daļiņām pielipt.

Vienā recirkulācijas sistēmā var izmantot abu veidu filtrus, tos kombinējot: uzstāda kustīgā substrāta filtru, lai racionāli izmantotu telpu, un fiksētā substrāta filtru, lai panāktu mikroskopisko atkritumu pielipšanu un atdalīšanu. Atkarībā no zivju audzētavas izmēriem, audzējamās sugas, tās īpatņu izmēriem un citiem faktoriem biofiltru sistēmas kopējais risinājums var būt atšķirīgs.

Degazācija, aerācija un gāzu neitralizācija



Pirms ūdens atgriešanās atpakaļ zivju baseinos, tas ir jāatbrīvo no uzkrātajām gāzēm. Degazācijas procesu veic ar ūdens aerāciju, un šo metodi bieži dēvē par gāzu neitralizāciju. Zivīm elpojot un biofiltrā augstā koncentrācijā uzkrājoties baktērijām, ūdens piesātinās ar oglekļa dioksīdu, kā arī brīvo slāpekli (N_2). Oglekļa dioksīda un slāpekļa gāzu uzkrāšanās procesam ir negatīva ietekme uz zivju labturību un augšanu. Anaerobos apstākļos, īpaši sālūdens recirkulācijas sistēmās, var izveidoties arī ūdeņraža



2.11. att. Biofiltru uzbūve: ar peldošiem (augšā) un fiksētiem (apakšā) substrāta elementiem

sulfids. Šī gāze ir ārkārtīgi toksiska zivīm pat zemās koncentrācijās, un tās klātbūtnē zivis aiziet bojā.

Aerāciju var veikt, sūknējot gaisu ūdenī un radot vērpētes, kā rezultātā gaisa burbuliņu un ūdens savstarpējā saskarsme izstumj nevēlamās gāzes no ūdens. Vienlaicīgi ar šo zemūdens aerāciju vajadzības gadījumā ūdenim var piešķirt arī plūsmu, piemēram, izmantojot aerācijas akas sistēmu.



2.12. att. Aerācijas akas sistēma

Tomēr ūdens aerācijas akas sistēma nav tik efektīva gāzu izvadīšanā kā pilienu filtru sistēma. Pilienu filtrā gāzes tiek neitralizētas fiziskā kontaktā starp ūdeni un plastmasas substrātu, kas novietots kolonnā. Ūdens tiek pacelts līdz kolonnas augšai uz perforētu sadales plāksni, no kuras tas caur plastmasas substrātu skalojas lejā, nodrošinot maksimālu turbulenci un kontaktu – tā saucamo attīrīšanu no gāzēm procesu. Pilienu filtru bieži dēvē par attīrītāju no CO₂.



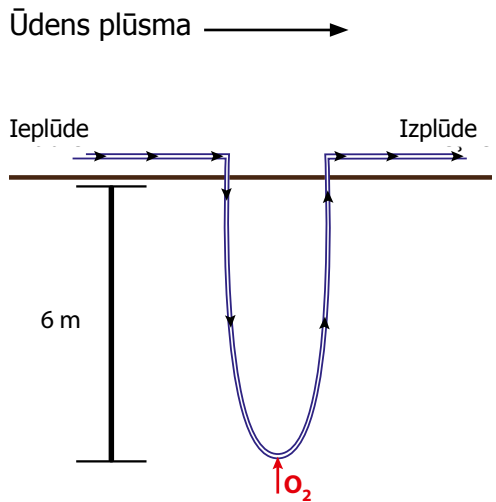
2.13. att. Kolonnas tipa ūdens pilienu filtra fotogrāfija un zīmējums. Lai novērstu ūdens šļakstīšanos uz grīdas, filtrs ir iepakots zilā plastmasas plēvē. Avots: Billund Akvakulturservice, Dānija. Aerācijas / attīrīšanas procesu dēvē arī par CO₂ attīrīšanu. Pilienu filtrā izmanto tādus pašus plastmasas elementus, kā fiksētā substrāta biofiltrā (skatīt 2.10. att.).

Bagātināšana ar skābekli

Ūdens aerācijas procesā ūdenim pievieno nelielu skābekļa daudzumu vienkāršas gāzu apmaiņas ceļā starp gaisu un ūdeni, atkarībā no skābekļa satura ūdenī. Skābekļa līdzsvars ūdenī ir tad, ja piesātinājums ir 100%. Kad ūdens ir izgājis cauri zivju audzēšanas baseiniem, skābekļa saturs parasti ir pazeminājies līdz 70%, un tālāk biofiltros tas vēl kritas. Šāda ūdens aerācija parasti var paaugstināt skābekļa koncentrāciju atkal līdz 90%, atsevišķās sistēmās - pat līdz 100% piesātinājumam. Tomēr zivju audzēšanas baseinā ienākošajā ūdenī bieži vien par optimālu tiek atzīts skābekļa piesātinājums virs 100 %, lai nodrošinātu pietiekamu skābekļa pieejamību un labu, stablu zivju augšanas tempu. Šādu augstāku piesātinājuma līmeņu sasniegšanai nepieciešama speciāla iekārta ūdens bagātināšanai ar tīru skābekli - oksigenators. Tīrs skābeklis parasti tiek piegādāts tvertnēs šķidrā veidā, tomēr to var saražot arī uz vietas audzētavā ar skābekļa ģeneratoru (oksīģeneratoru) palīdzību.

Ūdens bagātināšanai ar skābekli lieto dažāda veida iekārtas, ar kurām var panākt 200–300% piesātinājumu. Parasti izmanto skābekļa konusus un skābekļa šahtas. To principi ir līdzīgi. Abās iekārtās ūdeni sajauc ar tīru skābekli, ko ievada zem spiediena. Skābekļa konusā to panāk ar sūkni, kas rada ap 1,4 bārus augstu spiedienu. Šī paņēmiena lietošanai nepieciešams daudz elektroenerģijas. Skābekļa šahtas metodē spiedienu sasniedz, cilpveida cauruli ierokot apmēram 6 metrus dziļi zemē un cilpas dziļākajā punktā ievadot šķidro skābekli.

Augšējā ūdens staba spiediens, kas šajā gadījumā būs 0,6 bāri, ar spēku panāk ūdens piesātināšanos ar skābekli. Skābekļa šahtas metodes priekšrocība ir salīdzinoši zemākas sūkņēšanas izmaksas, toties visas sistēmas instalācija ir dārgāka un diezgan sarežģīta.



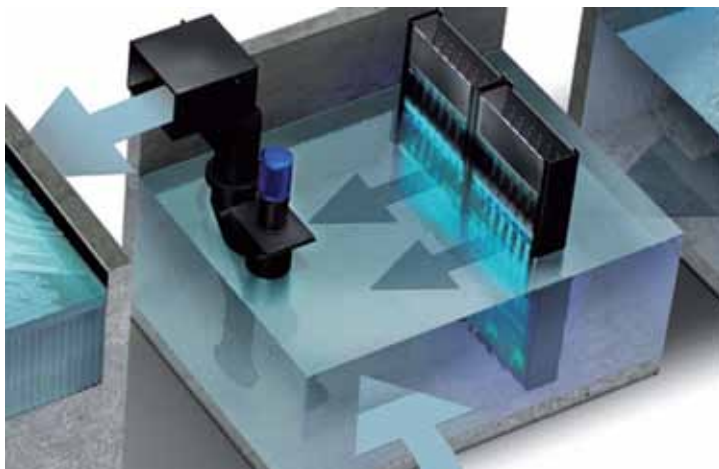
2.14. att. Oksīģeneratoru veidi: skābekļa konuss (augšā) un skābekļa šahta (apakšā)

Ultravioletā gaisma

Ultravioletās gaismas (UV starojuma) dezinfekcija darbojas, izmantojot tādu gaismas viļņu garumu, kas iznīcina bioloģisko organismu dezoksiribonukleīnskābi (DNS). Akvakultūrā UV apstarojuma mērķis ir patogēnās baktērijas un vienišūņu organismi, un tas nekaitē zivīm, jo ūdens apstrāde notiek ārpus ražošanas ceļiem un audzēšanas baseiniem. Medicīniskiem nolūkiem tādu dezinfekciju izmanto jau gadu desmitiem. Ir jāsaprot, ka tradicionālajās zivju audzētavās ūdens apstrādei ar UV ir tikai daļējs efekts, jo organisko vielu bagātinātā vidē baktērijas vairojas pārāk ātri. Turpretim recirkulācijas audzētavās ar UV starojumu var panākt ļoti efektīvu baktēriju kontroli, kombinējot ūdens mehānisko filtrāciju ar biofiltrāciju, lai iespējami pilnīgi attīrītu ražošanas ūdeni no organiskajām vielām.

UV starojuma devu var izteikt dažādās mērvienībās. Visbiežāk izmanto mikrovatsekundes uz 1 cm^2 ($\mu\text{Ws}/\text{cm}^2$). UV apstrādes efektivitāte ir atkarīga no apstarojuma devas, mērķorganismu izmēriem un sugas, kā arī no ūdens duļķainības. Lai iznīcinātu 90% no baktērijām un vīrusiem, kas atrodas ūdenī, to nepieciešams apstrādāt ar UV starojuma devu 2000-10 000 $\mu\text{Ws}/\text{cm}^2$, patogēno sēnīšu iznīcināšanai ir nepieciešams 10 000-100 000 $\mu\text{Ws}/\text{cm}^2$, bet sīko parazītu iznīcināšanai – 50 000-200 000 $\mu\text{Ws}/\text{cm}^2$.

Akvakultūras sistēmās maksimālā dezinficējošā efekta sasniegšanai UV starojuma iekārtai ir jādarbojas zem ūdens, jo virsmas atstarošanas dēļ sausumā uzstādīto lampu ietekme samazinās.



2.15. att. UV dezinfekcijas iekārta ūdens apstrādei.
Avots: AKVA group

Ozons

Mūsdienās ozons (O_3) zivju audzēšanā tiek reti izmantots, jo tā pārdozēšanas gadījumā zivis var smagi ciest. Ja zivju audzēšana notiek slēgtās telpās, ozons var nodarīt kaitējumu arī cilvēkiem, jo, to ieelpojot, pastāv pārdozēšanas risks.

Tomēr apstrāde ar ozonu var būt lietderīga, lai iznīcinātu nevēlamus organismus, spēcīgi oksidējot organiskās vielas un bioloģiskos organismus. Apstrāde ar ozonu ir vēlama, ja jādezinficē recirkulācijas sistēmā ievadāmais ūdens. Tomēr daudzos gadījumos apstrāde ar UV starojumu ir laba un droša alternatīva.

pH regulēšana

Ūdens recirkulācijas sistēmas biofiltrā nitrifikācijas procesu rezultātā rodas skābe, tāpēc pH līmenis pazeminās. Lai uzturētu stabilu pH līmeni, ūdenim ir jāpievieno kāds sārms. Dažās sistēmās uzstāda kaļķa maisīšanas un dozēšanas ierīci, kas pilina sistēmā kaļķi, tādējādi stabilizējot pH līmeni. Dažās sistēmās tiek uzstādīta miksēšanas ierīce, kas pilina tur kaļķūdeni, stabilizējot ūdens pH. Var izmantot arī automātisko dozēšanas sistēmu, ko regulē pH-metrs ar atgriezenisko impulsu uz dozēšanas sūkni. Šādā sistēmā ieteicams izmantot nātrija hidroksīdu ($NaOH$), jo to ir viegli lietot, kas atvieglo visas sistēmas apsaimniekošanu. Darbiniekiem, kuri strādā ar skābēm un sāļiem, ir jābūt ļoti uzmanīgiem, jo šīs vielas var izraisīt smagus acu un ādas apdegumus. Rīkojoties ar minētajām ķīmiskajām vielām, jāvalkā



2.16. att. Dozēšanas sūknis manuālai pH regulēšanai ar nātrija hidroksīda ($NaOH$) piedevu. Pilnīgi automatizētai pH līmeņa regulēšanai sūkni var savienot ar pH sensoru.

aizsargbrilles un cimdi, kā arī jāievēro citi attiecīgie piesardzības pasākumi.

Siltumapmaiņa

Optimālas ūdens temperatūras uzturēšana audzēšanas baseinos ir ārkārtīgi svarīga, jo zivju augšanas ātrums ir tieši saistīts ar ūdens temperatūru. Ienākošā ūdens izmantošana ir salīdzinoši vienkāršs paņēmieni ikdienas temperatūras regulēšanai. Slēgtā recirkulācijas sistēmā, jo īpaši - izolētās iekštelpās, ūdens pamazām kļūst siltāks, jo zivju vielmaiņas enerģija atbrīvojas siltuma formā, pie tam siltumu rada arī biofiltra baktēriju aktivitāte. Siltums uzkrājas arī no sūkņu radītās berzes un dažādu citu iekārtu izmantošanas. Tādēļ intensīvās recirkulācijas sistēmās paaugstināta ūdens temperatūra bieži vien ir problēma. Ievadot sistēmā vajadzīgo vēsa un svaiga ūdens daudzumu, temperatūru var viegli regulēt.

Auksta klimata reģionos ziemas laikā bieži pietiek ar vienkāršu baseinu apsildīšanu, izmantojot mazuta apkures iekārtu, kas pievienota siltummainim, lai uzsildītu recirkulējamo ūdeni. Enerģijas patēriņš šādai apsildīšanai pamatā ir atkarīgs no ienākošā ūdens daudzuma, lai gan zināms siltuma daudzums izplūst arī no ēkas. Dažos gadījumos var instalēt arī siltuma reģenerācijas sistēmu, kas sastāv no titāna plāksņu siltummaiņa. Sistēmu regulē, izmantojot ūdens temperatūras sensoru, kas savienots ar temperatūras kontroles vienību, kura regulē titāna plāksņu siltummaini.

