



УНИВЕРЗИТЕТУ НОВОМ САДУ  
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

ИНТЕНЗИВНА ПРОИЗВОДЊА У АКВАКУЛТУРИ — ПРАКТИКУМ

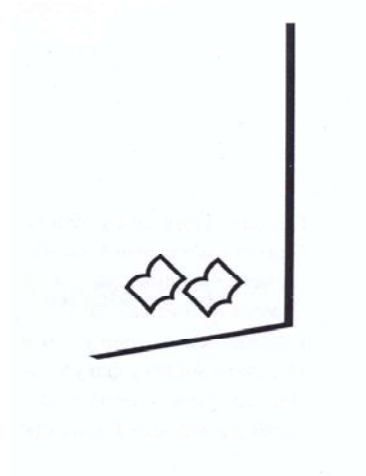


## ИНТЕНЗИВНА ПРОИЗВОДЊА У АКВАКУЛТУРИ ПРАКТИКУМ

Проф. др Николина Новаков  
Др Драгана Љубојевић

Проф. др Николина Новаков Др Драгана Љубојевић





# ИНТЕНЗИВНА ПРОИЗВОДЊА У ФАКУЛТУРИ - ПРАКТИКУМ

Проф. др Николина Новаков  
Др Драгана Љубојевић



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

---

НОВИ САД, 2022

## ЕДИЦИЈА ПОМОЋНИ УЏБЕНИК

Оснивач и издавач едиције

*Пољопривредни факултет, Нови Сад,  
Трг Доситеја Обрадовића 8, 2100 Нови Сад*

Година оснивања  
*1954*

Главни и одговорни уредник едиције

*Др Недељко Тица, редовни професор  
Декан пољопривредног факултета*

Чланови комисије за издавачку делатност

*Др Бранислав Влаховић, редовни професор - председник  
Др Ивана Давидов, ванредни професор - члан  
Др Дејан Беуковић, доцент - члан  
Др Ксенија Мачкић, доцент - члан*

СР - Каталогизација у публикацији  
Библиотека Матице српске, Нови Сад

**НОВАКОВ, Николина, 1982-**  
**ЉУБОЈЕВИЋ, Драгана, 1982-**

Интензивна производња у аквакултури - Практикум / Николина Новаков, Драгана Љубојевић. - Нови Сад : Пољопривредни факултет, 2022 (Нови Сад :). - 102 стр. : илустр. ; 30 cm. - (Едиција Помоћни уџбеник)

Тираж 20. - Библиографија.

ISBN 978-86-7520-553-1

а) Интензивна производња у аквакултури - Практикум  
COBISS.SR-ID

***Аутори:***

Др Николина Новаков, ванредни професор  
Пољопривредни факултет Нови Сад  
др Драгана Љубојевић, виши научни сарадник  
Научни институт за ветеринарство „Нови Сад“

**ИНТЕНЗИВНА ПРОИЗВОДЊА У АКВАКУЛТУРИ - ПРАКТИКУМ**

***Главни и одговорни уредник:***

Проф. др Недељко Тица, Декан Пољопривредног факултета

***Уредник:***

Проф. др Николина Новаков

***Технички уредник:***

Проф. др Николина Новаков

***Рецензенти:***

Проф. др Нада Плавша, Болести животиња и хигијена анималних производа,  
Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду  
Проф. др Ивана Давидов, Патологија, Пољопривредни факултет, Универзитет у  
Новом Саду

***Издавач:***

Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет Нови Сад  
Забрањено прештампавање и фотокопирање. Сва права задржава издавач.

***Штампа:***

Штампарија

***Штампање одобрио:***

Комисија за издавачку делатност, Пољопривредни факултет, Нови Сад.

***Тираж:***

20

***Одлуком наставно-научног већа Пољопривредног факултета у Новом Саду  
рукопис је одобрен за издавање као помоћни уџбеник.***

## ПРЕДГОВОР

Помоћни уџбеник „Интензивна производња у аквакултури - практикум“ намењен је студентима Департмана за ветеринарску медицину Пољопривредног факултета Универзитета у Новом Саду, ради потреба савладавања практичне наставе у оквиру предмета Интензивна производња у аквакултури. Планом и програмом предмета, као и садржајем овог практикума предвиђено је да студенти стекну знања из интензивне производње у аквакултури која обухвата производњу начешће гајених врста слатководних риба у интензивним системима.

Практикум је написан уз коришћење искуства и великог броја резултата из сопственог рада и истраживања, а које су аутори стицали током дугогодишњег рада у овој области. Приликом писања коришћени су и доступни литературни подаци из наше земље и света.

Практикум је писан на једноставан, лак и разумљив начин са циљем да се ова проблематика приближи потребама студената како би што боље и успешније савладали испит и припремили се за стручни и практични рад.

Поред ове основне намене, аутори сматрају да ће практикум користити и студентима других академских усмерења на основним студијама, али и ветеринарима и практичарима из других области који се баве гајењем и оценом квалитета риба и рибњег меса.

Овом приликом захваљујемо се свима онима који су својим саветима и сугестијама допринели квалитету уџбеника а посебно се захваљујем рецензентима проф. др Нади Плавши и проф. др Ивани Давидов на несебичној и свесрдној помоћи.

Молим све добронамерне кориснике ове књиге да својим примедбама и сугестијама допринесу да следећа издања буду још квалитетнија.

*У Новом Саду,  
10.01. 2022. године*

*Аутори*

## САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
2. ФИЗИЧКО – ХЕМИЈСКИ ПАРАМЕТРИ ВОДЕ .....	3
2.1. Температура .....	3
2.2. Светлост .....	3
2.3. Фотосинтеза .....	4
2.4. Суспендоване честице .....	4
2.5. Растворени кисеоник .....	5
2.6. Угљен диоксид .....	5
2.7. Азот .....	6
2.8. Амонијак .....	6
2.9. Алкалитет и пуферски капацитет воде.....	7
2.10. рН вредност .....	8
2.11. Гвожђе .....	8
2.12. Хлориди .....	8
2.13. Тврдоћа воде .....	8
2.14. Водоник сулфид .....	9
2.15. Мониторинг физичко хемијских параметара воде .....	9
3. СИСТЕМИ ГАЈЕЊА СЛАТКОВОДНИХ РИБА .....	10
3.1. РЕЦИРКУЛАЦИОНИ АКВАКУЛТУРНИ СИСТЕМИ (РАС) ГАЈЕЊА РИБА....	12
3.1.1. Дизајн РАС .....	12
3.2. КАВЕЗНИ СИСТЕМ ГАЈЕЊА ШАРАНА.....	25
3.2.1. Припрема за постављање кавеза .....	25
3.2.2. Избор локације за постављање кавезног система за гајења шарана .....	25
3.2.3. Критеријуми за одабир локације за гајење риба у кавезима .....	26
3.2.4. Производни параметри у кавезном систему гајења .....	27
3.2.5. Исхрана риба у кавезном систему гајења.....	29
3.3. ИНТЕНЗИВНА ПРОИЗВОДЊА ШАРАНА.....	39
3.3.1. Предуслови за интензивну производњу шарана .....	39
3.4. ИНТЕНЗИВНА ПРОИЗВОДЊА ПАСТРМКИ .....	41
3.4.1. Гајење млађи пастрмке .....	46

3.4.2. Гајење конзумне пастрмке .....	47
3.4.3. Кавезни системи гајења пастрмки .....	47
3.4.4. Рециркулациони системи за гајење пастрмке .....	48
3.4.5. Исхрана пастрмке .....	49
3.5. ИНТЕНЗИВНА ПРОИЗВОДЊА ЕВРОПСКОГ И АФРИЧКОГ СОМА .....	52
3.5.1. Производња европског сома.....	52
3.5.2. Производња афричког сома .....	53
3.6. ИНТЕНЗИВНА ПРОИЗВОДЊА СМУЂА .....	57
3.7. ИНТЕНЗИВНА ПРОИЗВОДЊА АСІРЕНСЕРІДАЕ (ЈЕСЕТРИ).....	58
3.7.1. Производни систем.....	59
3.8. ИНТЕНЗИВНА ПРОИЗВОДЊА ЈЕГУЉЕ .....	63
3.8.1. Гајење јегуље у рециркулационим системима .....	63
4. КВАЛИТЕТ МЕСА РИБА ИЗ ИНТЕНЗИВНОГ НАЧИНА ПРОИЗВОДЊЕ.....	70
4.1. МИКРОБИОЛОШКИ КВАЛИТЕТ МЕСА РИБА ИЗ ИНТЕНЗИВНОГ НАЧИНА ГАЈЕЊА .....	70
4.1.1. Иницијални ниво бактеријске контаминације свеже рибе.....	70
4.1.2. Улога микроорганизама у процесима квара .....	71
4.1.3. Бактерије узрочници квара .....	71
4.1.4. Микробиолошки критеријуми за производе из аквакултуре .....	71
4.2. СЕНЗОРСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ МЕСА РИБЕ .....	76
4.2.1. Оцена свежине рибе .....	76
4.2.2. Квар меса риба .....	77
4.2.3. Фазе квара рибе.....	77
4.2.4. Специфичности сензорских особина свеже рибе и рибе непожељне за исхрану .....	78
4.2.5. Методе за утврђивање степена свежине рибе .....	79
4.2.6. Рок трајања меса риба .....	80
4.2.7. Методе које успоравају процесе кварања рибе.....	81
4.3. ХЕМИЈСКИ КВАЛИТЕТ МЕСА РИБА .....	82
4.3.1. Протеини и аминокиселине у месу риба .....	83
4.3.2. Непротеински азотни састојци у месу риба .....	83
4.3.3. Масли и масне киселине у месу риба .....	84

4.3.4. Енергетска вредност меса риба.....	84
4.3.5. Угљени хидрати у месу риба.....	85
4.3.6. Витамини у месу риба.....	85
4.3.7. Минералне материје у месу риба.....	85
4.4. ХЕМИЈСКЕ АНАЛИЗЕ.....	88
4.4.1. Одређивање садржаја воде.....	88
4.4.2. Одређивање садржаја масти.....	88
4.4.3. Одређивање садржаја протеина.....	89
4.4.4. Одређивање садржаја пепела.....	89
4.4.5. Одређивање рН меса рибе.....	89
4.5. МИКРОБИОЛОШКЕ АНАЛИЗЕ.....	90
4.5.1. Лабораторијско посуђе, прибор и апарати.....	90
4.5.2. Прање и припрема лабораторијског посуђа за стерилизацију.....	90
4.5.3. Припрема лабораторијског посуђа за стерилизацију.....	90
4.5.4. Детекција <i>Listeria monocytogenes</i> .....	91
4.5.5. Детекција <i>Salmonella spp.</i> .....	91
4.5.6. Одређивање броја <i>Listeria monocytogenes</i> .....	92
4.5.7. Одређивање укупног броја аеробних мезофилних бактерија.....	92
4.5.8. Одређивање броја <i>Escherichia coli</i> .....	92
4.5.9. Одређивање броја сулфиторедукујућих клостридија.....	93
4.5.10. Утврђивање присуства резидуа антимикробних средстава.....	93
4.6. СЕНЗОРНА АНАЛИЗА.....	94
4.6.1. Одређивање страних мириса у месу риба.....	98
5. МЕТОДЕ ЗА УТВРЂИВАЊЕ СВЕЖИНЕ И КВАРА РИБЕ.....	98
6. ОДАБРАНА ЛИТЕРАТУРА.....	100
ПРИЛОГ.....	101





## 1. УВОД

Аквакултура је једна од најбрже растућих привредних грана у сектору производње хране. Производња се одвија великом броју земаља широм света, при чему се користе различите технологије производње.

Првих десет земаља, када је производња у аквакултури у питању, учествују са уделом од преко 87% производње и преко 81% укупне вредности производње. Азија учествује са 89% у укупној светској производњи, са доминацијом Кине која учествује са више од 60% од укупне производње у светској аквакултури. Највећи произвођачи у Азији су: Индија, Вијетнам, Индонезија, Бангладеш, Тајланд, Мијанмар, Филипини и Јапан.

У Републици Србији се рибарска производња углавном одвија у шаранским и мањим делом у пастрмским рибњацима. Рибље врсте које се производе у шаранским рибњацима су шаран, бели и сиви тослобик, амур, сом и смуђ, док се калифорнијска пастрмка производи на пастрмским рибњацима. Поред наведених врста, у веома малом проценту производи се и млађ топловодних врста као што су деверика, лињак, златни караш и хладноводних врста риба, као што су поточна пастрмка, младица и липљан, углавном за потребе порибљавања отворених вода. Укупна производња рибе у Републици Србији је око 15000 тона, при чему је производња шарана заступљена са око 11000 тона. У последње време отварају се и рецикулациони системи, који имају за циљ гајење риба на веома малим површинама у веома интензивној производњи, а међу њима се за сада највише гаје јесетре.

Више од 67,7% гајених риба у светским оквирима отпада на слатководне рибе, укључујући шарана, рибе кинеског комплекса, тилапију, афричког сома.

Гајење ципринида има важно место у светској аквакултури и по свом учешћу у укупној светској производњи превазилази све друге врсте риба (Слика 1). У производњи слатководних риба доминирају шаранске врсте (71,9%, 24,2 милиона тона), при чему је амур тренутно најзаступљенија риба по производњи у свету. Међу шаранским врстама 27,7% заузимају рибе које се хране филтрирањем, а остатак чине рибе које се могу гајити додавањем хране са релативно ниским садржајем протеина. Према статистикама ФАО (*Food Agriculture Organisation*), производња шарана је око 14% (3 387 918 тона) у укупној светској производњи ципринидних врста риба.

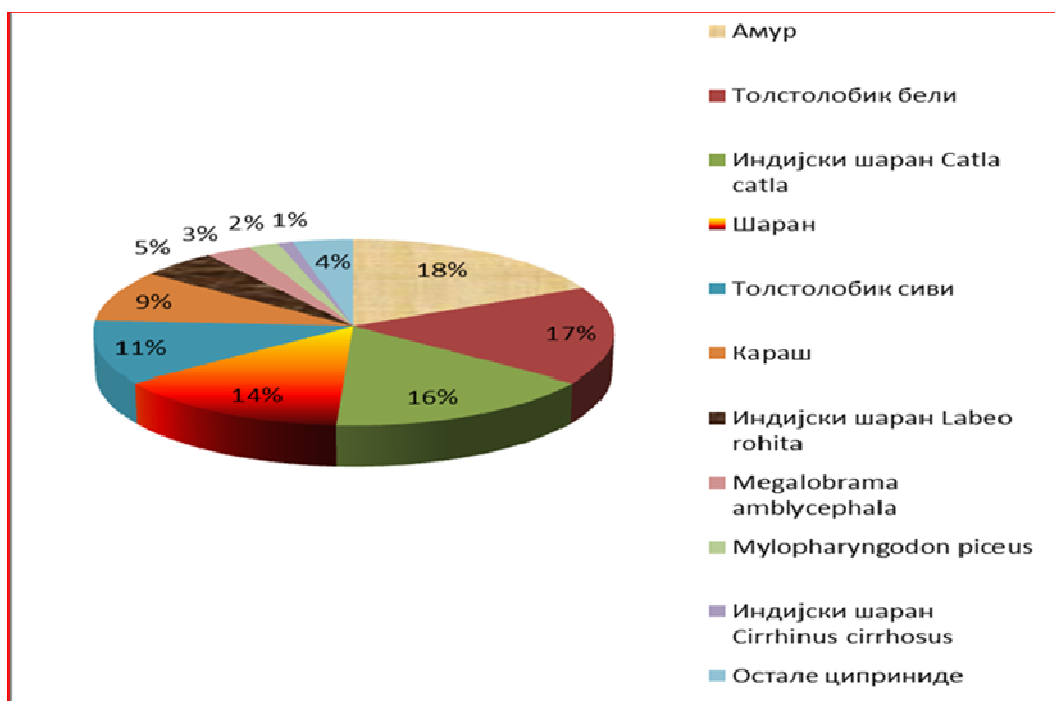
Производња шарана се повећавала просечно 9,5% по години између 1985. (мање од 0,5 милиона тона 1980.) и 2010. (преко 2,8 милиона тона). Највећи удео ових риба је из азијских земаља, посебно Кине, која учествује са око 70% у светској производњи ципринида.

Србија спада у земље са традиционалном производњом шаранских риба и као таква заузима треће место по производњи шарана по глави становника у свету, иза Републике Чешке и Кине, са производњом од око 1,3 kg по глави становника.

Производња се одвија најчешће у поликултури са белим и сивим толстолобиком, белим амуром, сомом и смуђем.