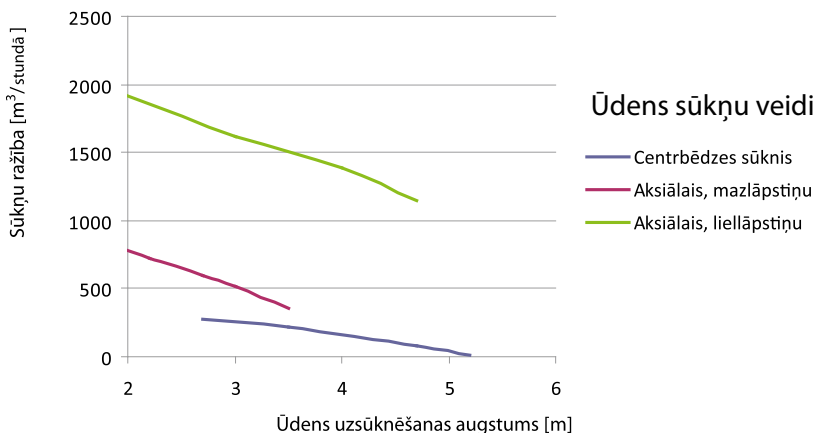
Ūdens sūkņi

Zivju audzēšanas procesā izmantotā ūdens cirkulācijas nodrošināšanai

sistēmā lieto dažādus sūkņus, kuru darbināšanai ir nepieciešama elektroenerģija. Lai sūkņēšanas izmaksas būtu minimālas, vēlams neliels ūdens pacelšanas augstums, kā arī efektīvi un pareizi instalēti sūkņi.

Ikvienā recirkulācijas ciklā ūdeni vēlams pacelt tikai vienu reizi, kā rezultātā gravitācijas ietekmē ūdens iztek cauri visai sistēmai atpakaļ uz sūkņa nosēdtilpni. Sūkņi bieži vien novietoti tieši pirms biofiltra iekārtas un degazatora, jo tur sākas ūdens sagatavošanas process. Jebkurā gadījumā sūknis ir jānovieto aiz mehāniskās filtrācijas iekārtas, lai izvairītos no organisko vielu cietajām daļiņām, kas nāk no zivju baseiniem.

Kopējo sūkņēšanas augstumu jeb dinamisko augstumu aprēķina, summējot faktisko sūkņēšanas aug-



2.17. att. Piemērs dažāda tipa sūkņu darbībai.

Augstspiediena (centrbēdzes) sūkņus izmanto neliela ūdens daudzuma pacelšanai lielākā augstumā, bet zemspiediena aksiālos sūkņus (propellersūkņus) – liela apjoma ūdens pacelšanai nelielā augstumā.

stumu ar spiediena zudumiem cauruļu posmos, līkumos un citos veidgabalos. Ja ūdeni sūkņē caur iegremdēto biofiltru, pirms tas pats krīt lejup caur degazatoru, jāierēķina arī biofiltra pretspiediens. Sīkākas instrukcijas attiecībā uz sūkņiem un visas recirkulācijas sistēmas hidrodinamiku šajā rokasgrāmatā nav ietvertas.

Mūsdienu zivju audzēšanas recirkulācijas sistēmās ūdens pacelšanas kopējais augstums ir mazāks par 2 metriem, tāpēc ir lietderīgi izmantot zemspiediena sūkņus. Tomēr ūdens bagātināšanai ar tīro skābekli ir nepieciešami centrālās tipa sūkņi, jo tikai tie spēj radīt nepieciešamo augsto spiedienu oksigēnatora konusā.

Atsevišķās sistēmās ūdens kustību panāk, aerācijas akās pūšot gaisu. Šādās sistēmās degazācija un ūdens plūsma tiek nodrošināta vienā procesā, līdz ar to ūdens nav jāpaceļ lielā augstumā. Tomēr vienlaicīga degazācija un ūdens apmaiņas nodrošināšana ne vienmēr ir efektīvāka kā ūdens uzsūkšanās uz degazatoru, jo aerācijas akas enerģijas patēriņa un degazācijas efektivitātes ziņā atpaliek no kolonnas tipa aeratoriem-degazatoriem.

Uzraudzība, kontrole un trauksmes signalizācija

Intensīvā tipa zivju audzētavā nepieciešama stingra ražošanas procesu uzraudzība un kontrole, lai nepārtraukti nodrošinātu zivīm

vislabākos augšanas un turēšanas apstākļus. Tehniskas dabas kļūmes var viegli izraisīt būtiskus zaudējumus, tāpēc avārijas signalizācija ir vitāli nepieciešama instalācija audzētavas darbības nodrošināšanai.

Daudzās modernās saimniecībās ir centrālā kontroles sistēma, kas uzrauga skābekļa saturu, temperatūru, pH, ūdens līmeni un dažādu motoru darbību. Ja kāds no parametriem iziet ārpus iepriekš noteiktām robežām, problēmu vispirms mēģina atrisināt automātika ar attiecīgās iekārtas ieslēgšanas/izslēgšanas komandām. Gadījumā, ja problēmu šādi atrisināt neizdodas, atskan trauksmes signāls. Centrālajā kontroles un vadības sistēmā var integrēt arī zivju automātisko barošanu. Tas dod iespēju saskaņot barošanas laiku ar lielāku skābekļa padevi, jo šajā laikā palielinās skābekļa patēriņš. Vienkāršākās sistēmās, kur uzraudzība un kontrole nav pilnībā automatizētas, personālam atsevišķu korekciju veikšanai jālieto roku darbs.

Jebkurā gadījumā neviena recirkulācijas sistēma nevar strādāt bez zivju audzētavas personāla palīdzības, tāpēc kontroles sistēma ir jāsavieno ar avārijas signalizācijas sistēmu, kas brīdina personālu jebkādu nopietnāku problēmu gadījumā. Pat automatizētās zivju audzētavās ir paredzēta trauksmes signāla ieslēgšanās, ja atklājusies problēma vismaz 20 minūšu laikā netiek atrisināta.



2.18. att. Skābekļa zonde (Oxyguard) pirms iegremdēšanas ūdenī un skābekļa satura mērīšanas sistēmā, vispirms tiek kalibrēta sausumā. Vides parametru uzraudzību var datorizēt, ietverot lielu daudzumu mērījumu un avārijas signalizāciju.

Avārijas sistēma

Recirkulācijas sistēmā pirmais un svarīgākais piesardzības pasākums ir tīrā skābekļa rezerves padeves nodrošināšana. Tāda iekārta ir vienkārša un sastāv no tīra skābekļa rezervuāra un sadales sistēmas ar difuzoriem, kas ierīkoti visos baseinos. Pārtrūkstot elektroenerģijas padevei, oksigenatora magnētiskais vārsts paveras, un skābeklis zem spiediena plūst uz katru baseinu, tā pasargājot zivis no bojāejas.

Lai nodrošinātu nepārtrauktu elektrības padevi, nepieciešams ģenerators. Ūdens apmaiņas pārtraukšanās gadījumos tajā notiek toksiskā amonjaka uzkrāšanās. Šī ir nākamā risināmā problēma, kad skābekļa apgāde ir nodrošināta ar papildu skābekļa nodrošināšanas sistēmu. Tāpēc ir svarīgi vismaz



2.19. att. Skābekļa rezervuārs un rezerves elektroģenerators.

stundas laikā atjaunot ūdens plūsmu recirkulācijas zivju turēšanas baseinos.

Ieņemamais ūdens

Ūdeni recirkulācijas sistēmai vēlams ņemt no tāda avota, kas ir brīvs no slimību izraisītājiem, vai arī ūdens pirms ielaišanas sistēmā ir jāsterilizē. Vairumā gadījumu drošāk ir ņemt ūdeni no urbuma, akas vai tamlīdzīga avota nekā tieši no upes, ezera vai jūras. Ja ieņemajam ūdenim ir nepieciešama iepriekšēja apstrāde, tad parasti izmanto smilšu filtru mikrofiltrācijai, kā arī UV vai ozona iekārtas dezinfekcijai.

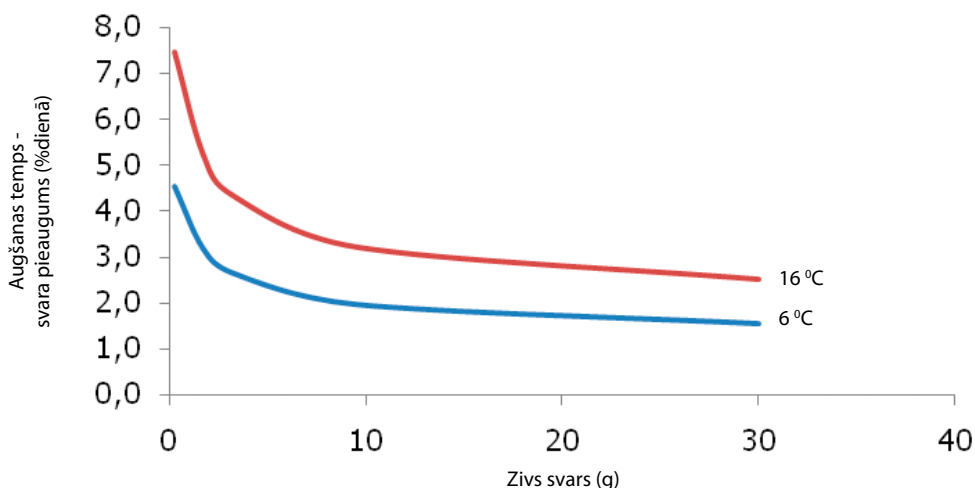
3. Zivju sugas recirkulācijas audzētavās

Recirkulācijas sistēma ir dārgs pasākums gan attiecībā uz tās izbūvi, gan ekspluatāciju, tāpēc, lai gūtu peļņu, tai ir jādarbojas efektīvi. Ļoti svarīgi ir pareizi izvēlēties audzējamo zivju sugu un iekārtot labi funkcionējošu sistēmu. Būtībā ražošanas mērķis ir pārdot zivis par iespējami augstāku cenu, tajā pašā laikā saglabājot cik vien iespējams zemas ražošanas izmaksas.

Novērtējot dažādus zivju audzēšanas projektus, jāņem vērā, ka atbilstoša ūdens temperatūra ir viens no svarīgākajiem ražošanas parametriem, jo zivis ir aukstasinu dzīvnieki. Tas nozīmē, ka zivs ķermeņa temperatūra ir vienāda ar ūdens temperatūru, kurā tā dzīvo. Zivis atšķirībā no cūkām, govīm un citiem

lauksaimniecības dzīvniekiem nav spējīgas pašas regulēt savu ķermeņa temperatūru, tāpēc ūdenstemperatūra ir vissvarīgākā zivju audzēšanā. Aukstā ūdenī zivis slikti aug; jo siltāks ūdens, jo tās aug labāk. Dažādām sugām ir atšķirīgi augšanas tempi atkarībā no ūdens temperatūras, bez tam zivīm ir arī apakšējās un augšējās letālās temperatūras robežas. Zivju audzētājam noteikti zivis ir jātur tām atbilstošo temperatūru robežās, citādi tās aizies bojā.

Vēl viens zivju audzēšanas iespējas ietekmējošs faktors ir audzējamo zivju izmēri. Jebkurā temperatūrā mazām zivīm būs lielāks augšanas ātrums nekā lielām zivīm. Tas nozīmē, ka vienā un tajā pašā laika periodā mazākās zivis spēj vairāk pieņemt



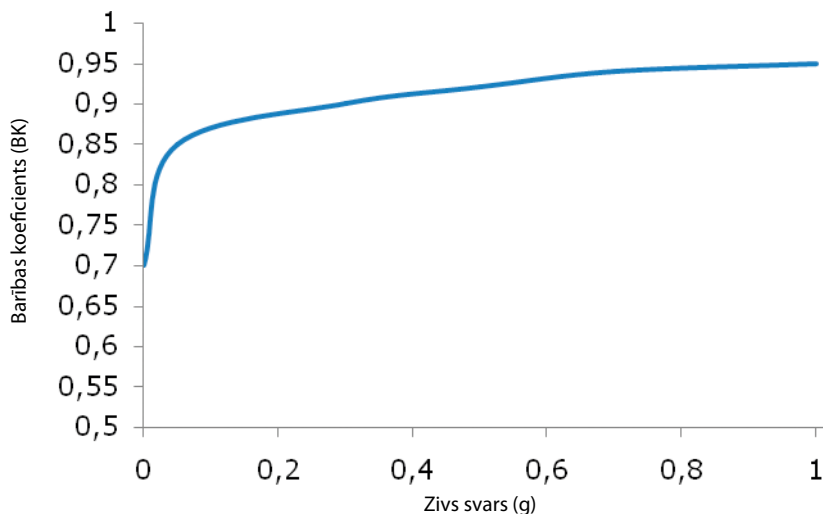
3.1. att. Varavīksnes foreles augšanas temps 6 °C un 16 °C temperatūrā kā zivju izmēra funkcija

svārā nekā lielākās zivis – skatīt 3.1. attēlu.

Mazās zivis arī labāk izmanto izēdināmo barību nekā lielās zivis (3.2. attēls). Ātrāka augšana un labāka barības izmantošana pozitīvi ietekmē ražošanas izmaksas, jo, rēķinot uz kilogramu izaudzēto zivju, tās ir mazākas. Tomēr mazo zivju audzēšana ir tikai viens solis visā ražošanas procesā līdz preču zivju ieguvei. Dabiski, ne visas saimniecībās audzējamās zivis pēc izmēriem var būt mazas, tāpēc mazizmēra zivju audzēšanas potenciāls ir ierobežots. Un tomēr, ja apspriežam, kādas zivis vajadzētu audzēt recirkulācijas sistēmā, tad atbilde ir – pirmām kārtām un galvenokārt - mazizmēra zivis. Vienkārši un loģiski ir ieguldīt naudu zivju mazuļu audzēšanā, jo tādas investīcijas labāk atmaksājas. Līdzekļi, kas ieguldīti optimālas

ūdens temperatūras sasniegšanā un uzturēšanā visa gada garumā, atmaksājas. Optimāli turēšanas apstākļi nodrošina zivīm daudz ātrāku augšanu nekā bieži ne tik labi apstākļi savvaļā. Tāpat ir svarīgi atzīmēt, ka tīra ūdens, pietiekama skābekļa līmeņa un citas priekšrocības recirkulācijas sistēmā pozitīvi ietekmē zivju izdzīvošanu, veselību utt., kas kopsummā dod augstas kvalitātes produkciju.

Salīdzinot ar citiem lauksaimniecības dzīvniekiem, zivju daudzveidība ir liela, un arī akvakultūrā tiek audzētas daudz dažādas zivju sugas. Liellopu, cūku vai vistu produkcijas tirgus nevar lepoties ar tik plašu izvēli. Patērētājs parasti nepieprasa gaļu no dažādu šķirņu cūkām, liellopiem vai vistām, bet gan vēlas iegādāties dažādus gabalus no kautķermeņiem. Bet zivju

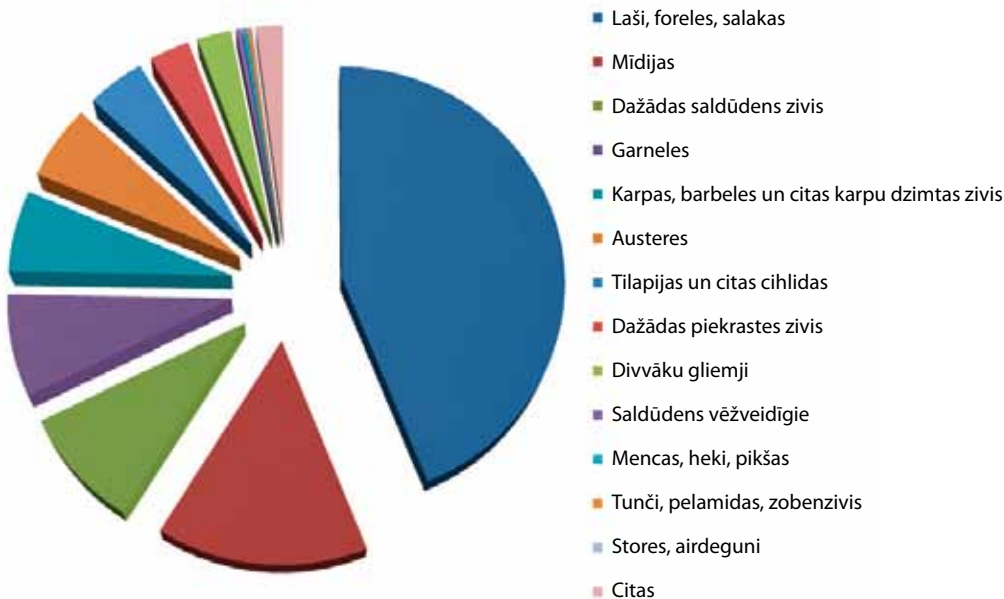


3.2. att. Barības pārrēķina koeficients (BK) varavīksnes forelei atkarībā no zivs svara recirkulācijas sistēmā 15-18 °C temperatūrā.

izvēle ir liela, un patērētājs ir pieradis, ka var izvēlēties no virknes dažādu zivju sugu, kas interesē katru zivju audzētāju. Pēdējo desmit gadu laikā akvakultūras saimniecībās ir ienākušas kādas simts jaunas ūdensdzīvnieku sugas, un to pieradināšana akvakultūras apstākļiem noris ap simt reižu ātrāk nekā sauszemes dzīvnieku domestikācija vai jaunu augu kultivēšana.

Audzēto zivju apjomu ziņā pasaules mērogā, stāvoklis attiecībā uz daudzu sugu audzēšanu nav apmierinošs. Attēlā redzam, ka pasaules akvakultūrā nozīmīgākās ir karpju dzimtas zivis, kas pārstāv tikai kādas piecas dažādas sugas. Nākamās divas svarīgākās sugas ir

Atlantijas lasis un varavīksnes forele. Pārējo zivju produkciju pārstāv kādas 10 sugas. Tāpēc ir jāapzinās, ka, kaut gan ir iespējams audzēt daudzas un dažādas sugas, tikai dažu sugu zivju audzēšanas apjomi ir nozīmīgi pasaules mērogā. Tomēr tas nenozīmē, ka katras jaunas sugas ieviešana akvakultūrā ir lemta neveiksmei. Vienkārši ir jāapzinās, ka jauno sugu zivju ražošanas apjoms pasaulē ir ierobežots, un šo sugu audzēšanas panākumi un neveiksmes ir ļoti atkarīgi no tirgus apstākļiem. Iecienītu augstvērtīgu sugu zivju ražošana nelielos apjomos var izrādīties arī ienesīga, jo tām ir augsta cena. Tomēr, tā kā šādu zivju pārdošanas apjoms ir ierobežots, to cena drīz var kristies, līdzko



3.3. att. Akvakultūras produkcija pasaulē. Avots: FAO

produkcijas apjoms un pieejamība tirgū aug. Var izrādīties ļoti ienesīgi būt pirmajam un vienīgajam ar kādu jaunu akvakultūras sugu tirgū. No otras puses, tas ir arī riskants pasākums ar lielu nenoteiktību gan ražošanā, gan tirgus attīstībā.

Nav viegls uzdevums dod vispārējas rekomendācijas, kādas zivju sugas vajadzētu audzēt akvakultūras recirkulācijas sistēmās. Panākumus zivju audzēšanā ietekmē daudzi faktori, piemēram, vietējās celtniecības izmaksas, elektroenerģijas cena un padeves stabilitāte, apmācīta personāla pieejamība utt. Tomēr, pirms domāt par visu pārējo, ir jārod atbildes uz diviem ļoti svarīgiem jautājumiem: vai iecerētā zivju suga spēj labi piemēroties recirkulācijas sistēmas apstākļiem un vai pēc šīs sugas zivīm ir atbilstošs tirgus pieprasījums, kas varēs nodrošināt pietiekami augstu cenu un pietiekami lielu apjomu, lai projekts nestu peļņu.

Uz pirmo jautājumu var atbildēt relatīvi vienkārši: no bioloģijas viedokļa ikvienu zivju sugu, ko sekmīgi audzē tradicionālajā akvakultūrā, var tikpat viegli audzēt arī recirkulācijas akvakultūrā. Kā jau tika minēts, recirkulācijas tehnoloģijas ļauj nodrošināt zivīm tādu audzēšanas vidi, kas labāk atbilst tieši attiecīgās sugas prasībām. Recirkulācijas tehnoloģija pati par sevi nav šķērslis jaunu sugu audzēšanai. Recirkulācijas sistēmā zivis augs tikpat labi, bieži - pat labāk. Vai tas būs izdevīgi no ekonomiskā viedokļa, ir grūti atbildēt, jo tas ir atkarīgs no tirgus apstākļiem, investīcijām un ražošanas izmaksām, kā arī no sugas

spējas augt ātri. Audzējot zivis ar lēnu augšanas tempu, kā, piemēram, galēji auksto ūdeņu sugas, ir grūti panākt tādu ikgadējo produkcijas izlaidi, kas attaisnotu ražotnē veiktās investīcijas.












Tirgus apstākļu labvēlība attiecīgajai sugai recirkulācijas sistēmā ir ļoti atkarīga arī no citu ražotāju konkurences. Un tas neattiecas tikai uz vietējiem ražotājiem, jo zivju tirgus ir pasaules mēroga bizness, tātad arī konkurence ir globāla. Piemēram, Polijā ražotām forelēm varētu būt jākonkurē tirgū ar samiem no Vjetnamas vai lašiem no Norvēģijas audzētavām, jo zivju pārvadāšanas izmaksas visā pasaulē ir relatīvi zemas.

Recirkulācijas sistēmas vienmēr iesaka izmantot augstvērtīgu zivju audzēšanai, jo augstā pārdošanas cena nosedz lielākās ražošanas izmaksas. Labs piemērs ir zušu audzēšana, kur augsta produkcijas cena pieļauj izmantot arī samērā dārgas ražošanas metodes. No otras puses, pastāv spēcīga tendence recirkulācijas sistēmās audzēt arī zivju sugas, kurām ir zemākas cenas, piemēram, foreli un lasi.

Labs piemērs, kā izmantot recirkulācijas sistēmu arī diezgan pieticīgas cenas tirgus segmentā, piemēram, porcijas izmēra foreļu audzēšanā, ir Dānijas paraugaudzētavas. Tomēr šādām ražošanas sistēmām ir jābūt ļoti lielām, ar produkcijas apjomu 1000 tonnas un vairāk, lai tās būtu konkurētspējīgas. Varbūt nākotnē vides apsvērumu dēļ lielizmēra lašu audzēšana tiks pārcelta no lašu sprostiem jūrā uz recirkulācijas akvakultūras sistēmām

uz sauszemes. Pastiprinoties cīņai par ūdens resursiem un zemes platībām, iespējama pat tādu ārkārtīgi lētu zivju produktu kā tilapiju audzēšana attiecīgās recirkulācijas sistēmās. Konkrētas sugas piemērotība

recirkulācijas akvakultūrai ir atkarīga no daudziem un dažādiem faktoriem – no rentabilitātes, vides apsvērumiem, bioloģiskās piemērotības u.c. (3.4. attēls).

Suga	Piemērotība audzēšanai	Tirgus
Atlantijas lasis 	Viegli audzējams akvakultūrā. Smoltu audzēšana recirkulācijas sistēmā ir veiksmīga. Nākotnē panākumus varētu gūt lielizmēra lašu audzēšana recirkulācijas apstākļos	Pasaules tirgū dominē Norvēģijas ražotāji
Varavīksnes forele 	Viegli audzējams akvakultūrā. Plaši audzē recirkulācijas sistēmās no mazuļu stadijas līdz porcijas lieluma zivīm	Sīva konkurence, kas bieži ir atkarīga no vietējā tirgus apstākļiem
Zandarts 	Grūti kultivējama suga. Kāpuru stadijā daudz problēmu. Preču zivju audzēšana samērā vienkārša	Pietiekami labas cenas. Dabiskajiem resursiem samazinoties, pieprasījums varētu pieaugt
Stores 	Viegli padodas audzēšanai akvakultūrā, tomēr kāpuru audzēšanai un kaviāra noslaukšanai nepieciešamas labas prasmes	Labi tirgus apstākļi galai un kaviāram
Zutis 	Piemērota suga recirkulācijas akvakultūrā. Mākslīga pavairošana nav iespējama. Kāpurus (mazuļus) nepieciešams iegūt savvaļā	Ierobežots tirgus ar svārstīgām cenām
Baramundi asari 	Nepieciešamas zināšanas par kāpuru audzēšanu. Preču zivju audzēšana samērā vienkārša	Pamatā nokļūst vietējā tirgū par diezgan labām cenām
Gruperu asari 	Nepieciešamas zināšanas par kāpuru audzēšanu. Preču zivju audzēšana samērā vienkārša	Pamatā nokļūst vietējā tirgū par diezgan labām cenām
Jūras asari/ Jūras plauži 	Nepieciešama prasme izaudzēt kāpurus. Labi aug recirkulācijas sistēmās	Sarežģīti tirgus apstākļi
Āte 	Nepieciešama prasme izaudzēt kāpurus. Ļoti labi aug recirkulācijas sistēmās	Diezgan labas cenas atkarībā no vietējā tirgus apstākļiem
Jūrasmele 	Šīs sugas audzēšana akvakultūrā vēl nav pilnībā apgūta. Eksistē dažādi šķēršļi	Augstas cenas
Menca 	Mazuļu audzēšana recirkulācijas apstākļos ir veiksmīga. Nepieciešams tālāk attīstīt preču zivju audzēšanu	Cenas joprojām svārstās atkarībā no savvaļas mencu nozvejas

3.4. att. Recirkulācijas sistēmās audzētās dažādās zivju sugas un to piemērotība audzēšanai

4. Projektu plānošana un īstenošana

Recirkulācijas akvakultūras audzētavas ierīkošanas ideja bieži vien balstās uz pretrunīgiem priekšstatiem par to, kas ir svarīgi un kas - interesanti. Cilvēki cenšas koncentrēties uz lietām, ko labi pazīst, vai arī uz to, kas šķiet visinteresantāk, aizmirstot par citiem projekta aspektiem.

Pirms projekta uzsākšanas būtu jānoskaidro šādi četri pamatjautājumi:

- attiecīgās zivju sugas cena un pieprasījums pēc tās tirgū;
- vietas izvēle un ražošanas tehnoloģija;
- darbaspēks, ieskaitot prasmīgu darbu vadītāju;
- projekta finansēšana visos tā posmos, līdz pat strādājošai audzētavai.

Tāpat vispirms ir jānoskaidro, vai attiecīgās sugas zivīm, ražojot tās plānotajā apjomā, būs pieņemamas cenas. Tādēļ pirms tālāko soļu spēšanas ir svarīgi veikt attiecīgu tirgus izpēti.

Tāpat ir svarīgi noteikt, kāda veida audzētava būs nepieciešama attiecīgā produkta ražošanai, kā arī atrast tai vietu. Visbiežāk ir lietderīgi izstrādāt pirmsprojekta skices, lai

uzraudzības iestādēs varētu saņemt nepieciešamās atļaujas būvniecībai, ūdens izmantošanai, notekūdeņu novadīšanai utt.

Izšķiroša nozīme ir prasmīgu darbinieku atrašanai, lai varētu nodrošināt zivju audzētavas labu pārvaldību. Ir ārkārtīgi svarīgi atrast tādu vadītāju, kas ir sava darba patiens entuziasts un tikpat ieinteresēts panākumos kā akciju īpašnieki.