Већи број шаранских рибака је заснован након Другог светског рата, са производњом од око 400 kg по хектару, да би интензивирањем рибарске производње седамдесетих година она достигла око 1200 kg по хектару, након чега следи период стагнације, па чак и благог опадања производње, да би последње деценије дошло до пораста исте, првенствено захваљујући све чешћој замени житарица као допунске хране у рибањацима индустријски произведеним концентрованим смешама.

Данас се производња шаранских риба у Србији одвија на око 85 рибака и то најчешће у полуинтензивном систему, што је случај са преко 95% произведеног шарана заснованом на комбинацији природне хране доступне у рибаку и додатне хране углавном житарица или индустријски произведених концентрованих смеша.



Слика 1. Удео шарана у производњи ципринидних врста риба на светском нивоу.

## **2. ФИЗИЧКО – ХЕМИЈСКИ ПАРАМЕТРИ ВОДЕ**

### *2.1. Температура*

Рибе имају горњу и доњу границу топлотне толеранције и оптималне температуре за раст, инкубацију јаја, конверзију и отпорност на специфичне болести. Ове оптималне вредности варирају у зависности од врсте и могу се разликовати за различите параметре као што су парцијални притисак кисеоника и рН вредност воде. Слатководне воде су подложне температурним флукуацијама у зависности од географске ширине, годишњег доба, надморске висине, доба дана, дубине и других фактора. Опсег промене температуре морске воде је знатно мањи, због циркулације воде у морима и океанима и велике количине воде. Многе болести риба су температурно модулиране, где је патогеност блиско повезана са специфичном температуром. Вирусни патогени код риба се репликују у одређеном температурном опсегу воде. У многим системима домаћин - патоген постоји равнотежа између одбране домаћина и инвазивности патогена, али то се лако мења променом температуре. Температура воде такође утиче на друга својства акватичног окружења важног за здравље риба. Растворени гасови генерално смањују растворљивост са повећањем температуре, док растворљивост токсичних једињења, који су само слабо растворљиви у води, као нпр. сирове нафте и пестицида, расте са порастом температуре. Токсичност неких супстанци, попут тешких метала, такође расте са температуром.

### *2.2. Светлост*

Светлост је сложен еколошки фактор чије компоненте укључују спектар боја (квалитет), интензитет (количина) и фотопериод (периодичност). Водена средина има специфичне и изузетно променљиве карактеристике, те се рецептивност риба на промене светла мења у зависности од врсте и категорије риба. У отвореним водама и интензивним фармским системима, светлосни нивои се могу мењати само индиректно помоћу метода као што су повећање дубине воде и контролисање једноћелијских алги, макрофита и хлада од дрвећа. Слаб продор светлости узрокован абсорбујућим или рефлектујућим загађивачима, као што су глине, прање угља и папирни отпад, смањује продуктивност алги и може смањити доступне количине хране за рибе. У интензивним системима лакше се контролише режим светлости-интензитет, фотопериод, осенчена подручја и апсорпција светлости. Сви ови параметри могу допринети аспектима раста и сазревања риба.

Код многих гајених врста потребни су одговарајући циркадијални периоди мрака и светлости за правилно одређивање времена и завршетка одређених процеса, као што су полно сазревање, а добробит и хомеостаза често зависе од одговарајућих фотопериода.

### *2.3. Фотосинтеза*

Фотосинтеза је једна од најважнијих биолошких активности у аквакултури стајаћих вода. Многи параметри квалитета воде као што су растворени кисеоник, угљен-диоксид, рН и азотни отпадни производи су регулисани фотосинтетском реакцијом фитопланктона. Једноставно речено, фотосинтеза је процес којем фитопланктон користи сунчеву светлост да претвори угљен-диоксид у извор хране и да ослободи кисеоник као нуспроизвод. Поред снабдевања кисеоником у рибањацима, фотосинтеза такође уклања неколико облика азотног отпада, као што су амонијак, нитрати и уреа. Пигменти фитопланктонских биљака укључени у ову хемијску реакцију називају се хлорофилом. То су исти пигменти који се налазе у вишим биљкама као што је лишће дрвећа. Пошто се фотосинтетички процес покреће сунчевом светлошћу, највеће концентрације кисеоника се јављају када је сунце највише на хоризонту (обично 14-15 часова поподне).

Ноћу фотосинтеза престаје и фитопланктон првенствено дише. Дисање је обрнуто од фотосинтезе јер фитопланктон користи кисеоник за претварање хране у енергију, а угљен-диоксид се ослобађа као нуспроизвод. Дисање фитопланктона се такође дешава током дана, али на срећу узгајивача рибе, обично постоји вишак кисеоника који се производи да би се надокнадио губитак услед дисања. Изузетак је током дужих периода облачности, дисање које се јавља у одсуству фотосинтезе узрокује смањење нивоа кисеоника током целе ноћи. Као резултат тога, најниже концентрације кисеоника се примећују непосредно пре изласка сунца.

### *2.4. Суспендоване честице*

Планктон, рибљи отпад, непоједена храна или честице глине суспендоване у води могу изазвати проблеме, посебно у рециркулационим системима аквакултуре. Честице рибљег отпада могу бити главни извор лошег квалитета воде јер могу садржати до 70 % азотног оптерећења у систему и могу иритирати шкрге рибе. Замућеност узрокована честицама глине или земље може ограничити продирање светлости и ограничити фотосинтезу. Седиментација честица глина такође може уништити рибља јаја и корисне заједнице организама на дну као што су бактерије. Уклањање замућености глине може се постићи додавањем материјала који се везују за негативно наелектрисање честица глине, формирајући честице довољно тешке да се таложу на дно.

Превелике количине алги такође представљају проблем јер доводе до повећане стопе дисања током ноћи, што утиче на то да рибе троше више кисеоника. Прекомерно накупљање фитопланктона или "цветање" алги такође ће потрошити додатни кисеоник. Све велике промене између дневног и ноћног нивоа кисеоника могу довести до опасно ниске концентрације кисеоника.

### **2.5. Растворени кисеоник**

Растворени кисеоник је далеко најважнији хемијски параметар у аквакултури. Низак ниво раствореног кисеоника је одговоран за више смртности код рибе, било директно или индиректно, него сви други проблеми заједно. Као и људима, рибама је потребан кисеоник за дисање. Количина кисеоника коју риба конзумира је функција њене величине, брзине храњења, нивоа активности и температуре. Мале рибе троше више кисеоника него велике рибе због њиховог већег метаболизма.

Растворљивост кисеоника се повећава како температура пада. У рибњацима, количина раствореног кисеоника се може драматично променити током периода од 24 сата. Током дана се кисеоник производи фотосинтезом, процесом којим зелене биљке претварају воду и угљен-диоксид у присуству светлости у кисеоник и угљене хидрате. Током ноћи и дана кисеоник се троши дисањем, процесом којим биљке и животиње користе кисеоник за производњу угљен-диоксида како сагоревају угљене хидрате, али у току дана фотосинтеза обично производи више кисеоника него што се користи. Нивои кисеоника су најнижи непосредно пред зору, а највиши у касно поподне. Растворени кисеоник у рибњачким системима мора да се одржава изнад нивоа који се сматра стресним за рибу. Топловодне рибе могу толерисати ниже концентрације раствореног кисеоника од хладноводних риба. Растворени кисеоник треба одржавати изнад 4,0 mg/L код шаранских риба и изнад 9,0 mg/L за хладноводну рибу. Продужена изложеност ниским, несмртоносним нивоима кисеоника представља хронични стрес и узрокује да рибе престану да се хране, смањује њихову способност конверзије унете хране у месо рибе и чини их подложнијим болестима. Интензивна производња рибе у различитим системима који укључују: класичне рибњаке, кавезне, проточне и рециркулационе системе захтевају аерацију или оксигенацију за одржавање раствореног кисеоника на безбедним нивоима.

### **2.6. Угљен диоксид**

Угљен диоксид (CO<sub>2</sub>) се обично налази у води као производ фотосинтезе или у изворима воде који потичу из стена које садрже кречњак. Чести проблеми са угљен диоксиdom јављају се када се користе подземне воде, при транспорту риба у високим густинама, или у рециркулационим системима. У високим концентрацијама, угљеник диоксид доводи до тога да рибе изгубе равнотежу, постану дезоријентисане и вероватно угину. Рибе могу толерисати концентрације од 10 ppm под условом да су концентрације раствореног кисеоника високе.

Вода која подржава добре популације риба обично садржи мање од 5 ppm слободног угљен диоксида. У води која се користи за интензивну рибњачку производњу, нивои угљен-диоксида могу да варирају од 0 ppm поподне до 5-15 ppm у зору, док у рециркулацијским системима нивои угљен диоксида могу редовно прелазити 20 ppm. Превише високи нивои угљен-диоксида (већи од 20 ppm) могу ометати коришћење кисеоника од стране риба.

Постоје неколико уобичајених начина за уклањање слободног угљен-диоксида. Прво, са бунарском или изворском водом из кречњачких стена, аерација може „оддувати“ вишак гаса. Друга опција је додавање неке врсте карбонатног пуферског материјала као што је калцијум карбонат ( $\text{CaCO}_3$ ) или натријум бикарбонат ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Такви додаци ће у почетку уклонити сав слободни угљен диоксид и ускладиштити га у резерви као бикарбонатни и карбонатни пуфери.

Испитивање подземних вода пре употребе и коришћење аерације, смањиће угљен диоксид на прихватљив ниво. Пажљиво планирање, аерација или оксигенација и пуферовање воде ће задржати угљен диоксид на прихватљивом нивоу када се велики број риба узгаја у рециркулационим системима.

### 2.7. Азот

Растворени гасови, посебно азот, обично се мере у смислу „процента засићења“. Свака вредност већа од количине гаса коју вода нормално држи на датој температури представља презасићење. Ниво презасићености гасом изнад 110% се обично сматра проблематичним.

Болест гасних мехурића је симптом презасићености гасом. Знаци болести мехурића гаса могу бити различити. Мехурићи могу доћи до срца или мозга, а рибе угину без икаквих видљивих спољашњих знакова. Други симптоми могу бити мехурићи непосредно испод површине коже, у очима или између жбица пераја. Лечење болести гасних мехурића укључује довољно проветравања да би се концентрација гаса смањила до засићења или ниже.

### 2.8. Амонијак

Рибе излучују амонијак и мање количине уреје у воду као отпад. Два облика амонијака се јављају у системима аквакултуре, јонизовани и нејонизовани. Нејонизовани облик амонијака ( $\text{NH}_3$ ) је изузетно токсичан, док јонизовани облик ( $\text{NH}_4^+$ ) није. Оба облика су груписани заједно као "укупни амонијак". Кроз биолошке процесе, токсични амонијак се може разградити до безопасних нитрата.

У отвореним водама, као што су језера и реке, амонијак можда никада неће достићи опасне високе нивое због мале густине рибе, али узгајивач рибе мора да одржава високу густину рибе и стога се излаже ризику од токсичности амонијака. Нивои нејонизованог амонијака расту са порастом температуре и рН. Да би се одредила концентрација нејонизованог амонијака, помножи се укупна концентрација амонијака са процентом који је најближи посматраној температури и рН узорка воде.

Нивои токсичности за нејонизовани амонијак зависе од појединачне врсте; међутим, нивои испод 0,02 ppm се сматрају безбедним. Опасно високе концентрације амонијака обично су ограничене на систем рецикулације воде или резервоаре за извлачење где се вода непрекидно рециклира и у рибњачкој култури након одумирања фитопланктона. Међутим, познато је да се средњи облик амонијака - нитрита - јавља на токсичним нивоима (болест смеђе крви) у рибњацима. Концентрације од 0,5 ppm смањују раст и негативно утичу на рибе. Рибе могу толерисати нитрате до неколико стотина ppm.

Када се рибе интензивно узгајају и хране храном богатом протеинима могу произвести високе концентрације амонијака у води. Амонијак и други метаболички отпад су постепено уклањају природним процесима у језерима или кроз употребу биолошких филтера у рецикулационим системима. Амонијак уклањају бактерије које га у почетку претварају у нитрит, а затим у нитрат.

## *2.9. Алкалитет и пуферски капацитет воде*

Од суштинског значаја у аквакултури је адекватан пуферски систем који служи за контролу великих промена рН вредности воде. Без неких средстава која служе за депоновање угљен диоксида ослобођеног дисањем биљака и животиња, нивои рН могу флукуирати у језерцима од приближно 4-5 до преко 10 током дана. У рецикулационим системима константно дисање рибе може подићи нивое угљен диоксида довољно високо да омета унос кисеоника рибама, поред тога што снижава рН воде. Алкалност је мерење карбонатних и бикарбонатних јона (јони су атоми или групе атома са негативним или позитивним наелектрисањем) растворених у води. Како количина угљен диоксида варира, рН воде се мења. Величина овога померање је одређено пуферским капацитетом воде или његовом способности апсорпције киселина и/или база. Фотосинтетичка активност у слабо пуферованом рибњаку може довести до пораста рН вредности, можда од само шест ујутру до девет или чак више до касно поподне. У рибњаку са већом алкалношћу, рН се смањује. Погодан опсег алкалности је 20 до 300 ppm. Алкалност преко 300 ppm не утиче негативно на рибе, али омета деловање одређених хемикалија које се обично користе (нпр. бакар сулфат). Алкалност остаје релативно константна у рибњацима, али се стално смањује у системима са рецикулацијом без допуне. Алкалност може бити повећана додавањем кречњака у језера или натријум бикарбоната у рецикулационе системе.

У топоводној аквакултури, на шаранским рибњацима, једно од веома важних средстава које има одличне пуферске особине и које балансира рН вредност је гашени и негашени креч, који може да се применјује у концентрацији од 2000-4000 kg/ha годишње.



### 2.10. рН вредност

Концентрација база и киселина у води одређује њен рН. Ниска рН је кисела, висока рН је базна; а рН од 7 је неутралан. Рибе преживљавају и најбоље расту у водама са рН између 6-9 (оптимално 6,5-8,5). Ако су рН вредности изван овога опсега, раст рибе је смањен. При вредностима испод 4,5 односно изнад 10, долази до смртности. У добро пуферизованим рибњацима (са алкалношћу преко 50-100 ppm), рН обично варира једну или две јединице дневно. Ујутро, нивои угљен диоксида су високи а рН је низак као резултат дисања током ноћи (угљен-диоксид формира благу киселину када се раствори у води). Након изласка сунца, алге и друге зелене биљке стварају угљене хидрате и кисеоник из угљен диоксида и воде фотосинтезом. Како се угљен диоксид елиминише из воде, њен рН се повећава. Најнижи рН у дану је обично повезан са најнижим нивоом раствореног кисеоника. Највиши рН током дана обично је повезан са највишим нивоом раствореног кисеоника. У рециркулацијским системима, витрификација и респирација како риба тако и биофилтерских бактерије смањују рН. Често се додаје пуфер као што је натријум бикарбонат како би се спречило да рН вредност падне превише.

### 2.11. Гвожђе

Многе подземне воде садрже повишене нивое раствореног гвожђа. Када је изложено ваздуху, ово гвожђе ступа у интеракцију са кисеоником, постаје нерастворљиво и формира црвени талог. Стварају се мале грудвице гвожђа које се могу таложити на шкргама рибе, изазивајући иритацију и стрес. Проблеми се могу избећи ако је вода која садржи гвожђе изложена ваздуху, што резултира да накупине гвожђа буду уклоњене таложењем или филтрацијом пре него што вода уђе у акватични систем.

### 2.12. Хлориди

Вода се за контролу бактерија, обично у градским водоводима третира хлором са 1,0 ppm. Ако се хлорисана вода користи за узгој рибе (првенствено је ово случај за акваријуме), остатак хлора се мора уклонити аерацијом, са хемикалијама као што је натријум тиосулфат, или филтрацијом кроз активни угаљ. Чак и низак ниво хлора од 0,02 ppm може изазвати стрес код рибе.

### 2.13. Тврдоћа воде

Јони калцијума и магнезијума чине тврдоћу воде. Поступци испитивања обично обухватају одређивање оба јона као „укупну тврдоћу“, изражену као ppm калцијум карбоната. У већини вода концентрације алкалности и тврдоће су

сличне, али она може знатно да се разликује пошто алкалност мери негативне јоне (карбонат, бикабонат), а тврдоћа мери позитивне јоне (калцијум, магнезијум). Тврдоћа је важна, посебно у гајењу неких комерцијалних врста као што је сом. Ако је тврдоћа слабија, те врсте не расту добро. Тврдоћа треба да буде изнад 50 ppm, а ниске вредности тврдоће воде се могу подесити додатком креча или калцијума хлорида.