Bieži vien par zemu tiek novērtētas zivju audzētavai nepieciešamās finanses. Uzsākot ierīkot pilnīgi jaunu audzētavu, tās kapitālās izmaksas ir ārkārtīgi augstas, un investoriem bieži piemirstas, ka zivju audzēšana ir ilglaicīgs pasākums. No būvniecības uzsākšanas brīža līdz pirmajiem ieņēmumiem par pārdotajām zivīm parasti paiet viens līdz divi gadi, tādēļ ir vitāli svarīgi rūpīgi sastādīt budžetu.

Lai gūtu sistemātisku pārskatu par visu projektu, jāizstrādā biznesa plāns. Tā sastādīšanas un tirgus pētījumu veikšanas detaļas nav ietvertas šajā rokasgrāmatā, tāpēc detalizēta informācija par šiem jautājumiem ir jāmeklē citur. Tomēr autori ir centušies ieskicēt galvenos biznesa plāna punktus un sniegt



4.1. att. No projekta idejas līdz galaproduktam

budžeta posteņu un kalkulāciju piemērus, lai lasītājs gūtu priekšstatu par risināmajām problēmām zivju audzētavas projekta izstrādes gaitā (adaptēts pēc Palo Alto Software Ltd.).

1. Projekta kopsavilkums

Projekta mērķis, uzdevumi un panākumu atslēga

2. Informācija par firmu

Uzņēmuma īpašnieki, partneri

3. Produkti

Produkcijas analīze

4. Tirgus analīze

Tirgus segmentācija

Mērķa tirgus

Tirgus prasības

Konkurenti

5. Stratēģijas un projekta īstenošana

Konkurētspējas apakšējā robeža

Pārdošanas stratēģija

Pārdošanas prognozes

6. Pārvaldības kopsavilkums

Personāla plānošana un uzņēmuma organizācija

7. Finanšu plānošana

Svarīgākie apsvērumi

Risku analīze

Plānotā peļņa un zaudējumi

Naudas plūsma un bilance

Noderīgu informāciju par uzņēmējdarbības uzsākšanu var izlasīt interneta vietnē:

www.businesslink.gov.uk/bdotg/action

Biznesa plānu piemēri atrodami interneta vietnē:

www.bplans.co.uk/sample_business_plans.cfm (Palo Alto Software Ltd).

Tāpat ir svarīgi sīki izplānot ražošanas procesu un rūpīgi saskaņot šo plānu ar budžetu. Analizējot zivju audzētavas ražošanas panākumus vai neveiksmes, galvenais darba dokuments ir ražošanas plāns. Tā kā praksē bieži vien zivju audzētavas ražošanas jauda izrādās vai nu labāka vai sliktāka, nekā teorijā paredzēts, tad šāds plāns ir regulāri jākorrigē. Izstrādājot ražošanas plānu, ir nepieciešams vispirms aprēķināt zivju masas paredzamo pieaugumu mēneša laikā. Ražošanas aprēķiniem un plānošanai ir izstrādātas vairākas datorprogrammas. Tās visas balstās uz zivju krājumu pieauguma aprēķiniem, izmantojot attiecīgās zivju sugas augšanas ātrumu procentos dienā. Augšanas ātrums ir atkarīgs no zivju sugas, zivju izmēriem un ūdens temperatūras. Dažādām sugām ir atšķirīgas optimālās augšanas temperatūras, ko nosaka šo zivju dabiskā dzīvotne. Mazizmēra zivīm augšanas ātrums ir lielāks nekā lielākām zivīm.

Barošanas normas un barības izmantojamības koeficients (BK), pats par sevi saprotams, ir šādu aprēķinu neatņemama sastādaļa. Ražošanas

4.2. att. Galvenās biznesa plāna sastāvdaļas (adaptēts pēc Palo Alto Software Ltd.).

Zivju lielums		Granulu lielums	13°C	15°C	17°C	19°C	21°C	23°C	25°C	27°C	29°C
g		mm									
50	- 100	3,0	0,60	0,89	1,04	1,19	1,39	1,44	1,34	1,19	0,99
100	- 200	3,0	0,50	0,80	0,99	1,09	1,19	1,24	1,14	0,99	0,80
200	- 800	4,5	0,45	0,70	0,85	0,94	1,04	1,04	0,94	0,85	0,70
800	- 1500	4,5	0,35	0,55	0,65	0,75	0,85	0,85	0,75	0,60	0,40
1500	- 3000	6,5	0,20	0,35	0,45	0,55	0,65	0,65	0,55	0,45	0,30
3000	- 5000	9,0	0,15	0,25	0,34	0,39	0,44	0,49	0,44	0,34	0,20
5000	- 10000	9,0	0,12	0,20	0,28	0,31	0,35	0,39	0,35	0,28	0,16

4.3. att. Dažāda izmēra storu rekomendēto barības diennakts devu piemērs procentos no zivju svara pie dažādas ūdens temperatūras. Barošanai jābūt pielāgotai ražošanas stratēģijai un audzēšanas apstākļiem, tāpat kā arī barības tipam. Barošana saskaņā ar rekomendēto līmeni dos optimālāku BK, tādējādi ietaupot izmaksas un samazinot ekskrementu daudzumu. Nosakot augstākas par rekomendētajām barošanas normas, augšana notiks uz augstāka BK rēķina. Avots: BioMar.

plānu var vieglāk sastādīt, izmantojot attiecīgās zivju sugas barošanas tabulas. Šādas tabulas izplata barības ražotāji un tajās tiek ņemta vērā attiecīgā zivju suga, zivju lielums un ūdens temperatūra (4.3. attēls).

Dalot barības devu (racionu) ar BK, aprēķina zivju augšanas tempu diennaktī. Zivju dzīvsvara pieaugumu noteiktā laika posmā var aprēķināt pēc šādas formulas:

$$K_n = K_0(1+r)^n$$

kur n - dienu skaits, K_0 - zivs svars 0 dienā, bet K_n - zivs svars n dienā. Tādējādi 100 gramus smaga zivs ar dzīvsvara pieaugumu 1,2% dienā 28 dienās iegūs šādu svaru:

$$K_{28 \text{ dienas}} = K_{100 \text{ grami}} (1+0.012)^{28 \text{ dienas}}$$

$$= 100(1.012)^{28} = 139.7 \text{ grami}$$

Neatkarīgi no zivju izmēriem vai to skaita, šāds vienādojums ir izmantojams zivju krājumu pieauguma aprēķināšanai un ražošanas plāna sastādīšanai,

ieskaitot tā laika prognozēšanu, kad nepieciešams zivis šķirot vai sadalīt pa vairākiem baseiniem. Tāpat ir jāatceras, ka, izstrādājot ražošanas plānu, jāparedz populācijas zudumi. Ieteicams aprēķinus veikt, par pamatu izmantojot mēneša rādītājus un pieņemot, ka zivju mirstība ir 1% mēnesī, tomēr jāvadās arī pēc konkrētas pieredzes. Kā var redzēt aprēķina piemērā, mēnesī netiek rēķinātas visas 30, bet gan tikai 28 dienas, jo dažādu ražošanas operāciju dēļ zivis dažas dienas mēnesī praktiski netiek barotas.

Biznesa plānā ir jāiekļauj šādas budžeta daļas:

- investīciju budžets (kopējās kapitāla izmaksas);
- apgrozāmo līdzekļu budžets (uzņēmējdarbības uzsākšana);
- skaidras naudas līdzekļi (kārtējie izdevumi).

Vienmēr ir ieteicams konsultēties ar profesionālu grāmatvedi un sastādīt sīki izstrādātu budžeta tāmi, paredzot tajā visus izdevumus. Budžetam ir

jābūt atbilstoši dokumentētām, lai pārlicinātu investorus, saņemtu bankas kredītu un varētu vest sarunas ar finanšu institūcijām. Jaunajās ES dalībvalstīs darbojas atbalsta programmas, kas atsevišķos gadījumos var finansēt līdz pat 70% no nepieciešamajām investīcijām.

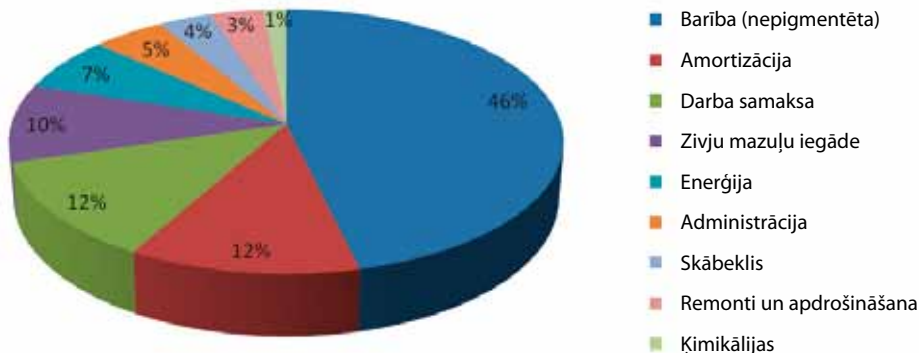
Investīciju budžets ir stipri atkarīgs no recirkulācijas ceļa konstrukcijas, kas savukārt ir atkarīga no konkrētās valsts un vietējiem apstākļiem celtniecības vietā. Tālāk ir dots investīciju budžeta piemērs pilnai recirkulācijas sistēmai slēgtās telpās ar tāmes sadaļām procentos. Zemes pirkšanas izmaksas tajā nav iekļautas.

Investīciju budžets (kapitālās izmaksas)	100%
Celtniecība	36%
Iekārtas	26%
Cements ūdens apstrādei	12%
Zivju baseini	12%
Cauruļu sistēma	3%
Montāža	2%
Transports	2%
Apsildīšanas un atdzesēšanas iekārtas	2%
Barošanas un apgaismošanas iekārtas	2%
Elektromontāžas darbi	1%
Zivju šķirošanas iekārtas	1%
Eju izbūve	1%

4.4. att. Piemērs investīciju budžetam pilnas recirkulācijas sistēmai slēgtās telpās, procentos.

Būvniecības izmaksas ir atkarīgas ne tikai no vietējām celtniecības izmaksām, bet arī no audzētavas izmēriem un audzējamās zivju sugas. Iekļaujot izmaksas visām ražošanas telpām - vaislinieku audzēšanai, mazuļu iegūšanai, šķirošanai un izaudzēšanai līdz preču zivju izmēriem, recirkulācijas tipa zivju audzētavai ar jaudu ap 100 tonnu gadā investīciju kopsumma sasniegs līdz 10 EUR uz 1 kg saražotās zivju produkcijas. Lētākas, tikai preču zivju audzēšanas recirkulācijas sistēmas zem klajas debess ar jaudu 1000 tonnu gadā izmaksās tikai apmēram 2,5 EUR uz 1 kg izaudzēto zivju. Piemēri no Rietumeiropas valstīm liecina, ka 2009. gadā recirkulācijas akvakultūras foreļu audzētava zem klajas debess ar jaudu 1000 tonnu gadā izmaksāja ap 3 miljoniem EUR. Kopējās izmaksas ir ļoti atkarīgas no tā, vai audzētava nodarbojas ar pilna cikla operācijām vai tikai preču zivju audzēšanu, kā arī vai sistēma atrodas slēgtās telpās vai zem klajas debess. Recirkulācijas zivju audzētavas celtniecība jāplāno, balstoties arī uz apsvērumiem par klimatu, attiecīgo audzējamo sugu, tās bioloģiskajām stadijām. Valdošās tendences rāda, ka, jo augstāka ūdens recirkulācijas pakāpe, jo lielāka iespēja, ka ražotni vajadzēs izvietot slēgtās telpās.

Attiecībā uz zemes iegādi recirkulācijas zivju audzētavas izbūvei jānorāda, ka tās izmēri ir atkarīgi no zivju sugas un ražošanas intensitātes. Kopumā recirkulācijas ražotnes vidējie izmēri ir apmēram 1000 m² uz 100 tonnām zivju (pelaģisko). Jo lielāki kopējie ražošanas apjomi, jo mazāk zemes platības vajadzīgs uz 1000 tonnām izaudzēto zivju.



4.5. att. Piemērs izmaksu sadalījumam lielai porciju foreļu ražotnei (2000 tonnu gadā), kas iepērk mazuļus un izaudzē tos līdz 300-500 g lielām zivīm. Kopējās ražošanas izmaksas ir mazāk par 2 EUR/kg dzīvu zivju. Kopējās investīcijas šādai slēgtās telpās novietotai recirkulācijas sistēmai ir ap 8 miljoni EUR (4 EUR uz 1 kg produkcijas).

Interesanti atzīmēt, ka 4.5. attēlā dotajā piemērā elektroenerģijas izmaksas ir tikai 7% no kopējām izmaksām. Elektroenerģijas izmaksas ir svarīgas, taču tas nebūt nav lielākais izmaksu postenis recirkulācijas saimniecībā. Faktiski šīs izmaksas ir līdzīgā līmenī kā daudzās tradicionālajās zivju audzētavās, kur dzenrati, sūkņi, skābekļa konusi un citas iekārtas patērē diezgan daudz enerģijas.

Visās akvakultūras saimniecībās dominējošais izmaksu postenis parasti ir barība, kas liek vēlreiz uzsvērt labas pārvaldības milzīgo nozīmi. Uzlabojot BK, ievērojami paaugstinās ražošanas efektivitāte.

Līdzīgi kā citās pārtikas ražošanas nozarēs, arī zivju audzēšanā jo lielāka ražotne, jo zemākas izmaksas uz vienu saražoto produkcijas vienību. Tomēr izskatās, ka, ražojot ievērojami vairāk par 2000 tonnām gadā, tiešās izmaksas vairs nesamazinās. Turpretim

ražošanas apjoma palielinājums no pāris simtiem tonnu līdz 1000 tonnām gadā patiešām jūtami samazina izmaksas uz vienu saražoto produkcijas vienību. Ieguvums no ražošanas palielināšanas, audzējot dažādas zivju sugas, var būt atšķirīgs, pie tam, uzmanīgi jāapsver arī, kā tieši tiks realizēta paplašināšanās. Saprātīga plānošana var aiztaupīt daudz darba un izdevumu.

Rokasgrāmatas pielikumā ir kontrolsaraksts ar bioloģiskajiem un tehniskajiem faktoriem, kas var ietekmēt recirkulācijas sistēmas izbūvi. Tas var būt noderīgs, lai izplānotu sīkākas detaļas un identificētu iespējamus šķēršļus projekta īstenošanā.

5. Recirkulācijas sistēmas ekspluatēšana

Pārorientēšanās no tradicionālās zivju audzēšanas uz recirkulācijas sistēmu būtiski izmaina ikdienas procedūras un prasmes, kas nepieciešamas audzētavas apsaimniekošanai. Zivju audzētājs ir kļuvis gan par zivju, gan ūdens resursu pārvaldītāju, un prasme apsaimniekot ūdeni un saglabāt tā kvalitāti ir tikpat svarīga, ja vēl ne svarīgāka, kā prasme apkopt zivis. Ja agrāk varēja godīgi nostrādāt darbdienā zivju audzētavā un atgriezties mājās, tad tagad ir „ieslēgta mašīnērija”, kas darbojas nepārtraukti 24 stundas diennaktī. Visas sistēmas uzraudzība audzētājam nodrošina nepārtrauktu pieeju informācijai par sistēmas stāvokli, bet avārijas gadījumā viņš saņems avārijas signalizācijas brīdinājumu.

Svarīgākie ikdienas darbi ir minēti sarakstā, kas veido vispārējo darbības modeli. Praksē nāk klāt vēl daudz



5.1. att. Ūdens kvalitāte un plūsmas filtros un zivju baseinos ir bieži vizuāli jāpārbauda. Tradicionālā pilienu filtra augšējā plāksne, no kuras ūdens notek cauri filtra substrātam.

citā operāciju. Svarīgi ir sastādīt visu ikdienas uzdevumu sarakstu, kā arī sarakstus pārbaudei ar ilgākiem laika intervāliem.

Katru dienu vai vienu reizi nedēļā:

- zivju uzvedības vizuālā novērtēšana;
- ūdens kvalitātes vizuālā apskate (caurspīdība/dulķainums);
- hidrodinamikas (plūsmas) pārbaude zivju baseinos;
- barības sadales no automātiskajām barotavām pārbaude;
- nobeigušos zivju savākšana un reģistrācija;
- izskalot baseinu izplūdi, ja tie aprīkoti ar vertikālajām nosēdcaurulēm;
- skābekļa zondes membrānas notīrīšana;
- faktiskā skābekļa līmeņa reģistrācija baseinos;
- ūdens līmeņa pārbaude sūkņa tvertnēs;
- mehānisko filtru sprauslu pārbaude;
- temperatūras reģistrēšana;
- amonjaka, nitrīta, nitrāta un pH testi;
- jaunā ienākošā ūdens apjoma reģistrācija;
- spiediena pārbaude skābekļa konusus;
- NaOH vai kaļķa pārbaude pH regulēšanai;
- UV iekārtas darbības pārbaude;

- izmantotās elektrības (kWh) reģistrācija;
- iepazīšanās ar kolēģu atstāto informāciju uz ziņojumu dēļa;
- avārijas signalizācijas sistēmas ieslēgšana pirms došanās prom.

Vienu reizi nedēļā vai vienu reizi mēnesī:

- biofiltru iztīrīšana saskaņā ar ekspluatācijas instrukciju;
- kondensētā ūdens novadīšana no kompresora;
- ūdens līmeņa pārbaude rezerves tvertnē;
- O₂ daudzuma pārbaude skābekļa rezervuārā;
- pH metra kalibrācija;
- barotavu kalibrācija;
- O₂ zonu kalibrācija zivju baseinos un sistēmā;
- trauksmes signalizācijas pārbaude un tests;
- avārijas skābekļa padeves sistēmas pārbaude visiem baseiniem;
- visu sūkņu un motoru pārbaude un testa palaišana;
- rezerves ģeneratora pārbaude un testa palaišana;
- pilienu filtru ventilatoru pārbaude;
- filtru elementu un mehānisko gultņu ieeļļošana;
- pārbaude, vai sistēmā nav „miris ūdens” un piesardzības pasākumu veikšana;
- filtru nosēdtilpņu pārbaude – tajās nedrīkst krāties dūņas.



5.2. att. Skābekļa ģenerators. Jārūpējas par specializēto ierīču kontroli un apkopi

- UV sterilizatora tīrīšana un lampu nomaiņa;
- eļļas, eļļas filtra un gaisa filtra nomaiņa kompresoros;
- dzesēšanas torņu nosēdvertņu pārbaude un tīrīšana;
- rūpīga biofiltra iztīrīšana (ja nepieciešams);
- elektrolīta, cinka un membrānas atjaunošana skābekļa zondēs;
- cilindriskā filtra sprauslu iztīrīšana.

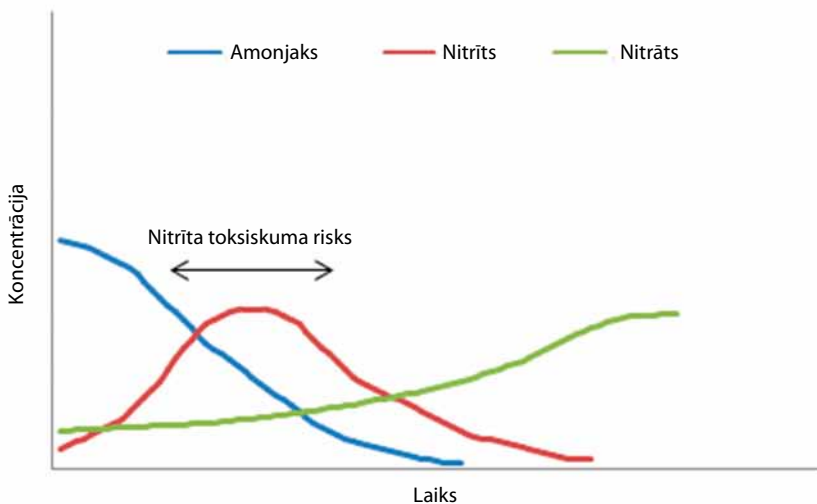
Lai nodrošinātu audzētajām zivīm vislabvēlīgākos apstākļus, recirkulācijas sistēmas apsaimniekošana prasa nemitīgu vides parametru reģistrāciju un korekciju. Katram parametram ir zināmas pielāides robežas, kas ir bioloģiski pieļaujamas. Visa ražošanas cikla laikā katra atsevišķa audzētavas sekcija var tikt slēgta, lai pēc laika atkal atsāktu darbības ar nākamo zivju partiju. Tādas izmaiņas ietekmē sistēmu kopumā, bet jo īpaši pret tām jutīgs

Reizi 6-12 mēnešos:

ir biofiltrs. 5.3. attēlā ir parādīts, kāda dažādu slāpekļa savienojumu koncentrācija laika gaitā atstāj jaunu iedarbinātu biofiltru. Svārstībām pakļauti arī daudzi citi parametri, no kuriem vissvarīgākie redzami 5.4. attēlā. Atsevišķos gadījumos šie parametri var sasniegt tādas vērtības, kas ir nevēlamas vai pat toksiskas zivīm. Tomēr konkrētas šo līmeņu vērtības te nav iespējams norādīt, jo toksiskums ir atkarīgs no daudziem faktoriem, kā zivju suga, temperatūra un pH. Toksiskumu ietekmē arī zivju pielāgošanās vides apstākļiem konkrētajā sistēmā.

recirkulācijas sistēmā ir norādīti 5.4. attēlā nākošajā lappusē.

Maksimālo nitrīta toksiskuma robežu var samazināt, pievienojot sistēmas ūdenim sāli (skat. arī 2. nodaļu). Vēlami līmeņi dažādiem fiziskajiem un ķīmiskajiem ūdens parametriem



5.3. att. Dažādu slāpekļa savienojumu koncentrācijas dinamika pēc biofiltra palaišanas.

Rādītājs	Formula	Mērvienība	Norma	Nevēlams līmenis
Temperatūra		°C	Atkarībā no sugas	
Skābeklis	O ₂	%	70-100	< 40 un > 250
Slāpekļis	N ₂	%	80-100	> 101
Oglekļa dioksīds	CO ₂	mg/L	10-15	> 15
Amonijs	NH ₄ ⁺	mg/L	0-2.5 (pH ietekme)	> 2.5
Amonjaks	NH ₃	mg/L	< 0.01 (pH ietekme)	> 0.025
Nitrīts	NO ₂ ⁻	mg/L	0-0.5	> 0.5
Nitrāts	NO ₃ ⁻	mg/L	100-200	>300
pH			6.5-7.5	< 6.2 un > 8.0
Sārmainība		mmol/L	1-5	< 1
Fosfors	PO ₄ ³⁻	mg/L	1-20	
Suspendētās cietās vielas	SS	mg/L	25	> 100
ĶSP	COD	mg/L	25-100	
BSP	BOD	mg/L	5-20	> 20
Humusvielas			98-100	
Kalcijs	Ca ⁺⁺	mg/L	5-50	

5.4. att. Dažādu fizisko un ķīmisko ūdens kvalitātes rādītāju ieteicamie līmeņi recirkulācijas sistēmā

6. Notekūdeņu attīrīšana

Zivju audzēšana recirkulācijas sistēmā, kurā ūdeni izmanto atkārtoti, nenozīmē, ka zivju audzēšanas atkritumi pazūd paši no sevis. Gan netīrumiem, gan zivju ekskrementiem galu galā kaut kur ir jānokļūst. Līdz zināmai pakāpei šīs sistēmas bioloģiskie procesi samazina organisko savienojumu apjomus, notiekot vienkāršas bioloģiskās sadalīšanās vai mineralizācijas procesam. Tomēr jāreķinās, ka audzētavā vajadzēs atrisināt jautājumu par ievērojamas organisko dūņu masas utilizāciju.

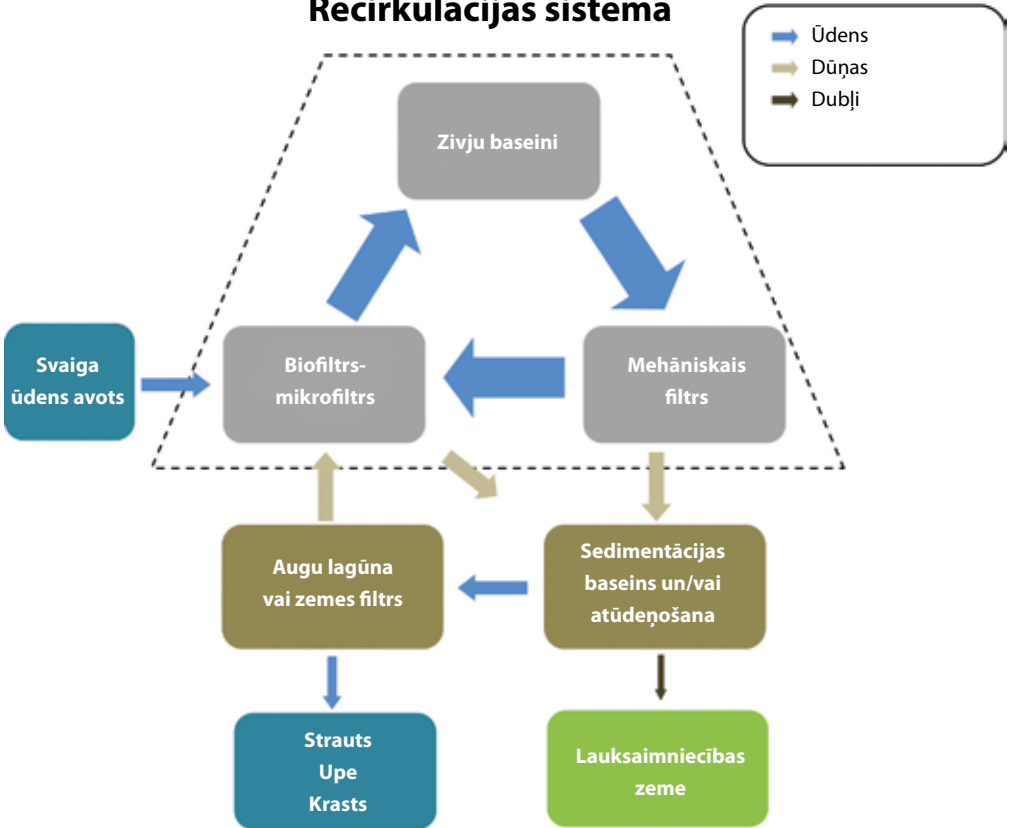
Recirkulācijas sistēmas atkritumi nāk galvenokārt no mehāniskā filtra, kur fēces un citas organiskās vielas tiek atdalītas caur filtra dūņu izplūdes eju. Kopējo izplūdes apjomu no recirkulācijas cikla palielina arī biofiltru tīrīšana un skalošana.

Recirkulācijas atkritumproduktu tālākā apstrāde var noritēt dažādi. Lai koncentrētu dūņas attīrāmajā ūdenī, diezgan bieži uzstāda sekundāru mehāniskās attīrīšanas un uzkrāšanas iekārtu, kurā notiek dūņu frakcijas sedimentācija vai tālāka mehāniskā atūdeņošana, pirms tās zemnieku saimniecībās izkaisa uz laukiem kā mēslojumu. Mehāniskā atūdeņošana arī līdz minimumam samazina dūņu apjomu, kas atvieglo to apstrādi un pazemina utilizācijas izmaksas. No otras puses, dūņu mehāniskā atūdeņošana saistās ar augstākām investīcijām un ekspluatācijas izmaksām.