#### *2.14. Водоник сулфид*

Рибњаци са дном сиромашним кисеоником и акумулираним органским материјалом могу ослободити водоник сулфид када се подеиже седимент. Супстрат испод јако храњених кавеза/мрежних обора може акумулирати отпад (нпр. непоједену храну, измет) и произвести гас водоник сулфид ако кисеоник постане дефицитаран. Гас водоник сулфид има мирис покварених јаја и изузетно је токсичан. Треба избегавати и бити изузетно опрезан при руковању језерима у којима постоји висока концентрација овог гаса. Да би се проблем елиминисао, рибњаци могу бити исушени, изложени ваздуху и/или изорани и механички обрађени.

#### *2.15. Мониторинг физичко хемијских параметара воде*

Ако се рибе гаје у високој густини, температура, растворени кисеоник, амонијак, нитрити и рН треба да буду свакодневно или чешће праћени (нпр. континуирано праћење раствореног кисеоника у рециркулацијским системима). Бистрина воде, алкалност и тврдоћа се могу мерити ређе, можда једном или два пута недељно, јер не флукутирају једнако брзо. Гвожђе и хлор би требало да се утврђују приликом првог испитивања потенцијалног извора воде па се корективне мере могу уградити у производни систем током фазе пројектовања или планирања.

Угљен диоксид треба измерити при првој употреби новог извора подземних вода и рутински у рециркулацијским системима. Када су присутни проблеми са водоник-сулфидом и угљен-диоксидом, системе треба пажљиво пратити и благовремено и адекватно реаговати. При мањој густини насељености, параметри квалитета воде могу се пратити ређе или никако. Без обзира на учесталост, праћење треба да се спроводи у стандардном времену и дубини на којој се налазе рибе. Време мерења и посматране вредности треба да се забележе. Добро вођење евиденције је од суштинског значаја за успешну аквакултуру. У интензивним рибњацима и кавезним системима пожељно је пратити растворени кисеоник рано ујутру (најмање вредности кисеоника), када су услови стресни за рибе. Насупрот томе, температуру и рН у рибњацима је најбоље мерити током касног поподнева.

### 3. СИСТЕМИ ГАЈЕЊА СЛАТКОВОДНИХ РИБА

Постоји неколико система гајења слатководних риба, првенствено шарана и других ципринида (Табела 1), а такође и других врста риба које се могу гајити у интензивним и рециркулационим системима применом савремене технологије:

*Екстензивни систем* гајења шарана заснива се на искоришћавању природне хране доступне у рибњаку током производног циклуса, а карактерише га низак принос по јединици површине. Овакав начин производње је високо зависан од плодности рибњака и не захтева велика улагања.

*Полуинтензиван систем* је главни тип производње рибе у Србији при чему је шаран доминантна рибља врста. Овај систем гајења шарана у класичној производњи у Европи је базиран на исхрани са житарицама као енергетског додатка и фауном дна која се налази у рибњацима. У Србији постоје два вида полуинтензивног начина производње у зависности од хранива која се користе. Први је класичан полуинтензивни систем где се поред природне хране, користе житарице како би се подмириле енергетске потребе рибе. Све више произвођача рибе повећава производњу на тај начин што користе индустријски произведене смеше за исхрану шарана, најчешће пелетирану храну. На овај начин се повећавају и трошкови производње у односу на прва два описана начина гајења, посебно због високе цене хранива која садрже висок ниво протеина са избалансираним аминокиселинским саставом. Високи трошкови се могу ублажити заменом хранива анималног порекла са локално доступним протеинским хранивима биљног порекла. Многе топоводне рибе из узгоја, укључујући шарана, не захтевају хранива анималног порекла у својој исхрани.

*Интензивни систем* подразумева гајење шарана углавном у мањим објектима. Висина производње је у корелацији са протоком и аерацијом. За исхрану се користе избалансиране комплетне крмне смеше. У интензивни систем производње спадају силосни и кавезни системи гајења, то су прави индустријски системи. Силосни систем је уједно и најинтензивнији облик гајења риба где вода служи као животна средина која је у сталном току рециркулације а кисеоник се производи изван ових објеката. У интензивној производњи, рибе се држе у интензивним системима који могу бити и различити рециркулациони системи. У овим системима суштина је исхрана са избалансираном храном која обезбеђује брз прираст и висок проценат преживљавања уз строго контролисане услове, односно технолошке параметре производње.

Класични системи гајења риба изискују велике површине које је проблем обезбедити. Поред овог проблема производња „под отвореним небом“ захтева чуварску службу у спречавању штета које наносе рибоједе птице и људи који се баве присвајањем туђег добитка. Интензивни и рециркулациони системи поред просторног бенефита, не захтевају чак ни велику количину воде која се у току процеса производње пречишћава без губитака, и поново искоришћава. Неопходно је обезбедити адекватне биофилтере ради контроле органске материје и довољне

количине кисеоника у систему. Такође је неопходно обезбедити механичке филтере и колекторе који су задужени за скуљане декомпензоване хране и суспендованих материја. Поред довољне количине раствореног кисеоника лимитирајући фактор производње и повољног здравственог стања риба је адекватна концентрација амонијум јона и амонијака у води, што захтева континуиран мониторинг поменутих параметара. Треба водити рачуна и да се спречи улазак и ширење инфективних агенаса као што су бактерије, вируси, гљивице, паразити и др. и њихово даље хоризонтално преношење. Ове системе могуће је направити са малим капацитетом, што обезбеђује реалан пласман риба које се могу продавати током целе сезоне а постижу бољу цену од шаранских риба. Погодни су за почетнике као школски системи, па им се реални капацитет временом може увећавати. У овим системима могу се гајити различите врсте топловодних риба, пре свега аципенсериде, сомовске врсте риба и остале племените грабљивице. Исхрана риба обавља се са комплетним смешама које се могу произвести у домаћој индустрији сточне хране. С обзиром да је могуће производити рибе које имају већу цену на тржишту, економичност ове производње не поставља се као лимитирајући проблем гајења поменутих врста.

Табела 1. Системи гајења шарана.

Систем гајења	Принос	Заступљеност
Екстензиван		Спорадично
Полуинтензиван – прихрањивање са житарицама	Неколико стотина до 1500 kg/ha	97- 98% на светском нивоу
Полуинтензиван – прихрањивање са концентрованим хранивима, комплетне смеше	1200 – 3000 kg/ha	
Интензиван –земљани рибњаци	4000 - 10 000 kg/ha	2 -3 % на светском нивоу
Интензиван - бетонски базени		
Интензиван – танкови (пластични)		
Интензиван – кавезни системи	10-50 kg/m <sup>3</sup> воде (Србија)	

### 3.1. РЕЦИРКУЛАЦИОНИ АКВАКУЛТУРНИ СИСТЕМИ (РАС) ГАЈЕЊА РИБА

Рециркулациони аквакултурни системи (РАС) представљају најнапреднију, најмодернију технологију за гајење риба. Настала је као потреба за гајење риба са малим количинама воде, на ограниченом простору, 365 дана у години. Укратко, једна те иста вода се врти и филтрира у систему за гајење риба. Додаје се само вода која дневно испарава. Систем је врло ефикасан и постижу се врло велике густине насада рибе по јединици запремине воде. То значи да се зависно од врсте рибе, узраста, врсте хране и темпа храњења, температуре воде и количине кисеоника (аерација, оксигенација) постижу густине од 50 до чак 300 kg рибе по m<sup>3</sup> воде.

Оно што је значајна предност рециркулационих система јесте што они повећавају могућност контроле самог насада, односно рибе која се гаји у њима, јер се најчешће реализују у виду затворених система који се налазе под кровом, а самим тим нема штета које настају због активности рибоједих птица и крађе рибе.

Ови системи пошто су у великој мери аутоматизовани захтевају и значајно мање радне снаге за мануелне послове, што свакако утиче на лакшу одрживост истих, односно економику.

Биосигурносне мере такође могу да се спроведу много лакше неко у класичном систему, јер пре свега ради се о мањим површинама и самим тим све мере, нарочито дезинфекција се могу много лакше спроводити, што у многоме утиче на тежи улазак појединих болести нарочито високо инфективних које могу изазвати велика угинућа рибе.

Не треба занемарити ни повољан утицај РАС-а на животну средину, који се огледа у рационалној употреби воде која представља веома значајан ресурс и наравно готово никаквом загађивању животне средине, јер вода која се употребљава у РАС-мима пошто се пречишћава не садржи никакве загађиваче нити штетне производе метаболизма животиња.

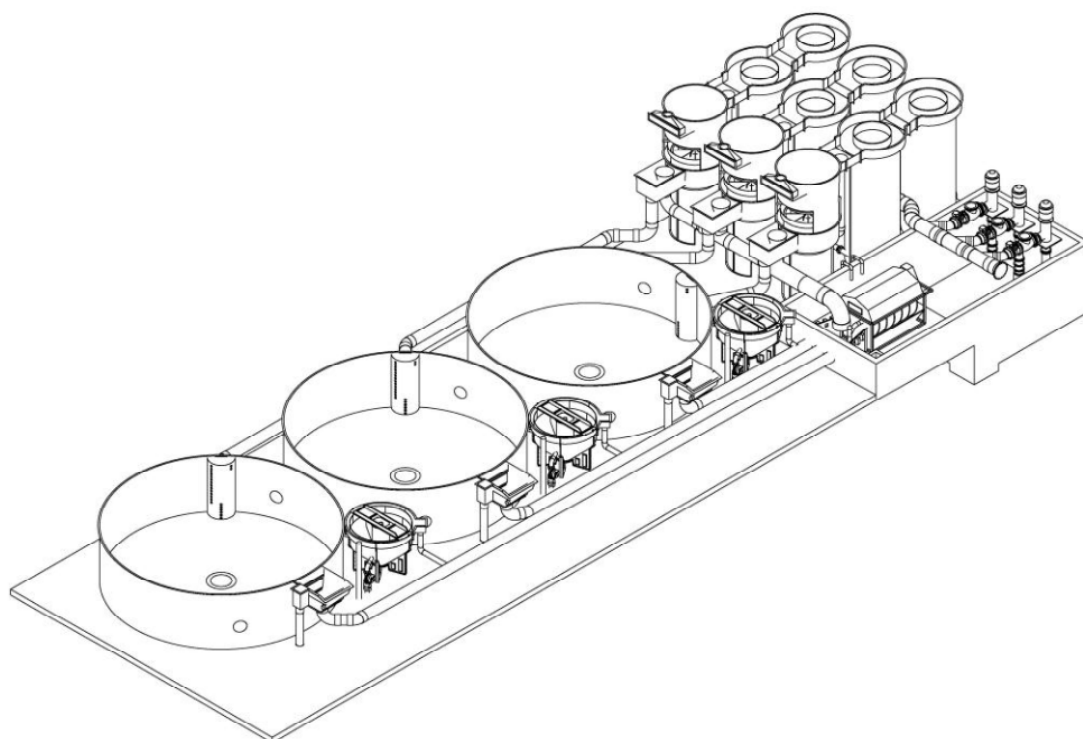
#### 3.1.1. Дизајн РАС

Функционални делови РАС-а укључују (Слика 2):

- ◇ такнове (базене) за узгој рибе,
- ◇ базене за таложeње и/или уређаје за уклањање суспендованих честица,
- ◇ биофилтере,
- ◇ убризгавање кисеоника са У-тубе аерацијом

- ◇ водену циркулациону пумпу и
- ◇ цеви и осталу аутоматику и инструментлну опрему

Озонска и/или ултраљубичаста стерилизација такође могу бити повољне за смањење органског и бактеријског оптерећења воде која се користи у самом систему.



**Слика 2.** Рециркулациони аквакултурни систем са танковима за узгој рибе, механичким филтерима и биофилтерима, стерилизатором, пумпом, цевима и осталом опремом.

### *3.1.2. Снабдевање водом*

Добар извор воде, која је адекватна у количини и квалитету, од суштинског је значаја за успешан узгој рибе. Подземна вода добијена из дубоких бунара је најбољи извор воде за гајење рибе. У принципу је без загађивача и има релативно високе нивое тврдоће, што је корисно у неким околностима. Комунални водоводни системи се такође могу користити али само након уклањања хлорида, флуорида и других хемикалија.

Остали извори воде, посебно површинске воде из потока, река и језера, не препоручују се за узгој рибе. Површинске воде могу садржати узрочнике болести тј. разне бактерије, вирусе, паразите, те пестициде и друге загађивача који могу убити или успорити раст рибе. Анализа количине и квалитета расположивог

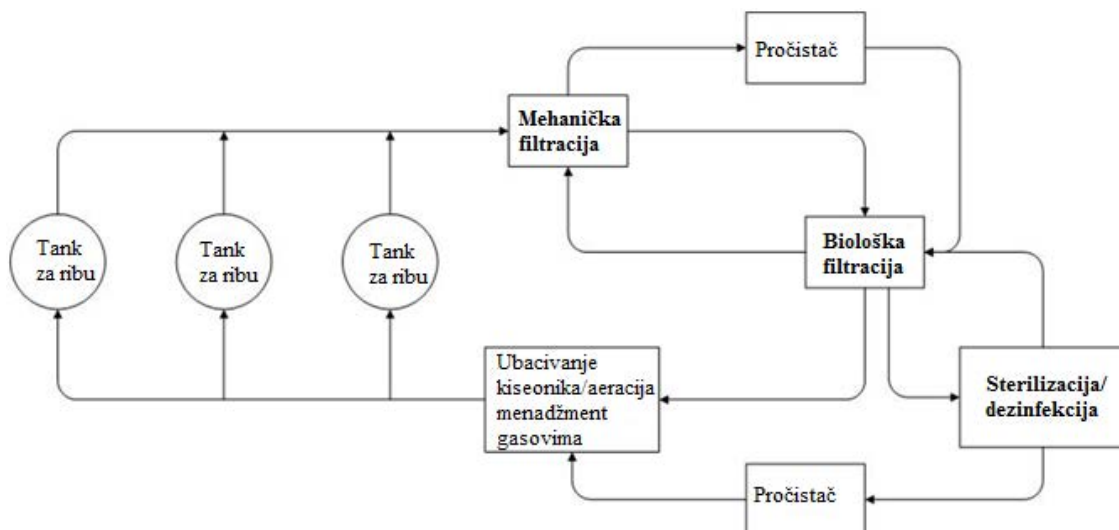
водоснабдевања је један од првих корака за сваког потенцијалног фармера риба који ће се побринути за осигурање адекватне понуде воде високог квалитета.

Пошто РАС рециклира већину своје воде, ова производња троши знатно мање од других врста производње и посебно је добро прилагођена подручјима са ограниченим залихама воде. Потребна количина воде која је неопходна за узгој рибе варира у зависности од врсте риба која је одабрана, величине самог система и величине инвестиције. Као опште правило, минимална запремина воде од 10-50 литара неопходна је за узгој 1 килограма рибе, при чему треба обезбедити проток од 40-100 литара у минути.

### 3.1.3. Отворени и затворени системи

Системи за узгој риба који користе танкове се називају рецикулациони (затворени) системи, јер подразумевају рециклирање или поново коришћење воде (Слика 3). Ниједан систем никада није потпуно "затворен", јер нека количина воде мора периодично да се додаје да би се заменили губици у испаравању и они губици који се користе за испирање отпадног материјала. Нека промена воде је неопходна, јер ниједан филтер није 100% ефикасан. Ипак, РАС може ефикасно да функционише тако што повремено додаје само релативно малу количину воде на дневном или недељном распореду.

Отворени (проточни) системи се односе на оне који једноставно дозвољавају пролаз воде кроз један систем пре него што се она одбаци. Овакви отворени системи се такође могу користити у затвореном гајењу рибе под кровом ако је на располагању обилно и континуирано снабдевање квалитетном водом. Отворени системи црпе већину воде брзо, док затворени системи црпе воду полако. РАС су погоднији за узгој топловодних рибљих врста јер могу толерисати ниже услове квалитета воде и више температуре.



Слика 3. Шематски приказ РАС.



### **3.1.4. Танкови за гајење рибе**

Рибе се могу узгајати у танковима скоро сваког облика и величине. Типични су танкови који имају правоугаони, кружни или овални облик. Кружни или овални резервоари са централним одводима су нешто лакши за чишћење и циркулацију воде него они који имају облик правоугаоника. Правоугаони танкови се обично граде или постављају на косим подовима како би се олакшало чишћење и циркулација. Танкови за узгој могу бити од 2000 до 2.000.000 литара капацитета. Величина танкова зависи од различитих фактора, укључујући: густину насада, одабране врсте, снабдевање водом, квалитет воде и економске аспекте.