Sekundārās attīrīšanas notekūdeņos parasti ir augsta slāpekļa un fosfora vielu koncentrācija. Šo tā saucamo pārplūdes vai atlieku ūdeni var novadīt atpakaļ vidē - upē utt., vai arī atpakaļ recirkulācijas sistēmā. Biogēno vielu koncentrāciju pārplūdes ūdenī var samazināt, novadot to uz bioloģiskās attīrīšanas augu laukiem, lagūnām vai arī uz infiltrācijas sistēmu, kur tiek absorbēti fosfora un slāpekļa savienojumi.

Pārplūdes ūdenī no slāpekļa var arī atbrīvot, izmantojot denitrifikāciju. Kā aprakstīts 2. nodaļā, šim anaerobajam procesam kā oglekļa avotu visbiežāk izmanto metanolu. Denitrifikāciju recirkulācijas sistēmas iekšienē izmanto, lai samazinātu nepieciešamību pievienot svaigu ūdeni. Savukārt recirkulācijas sistēmas ārpusē denitrifikācija palīdz samazināt slāpekļa noplūdi vidē. Metanola vietā kā oglekļa avotu var izmantot arī dūņas no mehāniskajiem filtriem. Tādā gadījumā ir nepieciešama denitrifikācijas kameras stingra uzraudzība, pie tam ir grūtāk šo kameru iztīrīt un izskalot. Jebkurā gadījumā, efektīva denitrifikācijas kamera var samazināt slāpekļa saturu izplūdes ūdenī līdz minimumam.

Recirkulācijas sistēma



6.1. att. Dūņu un ūdens kustība recirkulācijas sistēmas iekšpusē un ārpusē. Jo lielāks recirkulācijas ātrums, jo mazāks ūdens daudzums atstāj sistēmu (pārtrauktā līnija) un mazāks ir attīrāmā ūdens daudzums.

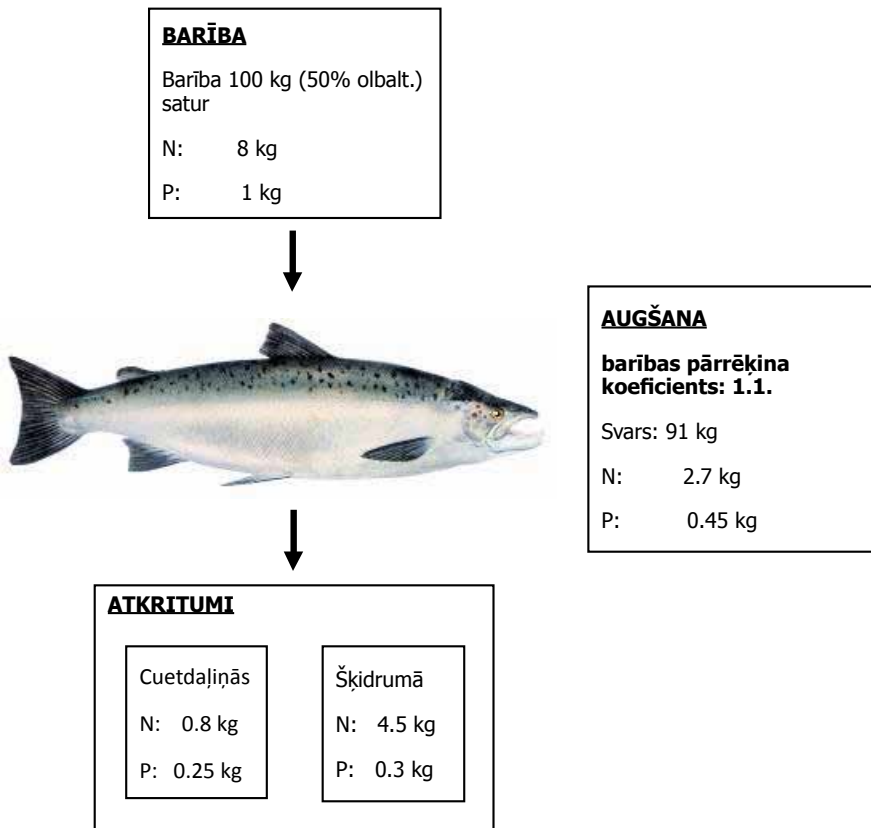


6.2. att. Lentes filtrs dūņu atūdeņošanai. Avots: Hydrotech



6.3. att. Augu lagūnas tipa attīrīšanas dīķis pirms un pēc aizaugšanas, novietots aiz recirkulācijas sistēmas foreļu audzētavas Dānijā. Avots: Per Bovbjerg, DTU Aqua

Ir svarīgi atzīmēt, ka zivīm vielmairas nekā lauksaimniecības dzīvniekiem, atkritumu ekskrecija noris savādāk piemēram, cūkām vai govīm. Zivis



6.4. att. Slāpekļa (N) un fosfora (P) izvadīšana no audzētajām zivīm. Slāpekļis tiek izvadīts galvenokārt izšķīdušā veidā. Avots: Vides aizsardzības aģentūra, Dānija.

lieko slāpekli pārsvarā izvada ar urīnu caur žaunām, nelielu daļu - caur anālo atveri fēcū veidā, tāpēc slāpekļa pamatfrakcija pilnīgi izšķīst ūdenī, un to nevar uztvert ar mehānisko filtru. Fosforu zivis izvada tikai ar fēcēm. Uztverot fēces ar mehānisko filtru, audzētava atbrīvojas no lielākas daļas fosfora, bet tikai no nelielas, fēcēs saistītās slāpekļa daļas. Atlikusi,

Jo lielāks ūdens recirkulācijas ātrums un augstāka attīrīšanas pakāpe, jo mazāk svaiga ūdens nepieciešams zivju audzētavai un mazāk notekūdeņu nākas attīrīt. Arvien vairāk ir tādu risinājumu, kur ūdens vispār neatgriežas apkārtējā vidē, piemēram, upē. Pēc notekūdeņu attīrīšanas pirmā soļa, nelielo atlikušo ūdens daudzumu var vienkārši

Rādītājs	Taisnteces baseins			Pašattīrošs baseins		
Mikrofiltra siets	40 μ	60 μ	90 μ	40 μ	60 μ	90 μ
Efektivitāte, %						
Kopējais P	50-75	40-70	35-65	65-84	50-80	45-75
Kopējais N	20-25	15-25	10-20	25-32	20-27	15-22
Kopējās SD	50-80	45-75	35-70	60-91	55-85	50-80

6.5. att. Slāpekļa (N), fosfora (P) un suspendēto daļiņu (SD) uztveršana ar mehānisko filtru.

Avots: Bādenes-Virtembergas Zivsaimniecības Pētniecības Stacija (Vācija)

izšķīdusi slāpekļa daļa biofiltrā pamatā tiek pārvērsta par nitrātu. Sajā formā slāpekli var brīvi izmantot augi, tāpēc to var lietot zemkopībā kā mēslojumu, vai vienkārši novadīt uz augu lagūnām vai laukiem.

Ekskrementus no zivju audzēšanas baseiniem ir svarīgi nekavējoties aizvadīt līdz mehāniskajam filtram, pa ceļam tos nesadalot. Jo neskartākā un cietākā veidā tie nonāk uz mehāniskā filtra, jo vairāk cieto frakciju un citu savienojumu filtrs uztver. 6.1. tabulā parādīta aprēķinātā slāpekļa, fosfora un suspendēto organisko vielu uztveršanas efektivitāte jeb pakāpe (%) mehāniskajos mikrofiltrātos ar dažādiem sietiem un dažāda tipa baseinos.

iesūcināt augsnē audzētavas apkārtņē. Jebkurā gadījumā, no recirkulācijas zivju audzētavas kopējais notekūdeņu apjoms ir ievērojami mazāks nekā no tradicionālās zivju fermas, kas izmanto caurtekošu ūdeni (6.6. att.).

Ūdens recirkulācija ir efektīva tehnoloģija zivju audzētavas nelabvēlīgas ietekmes uz vidi mazināšanai, tomēr ūdens attīrīšanai ir nepieciešama stingra ikdienas pārvaldība, lai garantētu tās efektīvu darbību. Kombinējot intensīvu zivju audzēšanu recirkulācijas vai tradicionālajās sistēmās ar ekstensīvu akvakultūru, piemēram, tradicionālo karpu dīkšaimniecību, var veiksmīgi atrisināt

Izplūde no dažāda tipa zivju audzētavām pie produkcijas 1000 tonnas gadā	Slāpekļa izplūde, kg/gadā	Ūdens patēriņš, m ³ /dienā
Tradicionālās ūdens caurteces zivju audzētavas	38,000	250,000
Daļējas ūdens recirkulācijas zivju audzētavas	2,000	10,000
Pilnas ūdens recirkulācijas zivju audzētavas	250	1,500

6.6. att. Ūdens patēriņš un slāpekļa notekūdeņu izplūde no dažāda tipa zivju audzētavām. Avots: Dānijas Akvakultūra

bioloģiskā piesārņojuma problēmas. Barības vielas no intensīvās sistēmas izmanto kā mēslojumu ekstensīvajos dīķos, nopludinot lieko ūdeni no intensīvās audzētavas uz karpu dīķiem. Savukārt ekstensīvo dīķu ūdeni var atkārtoti izmantot kā ražošanas procesu ūdeni intensīvajā audzētavā. Ekstensīvajos dīķos izaugušās aļģes un ūdensaugus apēdis zālēdājas karpu dzimtas zivis, kas pēc augšanas cikla beigām kļūst par preču zivīm un tiks patērētas. Intensīvajā sistēmā tiek sasniegti optimāli zivju augšanas apstākļi, un

kombinācijā ar ekstensīvajiem dīķiem tiek apmierinātas vides aizsardzības prasības.

Novatoriskam uzņēmējam recirkulācijas akvakultūra piedāvā vairākas dažādas papildu iespējas. Kombinējot dažāda tipa zivju audzēšanas sistēmas, var, piemēram, atbilstīgi tūrisma biznesu, piedāvājot dīķos karpu sporta zveju vai foreļu makšķerēšanu pēc principa „noķer un atlaid”, kā arī vēlāk uzbūvējot naktsmītnes, zivju restorānus un citus objektus.



6.7. att. Intensīvo un ekstensīvo sistēmu kombinācija Ungārijas zivju audzētavā, kas piedāvā visdažādākās iespējas. Avots: Lazlo Varadi, Zivsaimniecības, akvakultūras un irigācijas pētniecības institūts (HAKI), Szarvas, Ungārija

7. Slimības

Ir daudzi piemēri, kur recirkulācijas sistēmas darbojas, vispār nesaskaroties ar jebkādu slimību problēmām. Ir pat iespējams pilnībā izolēt recirkulācijas zivju audzētavu no nevēlamiem zivju patogēniem. Vissvarīgāk ir pārliecināties, lai audzētavā izmantotie zivju ikri būtu pilnībā brīvi no slimībām un, vēlams, iegūti no veterināri sertificēta vaislas materiāla. Jāpārliecinās, ka audzētavā ieplūstošajā ūdenī nav slimības ierosinātāju, vai arī tas ir jāsterilizē. Daudz labāk ir izmantot urbuma, akas vai līdzīga avota ūdeni, nekā ņemt to tieši no jūras, upes vai ezera. Tāpat ir jānodrošina, lai audzētavas apmeklētāji un personāls nevarētu ievazāt slimības.

Kad vien iespējams, jāveic rūpīga recirkulācijas sistēmas dezinfekcija. Tā ietver gan ikvienu jaunu, vēl nelietotu ražošanas līniju vai cehu, gan arī esošu sistēmu, kas iztukšota un gaida jaunas zivju partijas ielaišanu. Jāatceras, ka recirkulācijas sistēmā slimības no viena baseina visticamāk izplatīsies uz pārējām tvertnēm sistēmā, tāpēc īpaša nozīme ir jāpiešķir profilakses pasākumiem.

Recirkulācijas sistēmās, kurās izmanto ikrus no savvaļas zivīm, piemēram, resursu atjaunošanas nolūkos, protams, nav iespējams iegūt ikrus ar veselības sertifikātu. Šādos gadījumos vienmēr ir jāreķinās ar zināmu risku, ka var ievazāt slimības, kuru ierosinātāji dzīvo ikros. Tādas



7.1. att. Kāju vanna ar 2 % joda šķīdumu slimību pārnesanas novēršanai

slimības ir, piemēram, infekciozā aizkuņģa dziedzera nekroze (IPN), bakteriālā nieru slimība (BDK) un, iespējams, herpes vīruss, no kura nevar atbrīvoties ikru dezinfekcijas ceļā. Profilakses shēmas piemērs ir redzams 7.2. attēlā.

Labs risinājums, kā novērst patogēnu piesārņojumu sistēmā, ir dažādu ražošanas stadiju fiziska atdalīšana, tāpēc inkubatoram būtu jāstrādā kā izolētai slēgtai sistēmai, tāpat arī mazuļu un preču zivju audzēšanas iecirkņiem. Arī vaislinieku saime, ja tāda ir, jātur atsevišķā cehā. Tādā veidā ir daudz vieglāk un praktiskāk likvidēt slimības.

Atsevišķas saimniecības ir tā iekārtotas, ka var darboties pēc principa "visu iekšā - visu ārā", t.i.,

proti, audzēšanas cikla gaitā ikvienu cehu iztukšo pilnībā, dezinficē un tikai pēc tam tur ievieto jaunu partiju ikru vai mazuļu. Tas ir labs pārvaldības risinājums, ko obligāti vajadzētu praktizēt attiecībā uz ikriem un mazāka izmēra zivīm, kuras pirms pārvietošanas tālāk audzē relatīvi īsu laiku. Arī lielākām zivīm tas būtu labs risinājums, tomēr tam var ātri zust efektivitāte. Strādājot ar lieliem zivju apjomiem, ir tehniski grūti izvākt visas preču zivis no ceha pirms nākamās partijas ielaišanas. Turklāt, pilnībā nenoslogojot sistēmas platības un kapacitāti, šāda prakse ātri vien kļūst nerentabla.