Танк мора бити дизајниран тако да са капацитетом одговара другим компонентама система, посебно величини биофилтра и да се сви делови система синхронизују. Резервоари могу бити израђени од пластике, бетона, метала, дрвета, стакла, гуме или било који других материјала који ће задржати воду, а не кородирати, и нису токсични за рибу. Глатке површине на унутрашњости резервоара препоручују се ради спречавања абразије коже и инфекција код риба, и да омогуће лакше чишћење и стерилизацију. Лагани, издржљиви, пластични резервоари морају бити такви да се могу лако помицати и лако чистити када је неопходно, али захтевају посебну подршку да би се спречило истезање када се напуне водом. Нерђајући челик је такођер добар материјал танка, али може бити скуп. Бетонски резервоари могу бити најекономичнији за изградњу, али представљају трајне и непокретне грађевине које се не могу премештати. Неотровна пластика или гумене облоге могу се користити преко оквира од дрвета, метала, бетона или других материјала.

### **3.1.5. Биофилтрација**

Биолошки филтер (биофилтер) је срце РАС-а. Као што и сам назив имплицира, то је живи филтер састављен од медија (ребрастих пластичних листова или зрна песка) на којима расте филм бактерија. Бактерије обезбеђују третман отпада уклањањем загађивача. Два примарна загађивача воде које треба уклонити су (1) рибљи отпад (токсични спојеви амонијака) који се излучују у воду и (2) непоједене честице хране за рибе.

Биофилтер је место где корисне бактерије уклањају (детоксицирају) производе метаболизма риба, пре свега амонијак.

### **Биофилтер - дизајн и материјали**

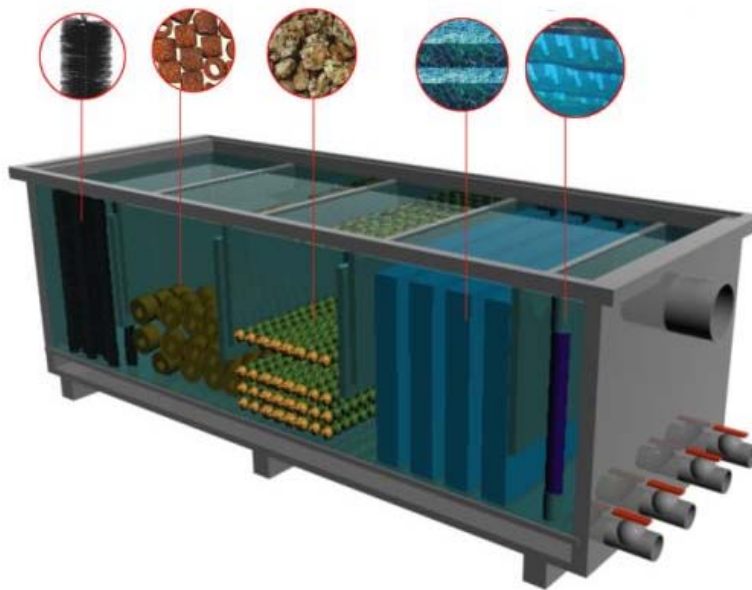
Биофилтер, у свом најједноставнијем облику, је точак, бачва или кутија, који је испуњен медијем који обезбеђује велику површину на којој нитрификујуће бактерије могу расти (Слика 4). Контејнер биофилтера може бити израђен од разних материјала, укључујући пластику, дрво, стакло, метал, бетон или било коју



другу нетоксичну супстанцу. У малим системима, неки узгајивачи користили су пластичне канте за смеће или септичке јаме.

Величина биофилтра директно одређује количину рибе у систему. Већи биофилтри имају велики капацитет асимилације амонијака и могу подржати већу производњу рибе. Биофилтер мора да обезбеди довољну површину за колонизацију (везивање) нитрифицирајућих бактерија. Потребно је обезбедити велику површину за подршку популацијама бактерија при оним густинама које су адекватне за смањење оптерећења отпадних производа (амонијака) које излучују рибе у танку.

Битно је да вода која тече кроз биофилтер дође у директан контакт са филмом бактерија који расте на површини медија за временски период довољан да омогући бактеријама да претворе токсични  $\text{NH}_3$  и  $\text{NO}_2$  у мање токсични  $\text{NO}_3$ . Пажљиво израчунавање стопе протока (времена контакта) и величине (волумен и дубина биофилтра) је фундаментално. Медији биофилтера могу бити ребраста пластика, стиропор или стаклене перле, лава стена, песак, шљунак или сличан материјал који осигурава велику површину. Квалитет и количина површине медија за нитрификујуће бактерије су важне детерминанте ефикасности биофилтра.



**Слика 4.** Биолошки филтер за рецикулационе системе.

Идеална биофилтерска подлога има:

- ◇ велику површину за густ бактеријски раст,
- ◇ довољно пора за кретање воде,
- ◇ отпорност на зачепљење и
- ◇ карактеристике лаког чишћења и одржавања.

Препоручује се пластика јер је лагана, флексибилна и лака за чишћење, али може бити скупа.

### ***Величина биофилтера***

Биофилтер у било ком РАС дизајну мора бити димензионисан тако да одговара другим компонентама система. Важни фактори који се морају узети у обзир приликом дизајнирања биофилтера су: површина медија (квадратни метри површине за везивање бактерија), амонијачна оптерећеност воде (количина амонијака која се дневно мора претварати по квадратном метру површине медија) и хидраулички пуњење (количина воде у литрима дневно по квадратној подлози површине медија).

### ***Врсте биофилтера***

Биофилтери се могу конфигурисати на много начина. Две опште категорије су:

- ◇ подводни филтери (потопљени)

Потопљени филтери који се налазе под водом могу имати фиксне (непокретне) медије у којима проток воде може бити горе, доле или хоризонтално кроз медије. Реактор са флуидизованим слојем је уобичајено коришћен подводни филтер. Он се састоји од финих честица (песак, густе пластике, стаклене куглице, минерали, итд.) У посуди кроз коју протиче вода тако да "флуидизира" или суспендира медиј у воденој колони. Ови филтери нуде велику површину по јединици запремине и теоретски већу нитрификацију. Међутим, као и код других филтера у подводном слоју, сав кисеоник потребан за конверзију амонијака у нитрат мора бити растворен. Код оваквих филтера под водом често је потребна допунска аерација пре и после проласка воде кроз филтер. Ако је улазни растворени кисеоник низак, ефикасност конверзије амонијака је смањена.

- ◇ пропусни филтери

Ови филтери имају два основна типа: (а) филтер који се понекад назива пакованим колонама, и (б) ротациони биолошки контактори (РБК). Пропусни филтери имају предност да се не захтева додавање кисеоника пре него што вода уђе у филтер. У ствари, ови филтери се често снабдевају кисеоником који се користи за подршку дисању риба. Због тога се ови типови филтера често користе у РАС.

Пропусни филтер је дизајниран тако да вода полако пролази кроз колону медија, која је суспендована изнад воде. Вода улази у колону (која је испуњена медијем биофилтра) из горње цеви за распршивање и слива се кроз медиј биофилтра где се јавља нитрификација. Кретање водопада овог филтера ствара и додаје кисеоник води (аерира). Недостатак је што се ови филтери могу зачепити и изгубити ефикасност. Када филтер сакупи превише органског материјала, може да доживи "запушење". У тешким случајевима, филтер може потпуно да престане са радом.

### ***Покретање биофилтера***

Ефикасна биофилтрација зависи од колонизације биофилтерских медија нитрификационим бактеријама. Потпуна колонизација биофилтра зависи од бројних услова околине и може трајати од једног до три месеца. Инокулација новог резервоара са семенским бактеријама из постојећег система може смањити време покретања и омогућити пуну ефикасност.

Додавање комерцијално доступних "специјално одабраних сојева" бактерија да би се убрзало покретање биофилтера није утврђено да делује, иако то многи рекламирају и препоручују. Температура воде, испод 21°C, може смањити бактеријску активност, успорити бактеријску колонизацију и смањити ефикасност биофилтра.

### ***3.1.6. Остали филтери***

Доступни су и други типови филтрације (механички и хемијски) који се понекад могу користити као додаток ефикасности биофилтера у уклањању амонијака у системима производње рибе.

Већина ових мера је корисна само за привремену контролу амонијака и нитрита у малим системима. У хемијској филтрацији, вода се пумпа кроз хемијски медијум активног угља, зеолита или других супстанци. Ове хемикалије имају микроскопске поре које задржавају амонијеве јоне и уклањају их из воде. Познати филтер са активним угљем, популаран у акваријумима, може се уградити као помоћни филтер за подршку биофилтрације у рецикулационим системима за производњу рибе, али овај облик филтрирања захтева периодичну замену са великим количинама релативно скупог активног угља.

Зеолитни филтери се често користе за уклањање  $\text{NH}_4$  (и индиректно  $\text{NH}_3$ ) на процењеном нивоу од 1 mg  $\text{NH}_4$  на 1 g зеолита. Употреба зеолита захтева редовно и константно пумпање воде кроз филтер и редовну замену великих количина скупог зеолита. Зеолит се може напунити раствором соли (10%) и поново употребити, али слана вода постаје проблем за животну средину, посебно у слатководној аквакултури.

### 3.1.7. Прочистач

Танк за прочишћавање воде (прочистач) се користи како би се спречило прекомерно накупљање рибљих производа метаболизма и смрвљене неупотребљене хране која представља отпад. Отпадни продукти повећавају биолошку потребу за кисеоником (БОД), смањују садржај раствореног кисеоника, снижавају капацитет насада (густину) који се може узгајати, а може резултирати неугодним укусом у рибљим производима.

Акумулација и распадање отпадног материјала доводи до производње токсичних једињења као што су амонијак ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ) и сумпороводик ( $\text{H}_2\text{S}$ ) који могу бити опасни по здравље риба. Резервоар за прочишћавање је дизајниран као базен за таложење (резервоар велике запремине са спорим протоком за повећање седиментације).

Његова сврха је да концентрише и уклони суспендоване чврсте материје (рибљи измет, непоједене честице хране) пре него што зачепе биофилтер или потроше драгоцене залихе кисеоника. Прочистач треба да буде посебан резервоар, изолован од танка за рибу и биофилтра, тако да се може чистити периодично (дневно) по потреби. Да би се повећала ефикасност прочистача, различити филтери (пластични, песак филтери, метални) могу бити уметнути у базен.

### 3.1.8. Токсичност амонијака и нитрата

Амонијак и нитрити су токсични за рибе. Амонијак у води се јавља у два облика: јонизовани амонијум јон ( $\text{NH}_4^+$ ) и нејонизовани (слободни) амонијак ( $\text{NH}_3$ ). Касније,  $\text{NH}_3$ , је високо токсичан за рибе чак и у малим концентрацијама и треба га држати на нивоима испод 0.05 mg/l. Укупна количина  $\text{NH}_3$  и  $\text{NH}_4^+$  остаје пропорционална једна другој за дату температуру и рН вредност, а смањење једног облика ће бити компензовано конверзијом другог. Количина амонијака у води је пропорционална температури и рН. Како се температура и рН повећавају, количина  $\text{NH}_3$  у односу на  $\text{NH}_4^+$  такође расте.

Поред амонијака, тровање рибе нитритима ( $\text{NO}_2$ ) такође представља непосредну опасност у РАС. Нитритни нивои треба да буду испод 0.5 mg/l. Болест браон крви (метхемоглобинемија) јавља се када хемоглобин оксидира нитрит да би се формирао метхемоглобин (респираторни пигмент крви који не може да транспортује кисеоник).

Болест се може јавити при концентрацијама нитрита од 0.5 mg/l или више. Као што име имплицира, крв има карактеристичну чоколадно смеђу боју. Додавање соли ( $\text{NaCl}$ ) брзином од 0,4 kg на 440 литара воде (однос хлорида и нитрита од 16: 1) ће сузбити ову болест у мекој води; док те однос 3: 1 ефикасан у тврдој води.

### 3.1.8. Израчунавање оптерећења амонијаком

Количина амонијака који се излучује у танк зависи од броја променљивих које укључују врсту, величину и густину насада рибе и услове средине (температура, рН). Оптерећење амонијаком може се грубо проценити из биомасе (тежине) рибе у резервоару или се може базирати на количини хране којом се риба храни сваког дана. У просеку се произведе око 25 mg (милиграма) амонијака дневно на сваких 100 грама рибе у резервоару. Стога, у резервоару који садржи 1.000 јединки рибе, појединачне тежине 75 g (укупна тежина рибе 75.000 g), дневно оптерећење амонијаком произведеним од свих риба било би 18750 mg (18,8 g).

Да би се смањило прекомерно висок ниво амонијака, треба додати слатку воду, елиминисати храњење или смањити густину рибе у резервоару.

Оптерећење амонијаком се такође може проценити на основу укупне количине хране која се даје риби. За готову храну за рибе са стандардним нивоима протеина од 30 до 40 %, треба помножити укупну тежину хранива (у грамима) пута 25. На пример, ако се млађ храни са 454 грама пелетиране хране на дан, количина произведеног амонијака по танку би била око 11350 mg дневно.

### Нитрификација

Амонијак је отровни отпадни производ који излучује риба. Будући да риба не може толерисати овај отров, детоксикација амонијака је од суштинског значаја за квалитет воде, здраву рибу и високу производњу. Детоксификација амонијака одвија се на биофилтру кроз процес нитрификације.

Нитрификација се односи на бактеријску конверзију амонијског азота ( $\text{NH}_3$ ) у мање токсични  $\text{NO}_2$ , и на крају на нетоксични  $\text{NO}_3$ . Процес захтева одговарајућу површину на којој бактерије расту (биофилтерски медијум), пумпајући континуирани проток воде у резервоару кроз биофилтер и одржавање нормалне температуре воде и доброг квалитета воде. За овај посао потребне су две групе аеробних нитрификујућих бактерија. Нитросомонас бактерије претварају  $\text{NH}_3$  у  $\text{NO}_2$  (оне оксидују токсични амонијак који излучују рибе у мање токсични нитрит). Бактерије *Nitrobacter* претварају  $\text{NO}_2$  у  $\text{NO}_3$  (оне оксидују токсичне нитрите до углавном нетоксичних нитрата).

Нитрификација је аеробни процес и захтева кисеоник. За сваких 1 mg амонијака конзумира се око 5 mg кисеоника, анеопходно је и додатних 5 mg кисеоника да се задовољи потреба за кисеоником бактерија укључених у ову конверзију. Због тога ће танкови са великим бројем рибе и тешким амонијачним оптерећењима захтевати много кисеоника пре и након процеса биофилтрације.

Нитрификација је процес закисељавања, али је најефикаснији када се рН одржава између 7 и 8 и температура воде је око 27-28°C. Кисела вода (мање од рН 6.5) инхибира нитрификацију и треба је избегавати. Меке, киселе воде могу захтевати додавање карбоната (калцијум карбонат, натријум бикарбонат) за пуферизовање воде.

### 3.1.9. Капацитет рецикулације

Капацитет рецикулације је количина воде која се замени по јединици времена. Ово се лако може одредити делењем запремине воде у резервоару капацитетом пумпе (у литима у минути). На пример, стопа рецикулације у систему резервоара од 10.000 литара који циркулише са пумпом за воду од 180 литара у минути би износио 25.3 запремине резервоара дневно (стопа нешто више од једне запремине по сату). Повећањем броја дневне рецикулације требала би се повећати биофилтрација, већа нитрификација (бактеријски контакт) и смањити ниво амонијака. Већина РАС за производњу рибе је дизајнирана да обезбеди најмање један комплетан проток по сату (24 циклуса дневно).

### 3.1.10. Компартментализација (раздвајање појединих делова)

Способност изолације компоненти система (биофилтер, танкови...) је важна карактеристика дизајна, посебно неходна када је потребно урадити сервис филтера или третирати рибу хемикалијама и лековима.

Чишћење и уклањање статичких биофилтера може представљати значајан проблем, посебно ако не постоји могућност за искључивање система за одржавање. Треба водити рачуна и да неке терапеутске хемикалије и лекови који се користе за третман рибе могу бити штетни за нитрификујуће бактерије на биофилтру. Нагли пад ефикасност бактерија може довести до токсичних концентрација NH<sub>3</sub> и угинућа рибе.

### 3.1.11. Контрола концентрације кисеоника

Успешна производња рибе зависи од добре контроле концентрације кисеоника у води. Додавање кисеоника у чистом облику или као атмосферски ваздух (аерација) је од суштинског значаја за:

- ◇ преживљавање (дисање) рибе у високим густинама,
- ◇ преживљавање аеробних, нитрификујућих бактерија на биофилтру и,
- ◇ за разградњу (оксидацију) органских отпадних производа.

Снабдевање довољним количинама кисеоника за одржавање здраве популације риба и бактерија и задовољење биохемијске потребе за кисеоником (БОД) за органски отпад и неконзумирану храну је крајње неопходно. Одржавање нивоа кисеоника, близу засићења или чак у мало супер-засићењу у сваком тренутку је најбоље.

Низак ниво кисеоника ће смањити раст, стопе конверзије хране и укупну производњу рибе. Количина кисеоника потребна у РАС зависи од више фактора.

Потрошња кисеоника је у директној корелацији са густином рибе у резервоарима, стопама храњења, температурама воде, протоком и нитрификацијом. Такође је зависно од физичких услова као што су температура воде и запремине воде.

Повећање концентрације раствореног кисеоника путем убризгавања кисеоника, аерације и повећања протока воде су начини повећања густине насада која се може држати у базенима фиксне величине.

Атмосферски кисеоник се може додати у резервоаре површинским мешањем са аераторима или великим вентилаторима. Површински аератори не морају бити исплативи или ефикасни у равномерној дистрибуцији кисеоника у великим комерцијалним системима.

### *3.1.12. Чист кисеоник*

Системи за убризгавање чистог кисеоника се све више користе у аквакултури. Они су посебно корисни у одржавању услова засићених кисеоником у рециркулационим системима са високим густинама насада. Чисти кисеоник се може испоручити и складиштити у резервоару као течни кисеоник или се може произвести на лицу места помоћу генератора кисеоника. Гас у боцама са кисеоником се понекад чува и као систем за хитну подршку РАС-у, али ова алтернатива је обично прескупа и гломазна да би била практична. Технологија течног кисеоника је релативно једноставна, ефикасна и економична; посебно ако се купује у великим количинама и ако се РАС налази у близини поузданог добављача.

Систем течног кисеоника састоји се од резервоара за складиштење течног гаса, испаривача који претварају течност кисеоником до гаса, и доводом до базена за рибе. Он практично не захтева вањско напајање и стога је без напона и последично не може довести до убијања рибе. Већина узгајивача изнајмљује или купује резервоар за складиштење течног кисеоника величине довољне да обезбеди две до четири недеље снабдевања кисеоником. Величина резервоара одговара капацитету система за производњу рибе. Генератори кисеоника су посебно погодни за употребу на удаљеним местима где би испорука течног кисеоника била скупа и недоступна. Генератори производе кисеоник помоћу електричне енергије. Они су скупи за куповину и рад, и подложни су нестанцима струје. Одабир одговарајуће величине генератора кисеоника и пажљиво израчунавање трошкова за потребне електричне енергије су важни фактори.

### *Дифузија кисеоника*

Ефикасна дифузија чистог кисеоника у облику гаса у течност (воду) се може најбоље постићи коришћењем оксигенације у У-цевима, ињектора протуструјног протока или уређаја са микро-мехурићима (цеви или финог влажног камена). Сврха је да се раствори већи део убризганог кисеоника тако да буде доступан риби, уместо да се губи испаравајући у атмосферу.



### 3.1.12. Озонска стерилизација

Озон ( $O_3$ ) је природни гас (горња атмосфера) који се састоји од три атома кисеоника. То је снажан оксидациони агенс који се може користити за разбијање једињења. Озон се мора користити с опрезом јер је директно токсичан за водене организме и може се формирати штетни бипродукти (хипохлорит, хипобромит). За одређивање и контролу примене озона потребна су пажљива мерења редокс потенцијала и специјални уређаји за убризгавање.

### 3.1.13. Угљен диоксид

Поред токсичног амонијака, угљен-диоксид се концентрише у интензивним системима за производњу рибе. Како се угљен диоксид повећава, рН воде се смањује, а утиче и респирација рибе. Ниво угљен диоксида треба одржавати на нивоима мањим од 30 mg/l за добар прираст риба. Уклањање угљен диоксида може се извршити са било којим уређајем (РБЦ, пакована колона) који повећава контакт ваздух-вода.

### 3.1.14. Одржавање температуре воде

Температура воде снажно утиче на количину хране која се даје и на прираст гајене рибе. Префериране температуре воде за већину култивисаних риба су добро познате и могу се одржавати током целе године у РАС. Уопштено говорећи, гајене врсте риба се могу класификовати као хладноводне и топоводне врсте. Температура воде такође утиче на квалитет воде који се јавља у рецикулационим системима. На пример, оптимална температура воде за активност бактеријске нитрификације је 30°C, што може или не мора бити оптимално за гајење одређене врсте рибе.

Очување енергије је једна од главних предности система рецикулације. Када се вода у резервоару загреје на оптималну температуру за раст рибе, потребна је само мала количина топлотне енергије за одржавање температуре. Међутим, губитак топлоте из објекта преко испаравања, прскања или испуштања отпадних вода мора бити сведен на минимум како би се омогућила економска оправданост. Јединствено топлотно својство воде је његова висока специфична топлота - она се загревава и хлади полако. Стога, када се достигне оптимална температура воде за раст рибе, потребна је само мала количина енергије да би се одржало најбоље термичко стање. Губици топлоте преко конвекција и кондукција су минималне у добро изолованој згради.

Топлота у систему се може обезбедити загревањем ваздуха у објекту или директним загревањем воде и коришћењем измењивача топлоте. Повремено, собне температуре и радни услови могу постати врући и влажни, посебно када се љети узгајају рибе са топлим водом. Високе температуре и влажност се могу контролисати кроз вентилацију са електричним вентилатором.



### *3.1.15. Хитне ситуације*

Постојање рибе у базенима у било које време представља скупу инвестицију која постаје све значајнија када се риба приближи тржишној величини. Убијање риба изазвано гушењем услед нестанка струје (чак и краткотрајних) није неуобичајено. Потрошња кисеоника у танковима са високом густином крупних риба је висока. Током нестанка струје, произвођач обично има време одзива од 10 минута или мање да би се избегло тотално угинуће. Концентрације сублеталног кисеоника могу бити једнако штетне јер узрокују спор раст, повећавају осетљивост риба на болести и паразите, и смањују производњу и профитабилност. Узгој рибе у РАС-у је ризично пословање где је превентива било које нежељене ситуације најважнија. Кључна је заштита дизајнирањем алармних система. За узгајиваче се препоручује алтернативни гас у боцама са кисеоником или систем за течни кисеоник који се првенствено ослања на генераторе кисеоника.

Резервоар за снабдевање водом за хитне случајеве који се састоји од велике количине воде високог квалитета (оксигениране, дехлорисане) и одговарајуће температуре воде ускладиштене у базену у стању приправности пружа добру сигурност. Изненадни пад квалитета воде или избијање болести може се ефикасно контролисати у одређеним случајевима брзим испирањем резервоара са слатком водом, брзом променом температуре воде.

### *Перспективе РАС-а*

Дугорочна потражња за производима из аквакултуре је све већа. Све бројнија људска популација, посебно старије особе које пропорционално једу више рибе него млади, и све већа јавну свест о важности рибе у људској исхрани подижу потрошњу рибе према горе.

У складу с тим, перспективе РАС-а су добре. Велики број стручњака сматра да је будући тренд у индустрији аквакултуре интензиван узгој рибе. Узгој рибе у затвореним рецикулационим системима аналоган је узгоју живине, свиња или говеда у фармским условима. Системи отворених пашњака показали су се мање ефикасним у узгоју већине фармских животиња, него што је то случај са затвореним системима, и то ће вероватно бити случај и код узгоја рибе.

## 3.2. КАВЕЗНИ СИСТЕМ ГАЈЕЊА ШАРАНА

Посебну врсту интензивне производње представља кавезни систем гајења шарана (Слика 5), чије су основне карактеристике приказане у Табели 2. За овај облик производње је карактеристично да су почетна улагања за изградњу и постављање кавеза релативно ниска. Поред тога, за овакав систем производње не постоје захтеви за значајно анагажовање радне снаге, а постижу се високи производни резултати по јединици запремине. За производњу модерних кавеза се користе синтетички полимери и метали. Кавези морају бити сигурни, како би издржали снагу ветрова, притисак воде и таласа, а истовремено морају бити лаки за руковање.

Табела 2. Основне карактеристике кавезног гајења шарана

Особине кавеза
Кавез, мали простор, риба губи мало енергије
Пелетиране или екструдирани комплетне смеше у зависности од врсте и стрости рибе
Мали простор потребан да се постави кавез
Анагажовање радника минимално
Релативно мала улагања
Високи приноси

### 3.2.1. Припрема за постављање кавеза

Потребно је обавити истраживања квалитета воде. Избор одговарајуће локације за постављање кавеза (оптималан квалитет воде у кавезу, приступачност, заштићеност од таласа).

Након тога, ради се одређивање броја кавеза који се могу поставити, а да се не наруши стање екосистема. Урадити испитивање утицаја производње на екосистем.

Када је производња рибе у питању од огромног значаја је добар избор локације, који директно утиче на економичност производње, односно на улагања, текуће трошкове, обим производње.

### 3.2.2. Избор локације за постављање кавезног система за гајења шарана

Правилан одабир локације је од много већег значаја за производњу у кавезним системима у односу на производњу у земљаним рибњацима. Уколико се покаже да је локација лоше изабрана када су земљани рибњаци у питању, могу се спровести корективне мере као што је бушење додатних бунара да би се повећала количина воде, увођење филтера или отклањање седимента да би се одстранио суспендовани материјал. Међутим, уколико се изабере лоша локација за

постављање кавеза, веома мало се може урадити како би се повећала размена и квалитет воде.

Када се кавези поставе у језеро или обалну зону, мора се имати у виду, да пошто је у питању заједнички ресурс, власник кавезног система за гајење углавном има веома мали утицај на даљи развој тог подручја укључујући оснивање других делатности што може значајно утицати на квалитет те локације.



**Слика 5.** Кавезни систем гајења шарана, Тропик, Врбас, Република Српска.

### *3.2.3. Критеријуми за одабир локације за гајење риба у кавезима*

Постоје три категорије критеријума за одабир локације за гајење риба у кавезима које треба размотрити:

- ◇ Прва се односи на физичко-хемијске параметре воде у које спадају температура воде, рН, концентрација раствореног кисеоника, салинитет, струјање воде, загађење и цветање алги. Место где су постављени кавези мора имати добар квалитет воде. Квалитет воде мора бити одговарајући за врсту и категорију рибе која се гаји. Неопходно је да на том месту нема токсичних индустријских загађивача.
- ◇ Друга обухвата факторе који се односе на временске прилике, заклон, водене струје и степен замућења.
- ◇ Трећа категорија критеријума односи се на профитабилност и обухвата законске аспекте, приступачност објекта, саме објекте, сигурност, економске и социјалне услове. Битно је обезбедити да је локацију у

близини путева, као и да постоји добра могућност транспорта хране и рибе.

Уз одабир локације потребно је размотрити облик и величину кавеза и дубину воде на месту на коме се кавез поставља. Довољна дубина је од 4 до 8 m, односно потребно је да је дубина испод кавеза минималне висине као и кавез.

#### **Врсте кавеза:**

- ◇ Фиксирани
- ◇ Плутајући (округли, квадратни, правоугаони; са/без радне платформе)
- ◇ Кавези од мрежа

#### **Делови кавеза:**

Основна плутајућа конструкција на површини воде за коју је причвршћена мрежа

#### **Фазе производње у кавезном систему:**

- ◇ Припрема кавеза: Чишћење, дезинфекција, провера исправности
- ◇ Набавка млађи (приликом набавке преглед, бактериолошке и вирусолошке анализе)
- ◇ Трегирање млађи препаратима против паразита и болести шкрга пре насађивања
- ◇ Насађивање кавеза (пажљиво планирати број јединки по m<sup>3</sup>).

### **3.2.4. Производни параметри у кавезном систему гајења**

Шаран се најчешће гаји у кавезима од категорије млађи масе од 30 g па до постизања конзумне величине. Производња се углавном одвија од априла до октобра.

Густина насада, у зависности од величине млађи, креће се од 200–700 јединки/m<sup>3</sup> у кавезима са насадом једногодишње млађи тежине 100-120 g, односно од 100-300 јединки са насадом двогодишње млађи масе 500-800 g. При насаду млађи од 100-120 g на крају сезоне гајења добија се принос од 50–150 kg/m<sup>3</sup>, комадне масе 1000-1500 g. Густина насада у кавезним системима је веома битна јер редак, а исто тако и густ насад резултира ниским прирастом и слабијим скориштавањем хране, односно, високим хранидбеним коефицијентом. Производни параметри гајења шарана у кавезима приказани су у Табели 3.

Уз поштовање начела добре произвођачке праксе, квалитетну воду и оптимално избалансирану храну примерену старосној категорији узгајаног шарана, очекивани губици су за двогодишњу млађ око 20%, а за конзумну рибу око 10%.

Међутим, у односу на друге системе гајења, утврђено је да у кавезном систему морбидитет и морталитет могу значајно варирати и у случају одступања вредности

параметара квалитета воде од оптималних, губици могу наступити брзо и бити изузетно велики.

Табела 3. Производни параметри у кавезном систему гајења

Густина насада	Величина јединки на почетку	Старост	Принос	Величина јединки на крају сезоне гајења
50 - 600 јединки /m <sup>3</sup>	30- 40 g	Једногодишња млађ	20-100 kg/m <sup>3</sup>	200-600 g
30 - 200 јединки /m <sup>3</sup>	200- 250 g	Двогодишња млађ	20-100 kg/m <sup>3</sup>	800 – 1200 g
20 - 50 јединки /m <sup>3</sup>	500 -800 g	Двогодишња	20-100 kg/m <sup>3</sup>	1500 – 3000 g

Недостатак кавезног система гајења огледа се у олакшаној трансмисији болести и загађењу воденог екосистема у коме ја кавезни систем постављен, што се може спречити увођењем заштитних система (Табела 4).

У интензивној производњи, рибе се држе у кавезима током фазе раста и могућности њиховог кретања зависе од технологије на рибњаку. Међутим, могућност кретања је веома мала у већини случајева, што може водити ка слабљењу кардиореспираторних функција и кондиције, а поред тога и до сувишног нагомилавања масти у масном ткиву.

Табела 4. Предности и недостаци кавезног система у односу на класични систем гајења у земљаним рибњацима.

Предности	Недостаци
Мања улагања	Потенцијално загађење воденог екосистема непоједеном храном и фецесом
Високи приноси	Лако преношење болести због великог броја јединки на малом простору
Риба се мање креће и троши мање енергије	Угрожено здравствено стање рибе због мање кретања, депоновање масти
Мала производна површина	
Потребно мање радника	
Боља заштита од предатора	

### **3.2.5. Исхрана риба у кавезном систему гајења**

У кавезном систему гајења риба, природна храна која је доступна у рибњацима и од великог је значаја приликом традиционалног начина производње шарана у полуинтензивном систему производње у земљаним рибњацима, губи свој значај. Стога, поред хидроколошких параметара, генетике и патологије, састав хране за рибе постаје веома значајан у интензивном систему гајења риба.

Најчешће се користи комерцијално доступна храна која је пелетирана и у којој су избалансиране све храњиве материје неопходне за задовољење нутритивних потреба шарана за раст и развој (протеини, масти, угљени хидрати, минерали и витамини). У циљу да се одржи добро здравствено стање, висок прираст и фертилитет, рибе треба да добијају храну која је добро избалансирана у погледу састава протеина (амино киселине), масти (масне киселине), витамина и минерала. Поред тога, храна за рибе треба да буде укусна и безбедна за здравље риба. Храна треба да буде таква да обезбеди добар раст шарана, као и да обезбеди добар фактор конверзије (FCR).

Приликом избора хране неопходно је узети у обзир: цену, фактор конверзије, реноме произвођача и спремност да на време испоручи неопходне количине хране, квалитет хране, цене превоза и друго.

Економски чиниоци такође треба да буду узети у обзир, пошто су трошкови за храну значајни у укупној цени коштања производње у кавезним системима. Многи здравствени и репродуктивни поремећаји настају као последица грешака у исхрани и недостатка појединих храњивих материја.

Риба се може хранити пелетираном крмном смешом. Храна треба да садржи најмање 32% сирових протеина, 10 % сирових масти, 4 % влакна, 10 % влаге и 7 % пепела. Најбоље је да смеша садржи 35-40% протеина и 5-7% масти. Осим пелетиране крмне смеше може се користити храна у облику теста. Најбоље је аутоматско прихранивање. Пелетирана крмна смеша дистрибуира се из хранилица. Величина пелета се разликује у зависности од величине и старости гајене рибе. Предност се може дати екструдираној храни у односу на пелетирану (количина дневно конзумиране хране је мања за 10-20% у односу на пелтирану).