Zivju ārstēšana recirkulācijas sistēmā ir atšķirīga no ārstēšanas

Kas jāatceras	Kā to paveikt
Svaigs ūdens jāiegūst no tīra avota	Ieteicams izmantot gruntsūdeni. Dezinficējiet to ar UV. Atsevišķos gadījumos izmantojiet smilšu filtru un ozonu
Sistēmas dezinfekcija	Piepildiet sistēmu ar ūdeni un palieliniet pH līdz 11-12, izmantojot nātrija hidroksīdu NaOH, apmēram 1 kg uz m ³ ūdens atkarībā no tā buferkapacitātes
Iekārtas un virsmu dezinfekcija	Iemērciet vai nosmidziniet ar 1,5% joda šķīdumu saskaņā ar instrukcijām. Izturiet 20 minūtes, tad nomazgājiet ar tīru ūdeni
Ikrus dezinfekcija	Sagatavojiet joda šķīdumu 3 dl joda uz 50 l ūdens, ievietojiet tajā ikrus un atstājiet uz 10 minūtēm. Mainiet šķīdumu uz katriem 50 kg dezinficējamo ikru
Personāla piesardzība	Ieejot ražotnē, uzvelciet tīru aizsargapģērbu un apavus. Nomazgājiet vai nodedzinājiet rokas
Apmeklētāju piesardzība	Ieejot ražotnē, nomainiet apavus vai ejiet caur kāju vannu kurpju dezinfekcijai (2 % joda šķīdumā). Nomazgājiet vai nodedzinājiet rokas. Ievērojiet principu "neaiztikt ar rokām"

7.2. att. Profilaktiskās shēmas piemērs



7.3. att. Preparēta varavīksnes forele, kas cieš no peldpūšļa iekaisuma, ko, iespējams, izraisījusi pārlieku augstā gāzu koncentrācija ūdenī

tradicionālajā zivju audzētavā. Tradicionālajā zivju audzētavā ūdeni izmanto tikai vienu reizi, pirms to izvada ārā. Recirkulācijas audzētavā biofiltru izmantošana un pastāvīga ūdens atgriešanās atpakaļ sistēmā prasa citādu pieeju. Iekaisot vai ielejot medikamentus ūdenī, tie izplatīsies pa visu sistēmu, ieskaitot biofiltrus, tāpēc ārstēšana jāveic ārkārtīgi piesardzīgi. It ļoti grūti sniegt rekomendācijas par nepieciešamajām medikamentu devām recirkulācijas sistēmā, jo ārstniecisko vielu efekts ir atkarīgs no daudziem dažādiem parametriem, kā ūdens cietība, organisko vielu saturs, ūdens temperatūra un plūsmas ātrums, tāpēc vienīgais ceļš ir nodrošināties ar lielu praktisko pieredzi. Lai izvairītos no zivju

vai biofiltru bojāejas, medikamentu koncentrācijas no vienas ārstēšanas reizes uz citu drīkst palielināt tikai ļoti pakāpeniski. Vienmēr jāatceras, ka piesardzības princips ir vislabākā politika. Slimības uzliesmojuma gadījumā zāles paraksta un paskaidrojumus par to lietošanu sniedz vietējais veterinārārsts vai ihtiopatologs. Rūpīgi ir jāiepazīstas arī ar medikamentu lietošanas drošības instrukcijām, jo atsevišķu zāļu nepareiza lietošana var izraisīt nopietnu kaitējumu arī cilvēkiem.

Zivju apstrādi pret ektoparazītiem, kas atrodas uz to ķermeņa, ādas vai žaunām, var veikt, pievienojot ūdenim attiecīgus ķīmiskos līdzekļus. Arī sēnišu slimības apkaro tādā pašā

veidā kā ectoparazītu infestācijas. Saldūdens sistēmās efektīvs līdzeklis vairuma parazītu apkarošanai, arī tādu, kas izraisa bakteriālo žaunu slimību, ir parastais vārāmais sāls (NaCl). Ja ārstēšana ar sāli neiedarbojas, tad atlikušo parazītu infekciju likvidēšanai noderēs formalīns (HCHO) vai ūdeņraža peroksīds (H_2O_2). Ir pierādīts, ka zivju vanošana prazikvantela un flubenzadola šķīdumā, arī ir ļoti efektīva pret ectoparazītiem.

Ūdens mehāniskā filtrācija arī ir atļautājusi sevi kā visai efektīvu līdzekli pret ectoparazītu izplatību. Auduma filtrs ar acu izmēru 70 mikroni nofiltrēs atsevišķas Gyrodactylus stadijas, un 40 mikronu filtrs var aizturēt dažādu ectoparazītu oļiņas.

Visdrošākais apstrādes veids ir zivju iegremdēšana vannā ar attiecīgajām ķīmikālijām. Tomēr praksē tā nav reāli īstenojama metode, jo bieži vien ir jāapstrādā liels zivju apjoms. Tāpēc zivis patur audzēšanas baseinā, noslēdz ienākošo ūdeni un iedarbina iekārtu ūdens bagātināšanai ar skābekli (oksigenācijai) vai ar gaisu (aeratoru). Tvertnei pievieno attiecīgā ķīmiskā līdzekļa šķīdumu, un kādu laiku atļauj zivīm tajā peldēt. Pēc tam baseinā atjauno svaigā ūdens padevi, un baseinā esošais ūdens pakāpeniski attīrās. Savukārt izejošais ūdens tiek atšķaidīts sistēmā, tā kā, nonākot biofiltrā, pretparazītu šķīduma koncentrācija ir jau daudz zemāka kā baseinā, kurā tika veikta zivju apstrāde. Tādā veidā

var panākt diezgan augstu šķīduma koncentrāciju atsevišķā audzēšanas baseinā parazītu likvidācijai, tajā pat laikā samazinot ķīmisko līdzekļu ietekmi uz biofiltru. Gan zivis, gan biofiltrus var pieradināt pie apstrādes ar sāli, formalīnu un ūdeņraža peroksīdu, no vienas apstrādes reizes uz otru pakāpeniski palielinot šo līdzekļu koncentrāciju. Dažkārt ir iespējams zivju baseinu pēcapstrādes ūdeni nosūknēt uz rezerves tvertni, izslēdzot to no tālākas izmantošanas recirkulācijas sistēmā.

Izdevīgs veids, kā īsā laikā apstrādāt miljoniem īpatņu, ir ikru dezinfekcija, tos iegremdējot joda šķīdumā. Līdzīgā veidā var arī apstrādāt ikrus, kas cieš no saprolegnijas sēnītes Saprolegnia, vienkārši uz 20 minūtēm iemērcot tos 7 ‰ sāls šķīdumā.

Zivju inkubatoros – mazuļu audzētavās, no kurām kāpurus pārvieto, tikko tie ir iemācījušies baroties, biofiltru efektivitāte ir mazāk svarīga, jo amonjaka daudzums, kas nonāk ūdenī no ikriem un mazuļiem, ir ļoti niecīgs. Tāpēc šeit apstrādi ir daudz vieglāk veikt, jo jākoncentrējas vienīgi uz ikru un mazuļu izdzīvošanu. Tāpat ir svarīgi atzīmēt, ka kopējais ūdens daudzums inkubatorā - mazuļu audzētavā nav liels, tā kā pilnīgu ūdens apmaiņu var veikt ātri, tāpēc droši var veikt visas sistēmas apstrādi vienā reizē.

Daudz jutīgāka operācija ir visas sistēmas apstrāde vienā reizē lielākās recirkulācijas zivju audzētavās. Tur

pamatprincips ir izmantot zemas ķīmikāliju koncentrācijas un sistēmas apstrādi veikt ilgākā laikā. Tas prasa rūpību un pieredzi. No reizes uz reizi pakāpeniski ir jāpalielina koncentrācija, dažas dienas apstrādi neveicot, lai uzmanīgi novērotu ietekmi uz zivju mirstību, uzvedību, kā arī ūdens kvalitāti. Parasti notiek gan zivju, gan biofiltra adaptācija ķīmikālijām, tāpēc to koncentrāciju var pakāpeniski palielināt bez negatīviem blakusefektiem, tā panākot, ka apkarojamie parazīti aiziet bojā. Sāls ir lielisks līdzeklis ilgstošai apstrādei, bet arī formalīns ir veiksmīgi lietots ar 4-6 stundu intervālu. Biofiltrs vienkārši pierod pie formalīna un „sagremo” to tāpat kā jebkuras citas izcelsmes oglekļa savienojumu.

Kā jau iepriekš teikts, precīzas koncentrācijas un rekomendācijas ķīmisko vielu lietošanai recirkulācijas sistēmās nav iespējams nodrošināt. Vērā ir jāņem daudzi dažādi faktori – zivju suga, izmēri, ūdens temperatūra, ūdens cietība, organisko vielu daudzums, ūdens apmaiņas ātrums, adaptācija utt., tāpēc tālāk sniegtās vadlīnijas ir ļoti aptuvenas.

Sāls (NaCl) ir relatīvi nekaitīga viela, un to var izmantot apstrādei saldūdenī pret balto plankumu slimību - ihtioftiriozi (ierosinātājs - Ichthyophthirius multifiliis) un parasto saprolegniozi (ierosinātājs - Saprolegnia). Balto plankumu slimību pelaģiskajā fāzē var iznīcināt ar 10 ‰ sāls šķīdumu, un jaunākie pētījumu rezultāti liecina, ka

bentiskajai stadijai pietiek ar 15 ‰ sāls šķīdumu. Zivs ķermeņa šķīdrumos sāls ir aptuveni 8 ‰ koncentrācijā, un vairums saldūdens zivju šāda sāļuma ūdeni savā apkārtējā vidē pacietīs vairākas nedēļas. Inkubatoros 3 - 5 ‰ sāls koncentrācija novērsīs sēnišu slimību infekcijas.

Formalīns (HCHO) zemā koncentrācijā (15 mg/l) uz ilgāku laika periodu (4 - 6 stundas) ir pierādījis savu pozitīvo ietekmi uz dažādu slimību izraisītāju apkarošanu: Ichthyobodo necator (Costia), Trichodina sp., Gyrodactylus sp., infuzorijām un ihtioftiriusu. Biofiltrā formalīna sabrukšana notiek diezgan ātri – 15 °C temperatūrā apmēram 8 mg/h/m² biofiltra laukuma. Tomēr formalīns var samazināt baktēriju spēju biofiltrā konvertēt slāpekli.

Ūdeņraža peroksīds (H₂O₂) netiek plaši pielietots, tomēr, mēģinot ar to aizvietot formalīnu, eksperimenti ir parādījuši daudzsoļus rezultātus, lietojot to koncentrācijā 8-15 mg/l un veicot apstrādi 4 - 6 stundas. Vismaz uz 24 stundām pēc apstrādes biofiltra veiktspēja var tikt nobremzēta, tomēr dažu dienu laikā tā atgriežas normas robežās.

Citu ķīmisku vielu, kā vara sulfāta vai hloramīna-t lietošana nav ieteicama. Tās ir ļoti iedarbīgas pret, piemēram, žaunu bakteriālo slimību, tomēr biofiltrs smagi cietīs, kā arī šīs vielas var nelabvēlīgi ietekmēt visu recirkulācijas procesu un ražošanu.

Pret baktēriju infekcijām, kā furunkulozi, vibriozu vai BKD vienīgais zivju ārstēšanas veids ir antibiotikas. Atsevišķos gadījumos zivis var inficēties ar endoparazītiem, un arī tie ir jāārstē ar antibiotikām.

Antibiotikas piemaisa zivju barībai, ko tām izbaro vairākas reizes dienā, piemēram, 7 - 10 dienu periodā. Antibiotiku koncentrācijai jābūt saskaņā ar zāļu lietošanas instrukcijām un pietiekamai, lai spētu nogalināt baktērijas. Jāiztur noteiktais ārstēšanas kurss, pat tad, ja zivju mirstība šajā laikā izbeidzas. Pārtraucot ārstēšanu pirms noteiktā laika, pastāv liels risks, ka infekcija var atkārtoties.

Ārstēšanai ar antibiotiku „izbarošanu” zivīm recirkulācijas sistēmā ir neliels iespajds uz biofiltru. Antibiotiku koncentrācija ūdenī salīdzinājumā ar to koncentrāciju ārstējamās zivīs, ir

diezgan zemā līmenī, un iespajds uz baktērijām biofiltrā arī ir neliels. Tomēr antibiotiku lietošanas gadījumā ir rūpīgi jākontrolē varbūtējās izmaiņas ūdens kvalitātes parametros, jo tie var norādīt uz biofiltra izmaiņām. Iespējams, ka būs nepieciešams koriģēt zivju barošanas intensitāti, vairāk izmantot svaigu ūdeni vai izmainīt ūdens plūsmu sistēmā.

Saskaņā ar veterinārārsta izrakstītu recepti, zivju ārstēšanai var izmantot vairākas antibiotikas, kā sulfadiazīns, trimetoprimis vai oksolīnskābe.

Infekciozās aizkuņģa dziedzera nekrozes (IPN), virusālās hemorāģiskās septicēmijas (VHS) vai citu vīrusu ierosināto slimību ārstēšana nav iespējama. Lai novērstu šo vīrusu ierosināto slimību izplatību, vienīgais risinājums ir pilnībā iztukšot visu audzētavu, dezinficēt sistēmu un sākt visu no gala.