Дневна количина хране одређује се према табелама исхране на основу масе риба, концентрације растворљивог кисеоника, температуре воде и осталих физичко-хемијских параметара воде. Тако дневна количина хране износи 0,1% од укупне масе ако је температуре воде 6°C; 5% од укупне масе за млађ или 4% од укупне масе за конзумну рибу када је температуре воде 22-26°C.





**Слика 6.** Шаран из кавезног система гајења, Кавазни систем Аларгић – Куцура.

### ***3.2.1.1. НУТРИТИВНЕ ПОТРЕБЕ ШАРАНА***

За несметан раст и правилан развој шарана неопходно је задовољити нутритивне потребе ове врсте. Ово је посебно важно када је интензивна производња ове врсте рибе у питању. Од велике важности су протеини, угљени хидрати и масти, али и витамини и минерали.

#### ***Протеини и аминокиселине***

Протеини или беланчевине су органски биомакромолекули састављени од аминокиселина, које су спојене међусобно пептидним везама између угљениковог

атома и аминок групе две аминокиселине. Протеини су есенцијални нутритивни састојци за одржавање структуре и функције свих живих организама, укључујући и рибе.

Ниједна риба не може да расте без константног уноса протеина. Неадекватан унос протеина доводи до смањења или прекида раста и губитка тежине због преусмеравања протеина из мање виталних ткива у ткива са већим физиолошким значајем, ради одржавања њихове функције. Међутим, уколико се уноси превише протеина храном, само део њих ће се искористити за синтезу у ткивима а остатак ће се конвертовати у енергију, што је негативно са економског аспекта ако се има у виду да су протеини накупљени састојак хране. Уопште, потребе за протеинима су више када су у питању рибе у односу на копнене врсте животиња и крећу се од 30% код тилапије до 42% код калифорнијске пастрмке.

Испитивања оптималних потреба шарана за протеинима су показала да садржај протеина од 30 до 38% задовољава потребе за правилан раст и развој ове врсте. Ови нивои су одређени коришћењем полупоречишћених смеша које су садржале појединачан висококвалитетан извор протеина, као што је казеин, протеин јаја или рибље брашно. Уколико храна садржи довољно сварљиве енергије, оптимални ниво протеина може бити и од 30 до 35%. Оптималан садржај протеина у храни за шарана може достићи чак и 50% суве материје. Садржај протеина у односу на суву материју у природној храни шарана је од 42 до 47%. Садржај укупних протеина у смешама је прилагођен узрасту шарана. Највиши садржај протеина је у смешама за јединке млађе од годину дана (38%), затим за јединке старе годину дана (35%), а у храни за двогодишњег шарана учешће сирових протеина је 30%. У храни конзумног шарана (три године) ниво протеина је 25%, јер је узет у обзир ефекат уштеде протеина, који је запажен код старијих риба. Двогодишњи шаран се може успешно гајити у затвореном рециркулационом систему са смешама са 33% протеина.

Старији шаран има способност да приликом исхране храном са нижим садржајем протеина подмири енергетске потребе искоришћавањем угљених хидрата и масти без испољавања негативних ефеката на раст. Ефекат уштеде протеина је укратко појава да се што више доступних протеина из хране искористи од стране рибе за конверзију у протеине мишића, а не за производњу енергије. Са једне стране, салмониде могу веома ефикасно искоришћавати висок ниво масти у храни, што омогућава уштеду протеина и последично побољшање перформанси раста, што није случај са ципринидама које не толеришу висок ниво масти у храни, али могу ефикасно искоришћавати угљене хидрате. Традиционално, храна за интензивно гајење риба садржи висок ниво протеина углавном из рибљег брашна. Међутим за произвођаче хране за животиње је круцијално да употреба протеина буде оптимална и да се искористљивост протеина у храни за рибе што више повећа, пошто они представљају најскупљу компоненту хране. Делимично смањење количине протеина у смешама путем смањивања количине рибљег брашна и укључивања алтернативних енергетских компоненти доводи до мање зависности од увоза, смањује цене хране за рибе, па последично и цену рибе, а поред тога смањује и оптерећење животне средине јер се смањује продукција амонијака.



Ниво протеина који се користи у комерцијалним смешама за исхрану шарана веома варира и креће се до 20 до чак 50%. Овако велике варијације могу бити последица више фактора, као што су варијабилност квалитета протеина и промене у њиховој сварљивости, однос енергије и протеина у храни, количина природне хране у случају када се шаран гаји у полуинтензивном систему, величине и старости гајених риба и учесталости храњења.

У исхрани риба је веома важно задовољити потребе за добро избалансираним односом есенцијалних и несенцијалних аминокиселина, како би се омогућио правилан раст, развој и здравље риба. Иако је количина сирових протеина важна у комплетним смешама за исхрану рибе, довољна количина протеина не мора да значи и да су протеини одговарајућег квалитета. На основу нутритивних потреба за раст, аминокиселине се традиционално класификују на нутритивно есенцијалне, условно есенцијалне или неесенцијалне.

*Есенцијалне аминокиселине* су оне које се или не могу синтетисати или се неадекватно синтетишу од стране животиња у односу на потребе. У есенцијалне аминокиселине спадају: аргинин, хистидин, изолеуцин, леуцин, лизин, метионин, фенилаланин, треонин, триптофан и валин.

*Условно есенцијалне аминокиселине* (цистеин, глутамин, хидроксипролин, пролин и таурин) морају се обезбедити путем хране под условима где је степен искористљивости већи од брзине синтезе.

*Неесенцијалне аминокиселине* могу бити синтетисане адекватно од стране акватичних организама и у ову групу спадају аланин, аспарагинска киселина, аспартат, глутамат, глицин, серин и тирозин.

Квантитативне потребе шарана у есенцијалним аминокиселинама су приказане у Табели 5. Требало би напоменути да постоје мале промене ових вредности у зависности од узраста шарана.

**Табела 5.** Потребе шарана за есенцијалним аминокиселинама.

Аминокиселина	% укупних протеина у храни (храна са 38,5% протеина)	% од укупне суве материје хране	% од протеина у храни
Аргинин	4,2	1,6	4,4
Хистидин	2,1	0,8	1,5
Изолеуцин	2,3	0,9	2,6
Леуцин	3,4	1,3	4,8
Лизин	5,7	2,2	6,0
Метионин	3,1	1,2	(+цистеин) 2,7
Фенилаланин	6,5	2,5	(+тирозин) 5,7
Треонин	3,9	1,5	3,8
Триптофан	0,8	0,3	0,8
Валин	3,6	1	3,4

Квантитативне потребе за различитим есенцијалним аминокиселинама су утврђене као процентуални удео у протеинима из хране на основу профила аминокиселина у телу риба и дневне потребе за ретенцијом протеина.

Пошто протеини пореклом из биљака немају одговарајући аминокиселински састав да би задовољили нутритивне потребе риба, потребно је додавање есенцијалних аминокиселина (углавном лизина, метионина, триптофана и треонина) како би се унапредила нутритивна вредност протеинских хранива биљног порекла.

### ***Угљени хидрати***

Угљени хидрати су хидрати угљеника и представљају најраспрострањенију врсту биомолекула на Земљи. Угљени хидрати имају више улога у организму, служе као непосредни извор енергије, као структурне јединице ћелијског зида и мембрана, а поред тога деривати шећера се налазе у саставу коензима и нуклеинских киселина.

Главни извори енергије за рибе су протеини, угљени хидрати и масти. Масти и протеини су најважнији извори енергије за већину врста риба, посебно за карниворе врсте које имају ограничене капацитете за искоришћавање угљених хидрата, док за шарана и угљени хидрати представљају веома важан енергетски извор, с обзиром на чињеницу да имају добру способност да искоришћавају угљене хидрате и уобичајени начин смањивања трошкова у аквакултури је замена протеина у највећој могућој мери другим извором енергије, тј угљеним хидратима или мастима, при чему треба водити рачуна да однос протеина и другог извора енергије буде избалансиран, како не би дошло или до расипања протеина или до тога да се протеини користе за синтезу масти, јер они престављају најскупљу компоненту исхране. Битно је напоменути да се оксидацијом једног грама триглицерида добија се 38 кЈ, док један грам угљених хидрата даје 17,6 кЈ, а један грам протеина 23,4 кЈ енергије.

Постоји мало података везаних за потребе шарана за угљеним хидратима у поређењу са другима аспектима исхране ове врсте и чешће се помињу потребе за сварљивом енергијом. Потребне за протеинима и мастима су у вези са сварљивом енергијом. Храна са превише малим нивоом енергије доводи до повећања искоришћавања протеина и смањења прираста. Ефикасно искоришћавање нутритивних компоненти из хране је уско повезано са избалансираним нивоом енергије, који је у пракси, најчешће изражен као однос енергије и протеина. Храна за рибе треба да садржи од 33,5 до 42 кЈ сварљиве енергије по 1 г сирових протеина што обезбеђује да ће протеини из хране бити искоришћени за раст риба, а не за обезбеђивње потреба за енергијом. Шаран је омнивора врста рибе код које су масти и угљени хидрати компоненте у храни које се ефикасно искоришћавају за подмирење енергетских потреба. Стога је ниво сварљиве енергије много важнији у односу на количину угљених хидрата или масти у храни.

Активност амилазе у дигестивном тракту и сварљивост скроба код риба су генерално ниже у односу на исте параметре код сисара. Међу рибама, активност амилазе у цревима је виша код омнивора риба укључујући шарана у односу на карниворе врсте риба. Поред тога, производња хране за шарана уз употребу екструдера значајно повећава доступност скроба, што повећава количину сварљиве енергије из хране. Резултати испитивања указују да је оптималан удео угљених хидрата у храни шарана од 30 до 40%.

Сматра се да у храни за шарана не би требало да буде више од 5,5% до 8,8% влакана. Имајући ову чињеницу у виду, употреба хранива биљног порекла је ограничено због садржаја високог садржаја структурних угљених хидрата. Олигосахариди и несварљиви полисахариди показују бројне ефекте на морфологију дигестивног тракта, брзину пасаже и микробиолошку активност у дигестивном тракту, а и учествују у интеракцијама са макро и микро-елементима.

### ***Маси и есенцијалне масне киселине***

Липиди се могу дефинисати као једињења растворљива у органским растварачима која обично садрже масне киселине естерификоване за алкохолну групу у случају глицерида и за аминок групе у случају сфинголипида. На собној температури, маси могу бити чврсте и у том се случају називају мастима или течне када се означавају као уља.

Маси се могу класификовати у неколико група са својственим карактеристикама, функцијама и улогама. Могу бити подељене и у две главне класе, неутралне липиде и поларне липиде.

*Неутрални липиди* служе углавном као енергетски извор и укључују триацил-(триглицериди), диацил- и моноацилглицероле, стероле, стерол естре, слободне масне киселине и естре воска.

*Поларне маси* су углавном саставни део ћелијских мембрана у у њих спадају фосфоглицериди или фосфолипиди, глицерогликолипиди и сфинголипиди.

Велико интересовање везано за проучавање маси код риба произилази из њихове важне улоге у физиолошким процесима код риба. Маси и њихов саставни део, масне киселине су, заједно са протеинима, главни органски састојак у храни за рибе. Садржај маси у телу риба може понекад значајно да превазилази садржај протеина. Превисок садржај маси у храни има негативан утицај на квалитет меса шарана пошто ова врста складишти маси у телу углавном у виду депоа који окружују органе, али долази и до нагомилавања маси у мишићном ткиву.

Главна улога липида је што су они извор метаболичке енергије код риба за раст, укључујући и улогу у репродукцији и обезбеђивање енергије током миграција, а такође су и битни и као градивни елементи мембрана. У облику триглицерида, могу складиштити два пута више енергије у односу на угљене хидрате или протеине. У облику фосфолипида, учествују као основни градивни елементи за ћелијске мембране. Поред тога, маси риба су богате масним киселинама дугог ланца, високо незасићеним масним киселинама (ХУФА), које имају посебно важну улогу у исхрани животиња, укључујући и исхрану риба и људи, захваљујући њиховој важној улози у кључним физиолошким процесима. Рибе представљају најважнији извор хране који садржи ове важне нутријенте, н-3 масне киселине (н-3 ХУФА) за људе. Масне киселине представљају и важан извор енергије.

У исхрани животиња, укључујући и рибе, квалитет маси је значајно важнији у односу на квантитет маси. Ово произилази из функционалних особина маси и њихове улоге у главним метаболичким процесима. Одређивање квантитативних потреба шарана за есенцијалним масним киселинама је веома сложено, пошто први симптоми дефицита одређене масне киселине не постају видљиви веома

дуго. До данас, потребе шарана су одређене само за две масне киселине, линолну (C18:2 n-6) и алфа-линолеинску (C18:3 n-3), које требају да буду заступљене са 1% од укупних масти у храни. Симптоми дефицита есенцијалних масних киселина се ретко појављују код шарана, али су уочени смањење раста, висок морталитет и депигментација коже. Пошто шаран има релативно ниске потребе како за масним киселинама из n-3 тако и за масним киселинама из n-6 серије (0,5–1%), претпоставља се да се оне могу подмирити са масним киселинама из биљака које имају 18 угљеникових атома.

### ***Витамини***

Витамини су органске материје које су потребне организму у малим количинама за нормално функционисање. Не могу се синтетисати у организму у довољној количини и морају се уносити храном, при чему недостатак сваког од витамина доводи до различитих поремећаја у организму.

На основу растворљивости су подељени у две групе:

- ◇ витамини растворљиви у води и
- ◇ витамини растворљиви у мастима.

Витамини растворљиви у води су витамини Б групе (Б1, Б2, Б6, Б12), амид никотинске киселине, биотин, пантотенска киселина, витамин Ц, липонска киселина.

Витамини растворљиви у мастима су А, Д, Е и К.

Квантитативне потребе шарана у витаминина које спречавају појаву симптома дефицита су изучавани код шарана. Иако постоје потребе за тиамином, фолном киселином, витаминима Д, Б12, Ц и К, оне нису истражене, јер квантитативне потребе шарана за наведеним витаминима нису прецизно утврђене.

Потребе шарана за витаминима (Табела 6), могу бити под утицајем различитих фактора, као што су величина рибе, температура воде и састав хране. Тако на пример младунци или одрасли шаран немају потребу за витамином Ц пошто могу синтетисати аскорбинску киселину из Д-глукозе. Међутим, ларвални стадијуми и веома младе јединке могу показати симптоме недостатка витамина Ц у храни као што је ерозија репног пераја и деформитети шкржног лука.

Табела 6. Потребе шарана за витаминима

Витамин	mg kg <sup>-1</sup> хране
Рибофлавин	7,0
Пиридоксин	5-6
Пантотенска киселина	30-50
Никотинска киселина	28
Биотин	1
Холин	4000
Инозитол	440
Витамин А	10,000 IU
Витамин Е	200-300

### Минералне материје

Минералне материје представљају посебну групу есенцијалних нутријената.

Разликују се:

- ◇ макроелементи,
- ◇ микроелементи или елементи у трагу.

Улога минерала у организму је веома сложена. Имају различите улоге у организму, а у метаболизам најчешће улазе као кофактори у саставу ензимског система. Чине структурне компоненте (Са, Р, Mg), учествују у различитим ензимским системима (Са, Р, Mg), учествују у равнотежи течности (Na, K), одржавању функција ћелија (Са, Na, K), неуротрансмисији (Са, Mg, K) и у многим метаболичким процесима (Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Se).

Дефицит минералних материја јавља се услед смањеног уноса, повећаних потреба и слабе искористљивости (Табела 7).

Шаран нема прави желудац у којем се иначе врши секреција киселина есенцијалних за варење и растварање различитих једињења које садрже и калцијум и фосфор, тако да расположивост фосфора зависи од растворљивих соли и једињења у води. Оптимална количина овог елемента у храни је од 0,6 до 0,8%, али је важно и његово порекло. Фосфор се у компонентама меша најчешће налази као моно-, ди- или трикалцијум фосфат. Фосфор из трикацијум фосфата или рибљег брашна је у мањем степену расположив за рибе него онај из боље растворивог монокалцијум фосфата и дикалцијум фосфата. Додавање фосфата у храну базирану на рибљем брашну доводи до повећања раста шарана. Треба поменути да превелика количина трикалцијум фосфата може инхибирати расположивост микроелемената, као што су цинк и манган. У исхрани шарана, посебна пажња треба да буде посвећене садржају фосфора у храни, не само због

његових улога у метаболичким променама, већ и због његове улоге у еутрофизацији воде, посебно када се разматра гајење у земљаним рибањацима.