8. Audzētavu darbības piemēri

Lašu smolču audzēšana Čīlē

Pagājušā gadsimta deviņdesmito gadu straujā Atlāntijas lašu audzēšanas izaugsme Čīlē radīja pieprasījumu pēc regulārām smolču piegādēm no saldūdens, kurus varētu izvietot jūras sprostos audzēšanai līdz preču zivju izmēriem. Smolčus audzēja upēs vai ezeros, kur ūdens temperatūra ir pārāk zema, turklāt audzētavu notekūdeņi nodarīja kaitējumu videi. Recirkulācijas tehnoloģijas ieviešana

palīdzēja smolču audzētājiem izaudzēt lielus šo mazulu apjomus ar ievērojami zemākām izmaksām un videi draudzīgā veidā. Optimāli augšanas apstākļi palielināja arī mazulu augšanas ātrumu, gadā vienas smolču partijas vietā dodot iespēju saražot četras smolču partijas. Šīs pārmaiņas ir padarījušas visu ražošanas ķēdi daudz vienkāršāku, nodrošinot nepārtrauktas smolču piegādes ieviešanai jūras sprostos un preču izmēra pieaugušu lašu regulāru piegādi tirgiem.



8.1. att. Lašu smolču audzēšanas recirkulācijas saimniecība Čīlē.
Avots: Bent Højgaard

Ātes audzēšana Ķīnā

Sāļūdens recirkulācijas akvakultūra ir augoša uzņēmējdarbība, kas audzē daudz sugas, tādas kā grupers, bar-amundi, karaliskā makrele, paltuss, plekste, u.c. Āte ir recirkulācijas tehnoloģijai piemērota suga, kuras audzēšanu uzsākuši arī Ķīnas ražotāji. Līdzšinējie rezultāti rāda, ka ātes jūtas ļoti labi pilnībā kontrolētā vidē. Optimālā audzēšanas temperatūra šīm zivīm ir atkarīga no to izmēriem, un kopumā tās ir diezgan jutīgas pret vides apstākļu izmaiņām. Vides svārstību novēršana un stabila dzīves apstākļu nodrošināšana atmaksājas, jo recirkulācijas sistēmās 2 kg smagu āti var izaudzēt divos, nevis četros gados, kā parastajos audzēšanas apstākļos.

Foreļu paraugaudzētavas Dānijā

Videi draudzīgas foreļu audzēšanas jomā Dānija neapšaubāmi ieņem vienu no pirmajām vietām pasaulē. Stingras vides aizsardzības prasības ir likušas foreļu audzētājiem ieviest jaunas tehnoloģijas, lai līdz minimumam samazinātu zivju audzētavu notekūdeņu daudzumu. Lai kāpinātu ražošanu, vienlaicīgi samazinot ietekmi uz vidi, plaši ieviesta ūdens recirkulācijas tehnoloģija, kas pilnveidota tā saucamajās modeļu jeb paraugaudzētavās. Tā vietā, lai izmantotu milzīgus daudzumus upes ūdens, tādā audzētavā iesūknē ierobežotu augšējo slāņu gruntsūdens daudzumu un veic tā recirkulāciju. Līdz ar to ūdens temperatūra visu gadu



8.2. att. Ātu audzētava Ķīnā. Avots: AKVA Group



8.3. att. Foreļu paraugaudzētava Dānijā.
Avots: Kaare Michelsen, Danish Aquaculture

ir pastāvīga, foreļu augšanas temps palielinās un visi ražošanas procesi norit efektīvāk, turklāt visas izmaksas, ieskaitot investīcijas, ir samazinātas. Šādu audzētavu pozitīvā ietekme uz vidi aprakstīta 6. nodaļas 6.6. attēlā.

Recirkulācija un resursu atražošana

Tīras upes un ezeri, kā arī savvaļas zivju resursi daudzās valstīs ir kļuvuši par nozīmīgu vides aizsardzības mērķi. Viena no daudzajām iniciatīvām šajā jomā ir dabas aizsardzība, atjaunojot biotopus un apdraudēto zivju sugu un populāciju krājumus.

Taimiņš ir populāra zivs sporta makšķerēšanā. Tas apdzīvo daudzas Dānijas upes, kur gandrīz katrā upē

mīt sava populācija jeb ģenētiski specifiska līnija. Zinātnieki tās ir sašķirojuši ar gēnu analīzes metodēm, un atsevišķu populāciju izplatību attēlojuši speciālās kartēs. Kad taimiņi sasniedz dzimuma nobriedumu, tie migrē no jūras uz savu dzimto upi nārstot. Dānijas reģionā, ko sauc par Funenu, upes tika atjaunotas un atlikušās savvaļas populācijas tika saglabātas ar resursu atjaunošanas programmu, kas ietver recirkulācijas tehnoloģiju šo zivju mazulu mākslīgai ataudzēšanai. Pieaugušos taimiņus upēs noķer ar elektrozvejas rīkiem, noslauc un ikrus mākslīgi apaugļo, bet mazulus audzē speciālā recirkulācijas audzētavā. Apmēram pēc gada izaudzētos katras populācijas mazulus atlaiž atpakaļ tieši tajās upēs, kur noķēra to vecākus.

Šādā veidā ir saglābtas vairākas taimiņa populācijas, un pēc kāda laika tās, cerams, varēs pašas dabiski atražoties savās dzīvotnēs.

Svarīgākais, ka šīs programmas īstenošanas rezultātā sporta makšķerējiem ir sagādātas daudz labākas taimiņu makšķerēšanas iespējas Dānijas piekrastē. Makšķerēšanas tūrisms tāpēc ir kļuvis par labu ienākumu avotu vietējam biznesam, kā viesnīcas, kempingi, restorāni utt.. Kopumā no šādas programmas iegūst gan daba, gan vietējās komerciālās intereses.

Lielsaimniecības

Pašaulē pieaugot akvakultūras ražošanai, zivju audzētavas nemitīgi paplašinās. Mūsdienās viena vidēja lieluma jūras sprostū audzētava Norvēģijā izaudzē aptuveni 5000 tonnu lašu gadā. Arī saldūdens akvakultūras audzētavu apjomi palielinās, un daudzās valstīs pastiprinās cīņa par teritorijām un ūdeni ražošanas izvietojšanai, it īpaši Āzijas reģionā. Augošas bažas rada arī parasto akvakultūras saimniecību vides aspekti. Recirkulācijas akvakultūra piedāvā vairākas priekšrocības, kas var nākt



8.4. att. Foto no Bosanska Krupa Bosnijā-Hercegovinā, kur ar FAO palīdzību uzsākts Funenas projektam (Dānijā) līdzīgs projekts. Šeit izlaišanai savvaļā ataudzē strauta foreles, alatas un Donavas lašus.

Avots: FAO Eiropas un Centrālās Āzijas reģionālais birojs.

par labu masveida zivju audzēšanai. Atsevišķos pasaules reģionos jūras akvakultūra nav populāra, un sauszemes akvakultūras audzētavas tiek uzskatītas par zivju audzēšanas nākotni. Šādas saimniecības aizņem maz vietas un patērē nedaudz ūdens. Tajās pārtikas produktu drošība un kontrole ir augstā līmenī, pie tam ražošana ir vienmērīga un prognozējama.

Nākotnē visticamāk tiks ierīkotas milzīgu izmēru akvakultūras saimniecības, lai līdz minimumam samazinātu ietekmi uz vidi un ražošanas izmaksas, turklāt katru dienu nodrošinot konkrētu produkcijas apjomu laišanai tirgū. Šādas saimniecības varētu ierīkot lielu pilsētu tuvumā vai blīvi apdzīvotos reģionos, kur svaigas zivis var viegli piegādāt patērētājiem.



8.5. att. Akvakultūras lielsaimniecības shēma ar baseiniem (katra diametrs 15 m, tilpums vairāk nekā 500 m³). Avots: AKVA group.

Atsauces

Fundamentals of Aquaculture, A Step-by-Step Guide to Commercial Aquaculture by James W. Avault Jr., AVA Publishing Company Inc., Baton Rouge, Louisiana 70884-4060 USA, 1996, ISBN 0-9649549-0-7.

Recirculation Aquaculture by M.B. Timmons & J.M. Ebeling, NRAC Publication No. 01-007, Cayuga Aqua Ventures, USA, 2002, ISBN 978-0-9712646-2-5.

Recirculating Aquaculture Systems by R.A.M. Remmerswaal, INFOFISH Technical Handbook 8, 1997, ISBN 983-9816-10-1.

Aquaculture, Volume 1 & 2, Edited by Gilbert Barnabé, Ellis Horwood Limited, Chichester, West Sussex, PO19 1EB, England, 1990, ISBN 0-13-044108-2.

Aquacultural Engineering by Fredrick W. Wheaton, Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, 32950 USA, 1993, ISBN 0-89464-786-5.

Biology of Microorganisms by Thomas D. Brock, David W. Smith and Michael T. Madigan, Prentice-Hall International, USA, 1984, ISBN 0-13-078338-2.

Aquaculture for Veterinarians: Fish Husbandry and Medicine, Edited by Lydia Brown, Pergamon Press Ltd., Oxford, UK, 1993. ISBN 008-040835.

Manual on Effluent Treatment in Aquaculture: Science and Practise. Outcome of the EU supported Aquatreat project, 2007: www.aquaetreat.org

The State of World Fisheries and Aquaculture 2006, FAO Fisheries and Aquaculture Department, Viale delle Terme de Caracalla, 00153 Rome, Italy, 2007, ISBN 978-92-5-105568-7.

Pielikums – KontROLSARAKSTS RECIRKULĀCIJAS SISTĒMAS IEVIEŠANĀ

Recirkulācijas sistēmas ieviešanas darbu saraksts		
1.0	Projekta informācija	
1.01	Projekta mērķi, nodomi un uzdevumi	
1.02	Audzējamā suga	
1.03	Produkcijas izlaide gadā, tonnās un pēc skaita	
1.04	Ienākošo un izejošo zivju lielums – ražošanas plāns	
1.05	Saražoto partiju skaits gadā	
1.06	Barības pārrēķina koeficienta (BK) aprēķini	
1.07	Pieejamās skices vai cita informācija	
1.08	Notekūdeņu atļauja saņemta? Ierobežojumi, pieļaujamie līmeņi, u.t.t.	
1.09	Pieejamais audzētavas vadītājs vai zivju audzēšanas speciālists	
1.10	Cita svarīga informācija, specifiskas problēmas utt.	
2.0	Informācija par vietu	
2.01	Saldūdens vai sāļūdens. Sāļūdens sāls saturs	
2.02	Pieejamais ūdens avots – jūras ūdens, upe, aka, gruntsūdens, urbums	
2.03	Pieejamā ūdens daudzums, litri / sekundē	
2.04	Ūdens temperatūra Vasaras / ziemas, dienas / nakts svārstības	
2.05	Ūdens analīzes Rezultāti, pH	
2.06	Laika apstākļi: maks / min gaisa temperatūra Vai ir aukstas ziemas, ļoti karstas vasaras utt.	
2.07	Būvlaukuma grunts apstākļi	
2.08	Vietas temperatūra: maks./min.	
2.09	Pieejamā būvlaukuma platība Būvlaukuma forma	

Recirkulācijas sistēmas ieviešanas darbu saraksts

2.0	Informācija par vietu	
2.10	Pieejamā platība notekūdeņu attīrīšanai Nosēddīķi, infiltrācijas lauki utt.	
2.11	Zemes līmeņa piesaistes nulles punkts	
2.12	Vietējais enerģijas avots. Precizēt, kāds	
3.0	Ražotnes iekārtojums	
3.01	Inkubators	
3.02	Kāpuru audzētava / Barošanas uzsākšana	
3.03	Mazuļu audzētava / pieaudzēšana	
3.04	Preču zivju audzēšana	
3.05	Vaislinieki	
3.06	Dzīvās barības audzētava	
3.07	Attīrīšanas iekārtas	
3.08	Karantīnas cehs Aklimatizācijas cehs	
3.09	Ieņemamā ūdens apstrāde	
3.10	Notekūdeņu apstrāde	
3.11	Šķirošana /Nozveja / Dzīvu zivju piegāde	
3.12	Apstrāde / Iepakošana, Saldētava /Ledus mašīna	
3.13	Laboratorija/Cehs Kantoris/Ēdnīca	
3.14	Rezerves ģenerators	
3.15	Skābekļa ģenerators Rezerves skābekļa tvertne	
3.16	Ūdens sildīšanas / Dzesēšanas sistēma	
3.17	Celtniecības prasības, Siltumizolācija	
3.18	Arhitektūra, Apkārtne	

Galvenie aspekti

- Ieteikumi zivju audzētājiem, kā pāriet uz recirkulācijas akvakultūru
- Ievads tehnoloģijās un vadības metodēs
- Labas prakses piemēri pārejā uz recirkulācijas akvakultūru
- Ūdens apstrādes un notekūdeņu attīrīšanas apraksts
- Praktiski piemēri no dažādiem recirkulācijas projektiem

Autors Jakobs Bregnballe no „AKVA group” ir darbojies recirkulācijas akvakultūras pētījumos un praksē visā pasaulē vairāk nekā 30 gadu. Viņš ir viens no vadošajiem ekspertiem. Autoram ir Kopenhāgenas Universitātes maģistra grāds un viņam ir sava zivju audzētava.

FAO Centrālās un Austrumeiropas Apakšreģionālais birojs ir atbalstījis šo rokasgrāmatu, kuru ir publicējusi Starptautiskā Organizācija zivsaimniecības attīstībai Austrumu un Centrālajā Eiropā (EUROFISH).

Eurofish
H.C. Andersens Boulevard 44-46
DK-1553 Copenhagen V
Denmark

Tel.: (+45) 333 777 55
Fax: (+45) 333 777 56
info@eurofish.dk
www.eurofish.dk

The FAO Sub-regional Office
for Central and Eastern Europe
Benczur utca 34
H-1068 Budapest, Hungary

Tel.: (+36) 1 4612000
Fax: (+36) 1 3517029
fao-seur@fao.org
www.fao.org/regional/seur