Табела 7. Потребне за минералним материјама и симптоми дефицита.

Минерал	Сува материја	Симптоми дефицита
Фосфор	6-8 g kg <sup>-1</sup>	Слаб раст, деформације скелета, слабо искоришћавање хране, низак садржај пепела у целом телу и кичми, повећање количине
Калцијум	<0,30 g kg <sup>-1</sup>	Слаб раст, деформације костију
Магнезијум	0,4-0,5 g kg <sup>-1</sup>	Слаб раст, анорексија, висок морталитет, катаракта, висок садржај калцијума у костима, споро пливање
Гвожђе	150 mg kg <sup>-1</sup>	Мала специфична тежина, Ниске вредности хемоглобина и хематокрита
Цинк	15-30 mg kg <sup>-1</sup>	Слаб раст, висок морталитет, ерозије пераја и коже, низак садржај цинка у костима
Манган	13 mg kg <sup>-1</sup>	Слаб раст, абнормалност скелета, висок морталитет, низак садржај калцијума, магнезијума, фосфора, цинка и мангана у костима
Бакар	3 mg kg <sup>-1</sup>	Слаб раст
Кобалт	0,1 mg kg <sup>-1</sup>	Слаб раст

### 3.2.1.2. Услови за квалитет које морају да испуњавају потпуне смеше за исхрану риба

Квалитет хране за рибе је регулисан правилником о квалитету хране за животиње („Службени гласник РС“, бр. 4 од 29. јануара 2010, 113 од 29. новембра 2012, 27 од 7. марта 2014, 25 од 13. марта 2015, 39 од 15. априла 2016, 54 од 31. маја 2017.)

Смеше за исхрану риба јесу потпуне смеше, и то:

- 1) смеша за млађ шарана;
- 2) смеша за тов шарана;
- 3) смеша за млађ пастрмке;
- 4) смеша за тов пастрмки.

У потпуне смеше за исхрану риба не сме се додавати непротеински азот (NPN).

Табела 8. Услови за квалитет потпуне смеше за исхрану риба.

Ред. бр.	Хемијски састав	Потпуна смеша за млађ шарана	Потпуна смеша за тов шарана	Потпуна смеша за млађ пастрмке	Потпуна смеша за тов пастрмки
1	2	3	4	5	6
1.	Протеини, %, најмање	35	20	50	40
2.	Влага, %, највише	12	12	10	10
3.	Целулоза, %, највише	6	10	3	4
4.	Пепео, % највише	10	8	12	12
5.	Калцијум, %	0,9 до 1,8	0,9 до 1,1	1,6 до 3,0	1,6 до 3,0
6.	Фосфор, %	0,8 до 1,5	0,8 до 1,0	1,4 до 1,8	1,4 до 1,8
7.	Натријум, %	0,2 до 0,3	0,2 до 0,3	0,4-1,0	0,4-1,0
8.	Витамин А, IU/kg, најмање	6000	4000	12000	10000
9.	Витамин Д, IU/kg, најмање	1000	600	1200	800
10.	Витамин Е, mg/kg,	40	30	70	70
11.	Витамин Б <sub>1</sub> , mg/kg, најмање	5	5	12	12
12.	Витамин Б <sub>2</sub> , mg/kg, најмање	10	10	20	20
13.	Витамин Б <sub>12</sub> , mg/kg, најмање	0,02	0,02	0,03	0,03
14.	Витамин Ц, mg/kg, најмање	150	150	500	500
15.	Витамин К, mg/kg, најмање	4	4	5	5
16.	Биотин, mg/kg, најмање	1	1	1	1
17.	Гвожђе, mg/kg, најмање	30	30	40	40
18.	Бакар, mg/kg, најмање	5	5	5	5
19.	Манган, mg/kg, најмање	30	30	30	30
20.	Кобалт, mg/kg, најмање	1	1	1	1
21.	Цинк, mg/kg, најмање	30	30	40	40
22.	Јод, mg/kg, најмање	1	1	1	1
23.	Селен, mg/kg, најмање	0,1	0,1	0,1	0,1
24.	Лизин, %, најмање	1,6	1,1	2,0	1,8
25.	Метионин+цистин, %, најмање	1,2	0,8	1,8	1,6

### 3.3. ИНТЕНЗИВНА ПРОИЗВОДЊА ШАРАНА

Када је рибарство у питању под интензивном производњом се подразумева производња рибе у великој густини по јединици површине, односно по запремини воде.

Интензивна шаранска производња у нашој земљи је свака производња у којој се произведе 4 до 5 тона конзумне рибе по хектару рибњака. Максимална производња може бити у опсегу од 8 до 10 тона конзумног шарана по ха рибњака.

Најважнија предност оваквог начина производње је чињеница да се на овај начин значајно смањује површина која је потребна за гајење риба у односу на класичан полуинтензивни систем или екстензивни систем производње шаранских врста рибе. На тај начин се остварује почетна уштеда за земљиште које је потребно за изградњу рибњака. Такође, мањи су трошкови везани за контролу, надгледање, чување од штеточина и рибокрадица, а исто тако и за дезинфекцију и припрему рибњака. Потребно је напоменути да је дезинфекција често ефикаснија на мањој површини. Интензивна производња шарана је најразвијенија у Јапану и у Израелу.

Интензивна производња шарана се може одвијати у:

1. Земљаним рибњацима,
2. Бетонским рибњацима,
3. Танковима и
4. Кавезима.

#### 3.3.1. Предуслови за интензивну производњу шарана

Да би интензивна производња шарана започела и да би се успешно реализовала потребно је испунити одређене предуслове.

Рибњак мора бити добро пројектован, у смислу да се доводни канали за воду добро пројектовани, мора имати добар упуст за воду, као и водонепропусни базен који је довољно дубок и има равно и правилно нивелисано дно према испусту воде који је окружен насипом. Неопходно је да се дно рибњака може добро исушити током зимског периода, односно да је испуст воде тако пројектован да се вода може испустити постепено и потпуно, имајући у виду да је исушивање рибњака веома битна агротехничка мера и без ње је производња рибе, поготово у интензивном систему немогућа. Пошто је густина риба у оваквој производњи јако велика учешће природне хране која је доступна у рибњаку је занемарљиво и исхрана риба се мора базирати на додатној храни.

За интензивну производњу је предуслов и континуирани доток воде, као и отицање воде из рибњака. Битно је напоменути да количина воде која улази у рибњак треба да буде довољна да се несметано врши испирање штетних материја



које настају услед нормалних физиолошких активности великог броја јединки по јединици површине, али не сме бити ни превелика да не би дошло до испирања плантонске масе у рибњаку. Уколико дође до великог нагомилавања штетних материја последице могу бити тровање рибе, стрес, појава заразних болести, па и угинућа.

Континуирана аерација је исто неопходна за интензивну производњу. Она се може осигурати употребом површинских аератора (1 аератор на 1-3 ha површине, у зависности од густине насада).

### ***3.3.2. Насађивање рибњака***

Насађивање рибњака се врши на пролеће. Преко зиме је неопходно урадити добру припрему рибњака и дезинфекцију. Припрема рибњака се врши применом агротехничких мера. У припремљен рибњак се упушта вода и ради се ђубрење равномерно по целој површини. Затим се насади риба.

Када је у питању новоформирану рибњак, треба бити опрезан код броја јединки који се насађује и у првој сезони треба насадити релативно мањи број јединки по јединици површине, па током следећих сезона овај број повећавати (за 10% сваке сезоне). На овај начин се испитује биолошки капацитет рибњака. Поред тога, обучавају се и људи који учествују у производњи, као и они који је воде, испитује се храна која се даје рибама.

Надзор рибањака мора бити сталан од момента насађивања. У току преподнева обилази се рибњак, храни се риба, решетке на доводу и одводу воде се чисте, врши се провера водозахвата, насипа, бране. Евентуално угинула риба се сакупља и уклања. Прати се изглед и понашање рибе.

Параметри воде се такође прате: боја воде, температура воде, количина растворљивог кисеоника, концентрација амонијака  $\text{NH}_3$ , концентрација нитрита ( $\text{NO}_2$ ), концентрација нитрата ( $\text{NO}_3$ ), рН вредност, фосфор,  $\text{CO}_2$ . Параметри квалитета воде се прате свака 2-3 дана. Уколико се примети нека видљива промена квалитета воде (непријатни мириси, промена боје, облачно време, појава рибе која је безвољна по површини) параметре треба испратити свакодневно.

Све податке о квалитету воде, количини хране, која се даје рибама, број и маса угинулих сакупљених јединки треба уписивати у дневник рибњака.

Мере у случају погоршања квалитета воде:

- ◇ Појачати доток воде,
- ◇ Упалити аераторе и
- ◇ Обуставити храњење неко време.

### **3.4. ИНТЕНЗИВНА ПРОИЗВОДЊА ПАСТРМКИ**

Пастрмка је врста која се лако мрести у вештачким условима, има брз раст, толерантна је на широк дијапазон услова средине у којој живи, док се млађ добро навикава на додатна, индустријска хранива. Способна је да настањује различита станишта (анадромне линије насељавају слане воде, али се мресте у шљунковитим, брзим потоцима и рекама чија је вода богата кисеоником, или да у току читавог животног циклуса насељава слатке воде). Анадромне линије су познате као брзо растуће, достижући 7-10 kg до 3. године живота, док слатководне форме нарасту до периода мреста 4,5 kg. Температурна толеранција је у распону од 0-27°C, али раст и мрест се дешавају у уском интервалу од 9-14°C. Оптимална температура за аквакултуру ове врсте је испод 21°C. Женке су способне да произведу 2000 комада икре/kg телесне масе, чији дијаметар је од 3 до 7 mm. Већина риба се мрести једном годишње, у пролеће (јануар-мај), међутим селекцијом и подешавањем фотопериода у мрестилиштима могуће је постићи ранију матурацију и мрест током читаве године. Предности селекције кроз укрштање су и повећање стопе раста, отпорности на болести и поправљање квалитета и укуса меса.

Пастрмски рибњаци користе се углавном за интензивну производњу, најчешће калифорнијске пастрмке. Они су мале површине и имају могућност неограниченог прираста, зависно од количине и квалитета воде у протоку. Риба се храни само додатном храном и производња траје читаве године без прекида. Интензивно гајење салмонида захтева одабир локације, количину и квалитет воде, мере заштите и савремен технички процес.

На подручју Србије гајење пастрмке се највећим делом обавља у хладноводним – пастрмским рибњацима, у мањој мери у кавезним системима и у ограђеним природним и антропогеним водама. Тачне површине под пастрмских рибњацима је тешко утврдити пошто је последњих година подигнут велики број малих пастрмских рибњака о којима готрово да не постоји никаква евиденција. На основу расположивих података може се претпоставити да покривају 12-15 хектара површине.

Производња на рибњацима је јако променљива, што зависи од низа фактора, али и од већих или мањих пропуста у самом пројектовању рибњака, као што су предимензионирање пастрмских рибњака, исти доводни и одводни канал итд. Чињеница да је рибарство једна од најпрофитабилнијих грана пољопривреде, да су могућности за гајење појединих врста код нас веома велике, као и да се произведена риба релативно лако пласира на домаћем тржишту, повећава интерес инвеститора, будућих произвођача рибе. Када је у питању производња пастрмских врста риба (пре свега калифорнијске пастрмке) могућности повећања површина су условљене ресурсима чисте, квалитетне, воде тако да се садашње површине могу удвостручити, евентуално утростручити изградњом већег броја рибњака малих капацитета.

### **Истражни радови које је потребно обавити пре изградње рибњака**

Пре изградње пастрмског рибњака неопходно је обавити адекватне истражне радове, како би рибњак могао најефикасније функционисати. Најважнији истражни радови обухватају следеће:

- ◇ Сагледавање могућности водоснабдевања,
- ◇ Испитивање квалитета воде,
- ◇ Одређивање количине воде,
- ◇ Одређивање производног капацитета рибњака.

За успешно гајење калифорнијске пастрмке потребно је обезбедити довољну количину воде високог физичко-хемијског квалитета (Табела 9).

Физичка својства воде морају одговарати следећим захтевима: да је бистрина константна у току године и квалитет воде прве класе. Не дозволити појаву мутне воде дуже од 2-3 дана. Температура воде треба да је 6-17°C. Повољна температура за гајење је 9-14°C.

Хемијска својства воде се односе на захтев да је растворени кисеоник у води 7 mg/l и више. Виша температура воде условљава мањи садржај кисеоника. Електрохемијска реакција или рН вредност је неутрална уз варирање 6,5-8,5. Ниже вредности од 4,8 или више од 9,2 за салмониде су убитачне. Садржај угљен-диоксида не би требао да прелази вредност од 2 mg/l. Вода треба да буде без амонијака, водоник сулфида и метана.

**Табела 9.** Физичко – хемијски параметри квалитета воде неходни за гајење пастрмки.

<b>O<sub>2</sub>:</b>	Близу засићења
<b>CO<sub>2</sub>:</b>	<2.0 ppm
<b>Температура:</b>	12-21°C
<b>рН:</b>	6.5-8.5
<b>Алкалитет (као CaCO<sub>3</sub>):</b>	10-400 mg/l
<b>Магнезијум:</b>	<0.01 mg/l
<b>Гвожђе:</b>	<1.0 mg/l
<b>Цинк:</b>	<0.05 mg/l
<b>Бакар:</b>	<0.006 mg/l у мекој води, или <0.3 mg/l у тврдој

### Водозахват

Сваки пастрмски рибњак без обзира на величину поседује објекат за каптирање воде, односно водозахват. Водозахват може бити постављен на више начина:

- ◇ у кориту реке као попречна грађевина
- ◇ класична каптажа са скретањем воде
- ◇ каптажа са црпним постројењем

У зависности од карактеристика водотока, удаљености од места постављеног рибњака, као и количине захваћене воде, пројектант се одлучује за врсту водозахвата. Димензионисање водозахвата се мора обавити тако да прихвати довољне количине воде, која је потребна за ефикасно функционисање рибњака, али се строго мора водити рачуна на услове течења великих вода у водотоку.

#### Систем доводних канала

Довод воде од водозахвата до базена за узгој рибе обавља се преко система доводних канала или цевовода. У зависности од количине захваћене воде, као и падова терена, а узимајући у обзир финансијски ефекат, пројектант се одлучује за начин довођења воде до рибњака. Обично се пројектују бетонски доводни канали са вертикалним бочним странама (Слика 7). Велики падови терена савлађују се низом каскада што има ефекат, јер се тако вода додатно аерише. Димензије канала се одређују на основу хидрауличног прорачуна који је саставни део сваког пројекта.

#### Предталожник

Предталожник је објекат постављен на крају доводног канала. Основна улога је да вода која се кроз главни доводни канал креће великом брзином смири, а у исто време исталожи неорганске материје као што су песак, шљунак и друго.

#### Филтер

Филтер за пречишћавање замућене воде обично се поставља непосредно поред предталожника, а узводно од зграде мрестилишта. Овакви објекти се пројектују у склопу пуносистемског рибњака, а за случај да се мрестилиште снабдева истом водом као и батерије за узгој пастрмки. Пројектује се у комбинације шљунчане и пешчане испуне са бетонским дном и странама.

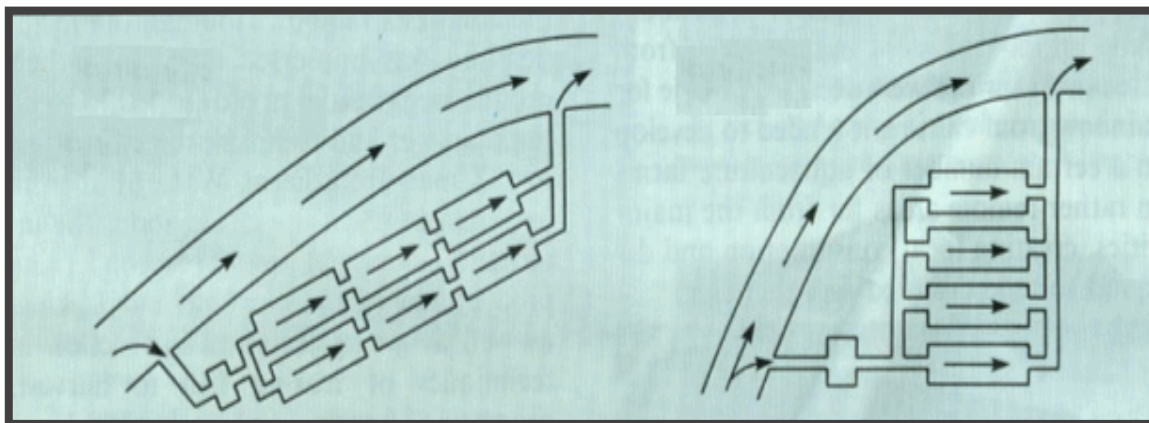
#### Одводни канал

Код пастрмских рибњака који су постављени у две или три батерије постоји могућност снабдевања преливном водом у периодима смањене издашности изворишта. Вода се прихвата одводним каналима и спроводи до разводног канала

ниже батерије, или директно одводи у таложник преко главног одводног канала. Одводни канали такође служе да прихвате отпадну воду приликом прања производних објеката на рибњаку.

#### Таложник

Отпадна и искоришћена вода одводним каналом се одводи до таложника. Таложник се поставља на крају комплекса хидрограђевинских објеката где је дозвољено слободно истицање воде у таложник. Може се градити као земљани, бетонски или обложен каменом, а све у зависности од начина чишћења и величине. Истицање из таложника обавља се преко испусне грађевине-грлењака који обезбеђују могућност потпуног пражњења таложника.



Слика 7. Основни системи протока и снабдевања водом на пастрмским рибњацима, у низу и у паралели.

Раст рибе директно зависи од количине воде. Најбоља производња постиже се изменом воде 72 пута у току 24 часа. То значи да за један квадратни метар пастрмског рибњака – на којем може да се произведе 30-50 килограма рибе, треба 72 квадратна метра воде у току 24 часа. Количина воде може да буде и нешто мања. Не препоручује се, међутим, мање од 40 измена у току 24 часа.

#### Објекти на рибњаку

Објекти на рибњаку су различитих функција. Заједно чине целину у пуносистемним рибњацима за гајење рибе.

Базени за гајење млађи и конзума су од армираног бетона. Бетонски базени имају бочне стране вертикалне или косе за лакше чишћење од отпада хране и измета. У њима се лакше регулише довод и одвод воде и продуктивнији су од земљаних базена. Базени се граде у низу, паралели, степенасто и комбиновано.

У низу грађени базени усмеравају воду из доводног канала у горњи базен. Протоком кроз горњи базен вода улази у наредни базен са мање кисеоника и са отпадним материјама из горњег базена. Ако вода улази у трећи базен у низу оптерећена је отпадом и има мало кисеоника. У њима је производња рибе ниска и тешко је одржавање чистоће. Уколико риба у горњем базену оболи, оболе и све рибе у базенима испод њега.

Базени грађени у паралели су практичнији јер имају посебан довод и одвод воде. На доњем преградном зиду имају отвор за одвод муља и нечистоћа у одводни канал. Ако у првој батерији има 10 базена у другој је довољно 7 а у трећој 4 базена, зависно од количине воде у притоку и засићења кисеоником.

По стандардима пуносистемни рибњак има:

- ◇ мрестилиште, што чине просторије за инкубацију икре и држање млађи до 3 месеца старости;
- ◇ базене за младичњаке;
- ◇ базене за гајење конзумне рибе;
- ◇ матичњаке и манипулативне базене за карантин.

Мрестилиштем се назива објекат високоградње у ком су смештени предвиђени садржаји. Објекат се пројектује без таванске конструкције са добром проветреношћу. Може се пројектовати и монтажни објекат.

Остали објекти који су набројани представљају армирано бетонске резервоаре правоугаоног или ређе кружног облика. Објекти се раде од водонепропусног бетона МБ 30 у глаткој оплати. Приликом пројектовања свих ових објеката посебну пажњу треба обратити на падове, односно постављање објеката у каскадном поретку. На овај начин постиже се апсолутна еластичност рада рибњака, што омогућује да се сваки базен за тов независно снабдева чистом водом, празни или може искључити из употребе када је то потребно. Између појединих батерија предвиђа се манипулативна стаза. Ширина ове стазе треба да буде довољна за кретање људства и мањих транспортних средстава, као што су мањи камиони за допремање хране и излов рибе. Денивелација између појединих батерија се савладава косим плочама или степеништем. Приликом пројектовања пастрмских рибњака могу се користити искуства са раније пројектованих и изграђених рибњака. Све ово указује да свако пројектовање нових објеката захтева посебну анализу и распоред истих у једну недељиву целину, како би се у току експлоатације постигли најбољи резултати.



### 3.4.1. Гајење млађи пастрмке

Гајење млађи до 3 месеца старости представља веома осетљив период. Треба имату у виду да се исхрана из жуманчишне кесице може одвијати од 135-160 дана. Ово је производња код које је присутна највећа стопа морталитета. Неопходно је обезбедити проток воде 2-3 l/sec уз одржавање санитарно-техничких мера. Прво сортирање спроводи се на величини од 3-5 cm.

Гајење млађи до 12 месеци старости подразумева гајење пастрмке при густини од 1000-8000 јединки/m<sup>3</sup> и проток на 500 јединки/1l/sec. Пробни риболов и класирање спроводи се на сваких 30 дана. На крају ове фазе млађ нарасте на 12-20 cm, односно 20-60 g масе, при морталитету који треба да износи испод 20%.



Слика 8. Затворени објекат за гајење пастрмске млађи.

### 3.4.2. Гајење конзумне пастрмке

Конзумна пастрмка се гаји у сврху добијања примерака масе 200 грама и више. Као „порциона риба“ је 200-220 g/ком. Капацитет производње: 150-400t/ha (15-40kg/m<sup>3</sup>); 80-500 инд/m<sup>3</sup> воде.

Мања маса испод 100.000 kg/ha је слаба продуктивност, маса од 100.000-200.000 кг/ха је осредња продуктивност, маса од 200.000-300.000 kg/ha је добра и више од 300.000 kg/ha је одлична продуктивност.

Продуктивност се изражава по приносу на 1 m<sup>3</sup> водене површине. Норме насада млађа у товне базене износе 80-500 и више комада на 1 m<sup>3</sup> воде. Храњење се врши три пута дневно.

### 3.4.3. Кавезни системи гајења пастрмки

Гајење у кавезима је интензиван начин коришћења простора у језерима, акумулацијама и водотоцима. Систем гајења у кавезима примењује се најчешће за тов рибе. Насађена млађ, веће тежине по комаду, у року од 6-8 месеци порасте у конзумну рибу. Риба у кавезу има ограничен простор и слабије се креће. Тако губи мање енергије него у рибњацима. Ако се испуне услови као што су струјање воде, количина потребног раствореног кисеоника, храњење брикетима са комплетним садржајем потребних хранива, у кавезима се може постићи већи прираст него на класичан начин у рибњацима и са мањим улагањем у објекте.

У пастрмским водама локације за постављање кавеза су олиготрофна језера са већом дубином. Добро је постављање кавеза у језеро где се улива бочна притока и поспешује струјање воде у правцу честих ветрова. Пастмке се гаје и у бочатим и сланим водама, где је брз раст и где млађ од 70 g може за 17 месеци да постигне масу од 3 kg. По конструкцији кавези су многоугаони, округли или квадратни. Основна конструкција која држи мреже у којима се гаји риба је од метала, дрвета или пластике. Кавез се држи на води помоћу металних или пластичних буради, а кретање између кавеза је стазом ширине од 0,5-1 m. Испод површине воде кавези се учвршћују, фиксирају сидром за обалу и дно. Постављање кавеза је у батерије са 4, 16, 24 и више кавеза (Слика 9). Величина кавеза је најчешће 6-8 m, дубина 4-5 m. Непоједена храна и измет са дна чисте се вакуум пумпом. Аерација воде се врши ваздушним компресором који са дна кавеза преко распрскивача надувава ваздух у кавез и аерише воду. Оксигенометар је монтиран на кавезној батерији ради праћења количине раствореног кисеоника. Синтетске мреже у којима се риба гаји се конзервирају битулитом или алгицидним средством због спречавања бујања кончастих алги на мрежи. Конверзија хране је 1,5-3 kg за 1 kg прираста рибе, док су хранива уобичајена за пастрмку уз аутоматске хранилице и 5-8 obroка дневно. Густина насада је 30-40 kg/m<sup>2</sup>. Принос је 25-30 kg по 1 m<sup>3</sup> у условима без аерације воде и са средње квалитетном храном. Једноструко коришћење протока



воде је да се, после протока воде кроз објекат за гајење, вода враћа у реципијент. Вишеструко коришћење воде је, кад вода пролази из једног објекта у други и враћа се у реципијент.



**Слика 9.** Кавезни систем гајења пастрмки.

#### *3.4.4. Рециркулациони системи за гајење пастрмке*

Рециркулација се користи у високоразвијеним земљама где је рибарство на високом степену. Рециркулација у базену у коме се гаји риба састоји се у принципу да испуном са дна базена вода одлази у примарни таложник. У њему се таложје остаци хране, измет и продукти метаболизма. Ослобођена од механичких честица вода одлази на биофилтер. У биофилтеру се на аеробни начин постојећи амонијак преводи у нитрите и нитрате помоћу нитрификационих бактерија, а потом се помоћу денитрификационих бактерија преводи у елементарни азот који се испушта у ваздух. Из биофилтера вода долази у секундарни филтер на коме се задржавају заостали делови органских материја. За ослобађање воде од микроорганизама служи озонатор, преко кога се вода у танком слоју подвргава деловању УВ зрака. Они уништавају све присутне микроорганизме. У даљем току вода прелази преко јаких ваздушних распрскивача у сврху обогаћивања кисеоником или додавањем чистог кисеоника. Чиста и вода обогаћена кисеоником улази у процес производње. Губитак воде је 5-10% и надокнађује се из бунара или чистх реципијената.

Гајење у силосима је у вертикалним грађевинама округлог облика, запремине 25-30 m<sup>3</sup>, висине 6-8 m, од бетона пластике или метала. Пумпе циркулишу воду у круг и она пролази једном кроз силос. Користе се примарни и секундарни филтери, биофилтери, озонизатори, црпни уређај и аератор.

### ***Сортирање пастрмке***

Као технолошки део у фазама гајења важан је процес којим се групишу категорије риба са сличним узрасним и старосним ознакама. У пракси почетак сортирања је код младунаца старих 3 месеца. Врши се у свим фазама гајења до произведене товне конзумне рибе. Разлог за сортирање је неједнак раст и неуједначеност пораста узрасних појединих категорија. Што значи да сортирање представља начин прости селекције на дужину и масу пораста.

Техника сортирања се састоји у поступку да се риба не храни један до два дана да испразни црева. Ситне рибе у сортирању подлежу повећању угинућа. Ако је време топло, сортирање се врши рано ујутро и касније увече.

Класирање пастрмке има стандарде за индивидуе одређеног дужинског пораста: испод 5 cm целе дужине тела је класа 0; од 5-7,5 cm дужине тела је класа 1; од 7,5- 10,0 cm дужине тела је класа 2; од 10,0-12,5 cm дужине тела је класа 3; од 12,5-15,0 cm дужине тела је класа 4 и преко 15,0 cm дужине тела је класа 5.

Полумеханичко или механичко сортирање врши се направама за регулисано пропуштање рибе разних дужина и тежина. Једноставан уређај за сортирање је направа у виду сандука у коме је једна од преграда 3-22 mm за сортирање рибе разних димензија. Зависно од размака цеви риба пропада кроз отвор решетки и упада у одређено одељење. Простор се кваси водом за лакше кретање и пропадање рибе. Сортирају се све категорије узраста пастрмке.

### ***3.4.5. Исхрана пастрмке***

Пастрмка се храни додатном храном. Природном храном се, евентуално, хране ситни младунци зоопланктонским организмима. Храна мора да садржи протеине, угљене хидрате, масти и друге неопходне састојке, витамине, минерале и воду. Неопходни састојци су катализатори физиолошких функција који разлагањем у организму ослобађају енергију.

Протеини су састављени од аминокиселина које се уносе у тело или се граде у самом телу рибе. У вештачкој индустријској храни у пракси има 35-38% протеина од суве материје. Најважније аминокиселине су есенцијалне аминокиселине. Вредност беланчевина је у квалитету састава аминокиселина а не у њиховој количини.

Угљени хидрати су главни извор енергије. У индустријској храни не учествују више од 12% сварених угљених хидрата. У телу рибе угљени хидрати прелазе у облик животињског скроба, гликогена који се смешта у јетри и мишићима или као глукоза у телесним течностима. Уколико је већа количина угљених хидрата у храни, прекомерно се таложи гликоген, ремети се метаболизам шећера што узрокује оток јетре и угинуће риба.

Масти су концентрован извор енергије јер се у њима растварају витамини. Вишак масти у организму узрокује дегенерацију јетре и риба угине. Оптимални износ масти у храни је 5-8%.

Минералне материје су важне за изградњу ткива, посебно коштаног. Минералне материје као соли калцијума, кобалта и фосфата рибе могу директно узимати из воде преко шкрга и коже. Вишак минералних материја, као што је со, може штетно утицати на организам.

Витамини су катализатори јер помажу боље коришћење хране. Зато су важни за живот рибе они који су топови у мастима А, Д, Е, К и топови у води групе Б, Х, Ц, фолна киселина, холин.

Вештачка или индустријска храна користи се од почетка храњења ларви до краја това рибе за конзум. Корист, рентабилност производње пастрмке огледа се у утрошку хране за 1 kg прираста меса рибе. Успешно коришћење хране омогућава температура воде 10-12°C. Врста хране утиче на коефицијент конверзије. Природна храна је од организама зоопланктона и бентоса у висинским водама за исхрану ларви у првим данима живота. Плазма и свежа храна су конфискују јетре, слезине, срца и плућа топлокрвних животиња које служе за људску исхрану. Свежа хранива се држе у хладњачама и пре употребе се одмрзну и самељу.

Мешана хранива су свежа хранива са додатним компонентама ради боље повезаности и чврстине. Додаје се крвно, рибље и месно брашно помешано са брашном житарица. Користе се као грануле или паштете са 50% свежих хранива и 50% брашна. Сува храна су индустријски произведена као љуспице и брикете. Грануле треба лагано да тону у воду да их рибе узимају док не падну на дно базена. За 1 kg прираста троши се 1,3-2,5 kg хране са свим хранљивим материјама, лаке сварљивости и довољне количине у оброку. Састав брикета треба да буде: протеина 35-40%, угљених хидрата 25%, масти 8%, воде 10% и потребне количине минерала и витамина. Брикети треба да буду таквог састава да се не распадне одмах при бацању у воду нити смеју да имају прашину.

Храњење се врши ручно, полуаутоматски и аутоматским хранилицима.

Ручно храњење је на мањим рибњацима где се храна разбацује по базену руком или лопатом, равномерно како би свака риба доспела до хране.

Полуаутоматско храњење је конструисаним возилом са простором за храну које се креће по насипу између два базена и разбацује храну у оба базена.

Аутоматско храњење је савремен начин храњења сувом храном. Хранилица има спремиште до 20 литара за храну. Испод резервоара је електромотор са регулатором за испуст хране. Хранилице су фиксиране или покретне. Покретне се крећу дуж површине базена на шинама са покретањем помоћу воде, сатног механизма и струјом. Могу бити програмиране бројем obroка дневно и регулисањем која категорија риба се храни.

Самохранилица је смештена изнад базена и рибе преко полуге и према потреби регулишу испуштање хране у базен, обично за храњење рибе у тову.

Чување хране, било да је влажна или сува, врши се правилним смештајем у магацин. Сува храна се чува у просторијама са промајом у папирнатим врећама од 30-50 kg. Оне леже на дашчаној платформи а не непосредно на бетонском поду.

## 3.5. ИНТЕНЗИВНА ПРОИЗВОДЊА ЕВРОПСКОГ И АФРИЧКОГ СОМА

### 3.5.1. Производња европског сома

Припрема објеката за гајење младунаца сома обавезно подразумева зимовање земљишта без воде, обраду ротационим плуговима, ђубрење са мешаним стајњаком 1.000 kg живинског, 2.000 kg овчијег и 1.000 kg говеђег стајњака. По обради рибњака разбацује се 1.000 kg негашеног креча који се заорава употребом сетвоспремача. Рибњак се пуни 10 дана пре доношења младунаца, да би се развили крупни облици планктонских организама. На 1 ha рибњака насађује се 100.000 ларви. Заједно са ларвама сома насађује се и 300.000 ларви толстолобика и 100.000 ларви амура. Поред крупних облика планктона у стартном периоду младунцима је неопходно обезбедити и живу храну из рибље продукције. Употреба аератора уз овај систем интензивног храњења је обавезна. Такође у рибњаку треба успоставити проток од 10 sec. литара у минути. Исхрана младунаца са мешавином 50% пуномасно сојино брашно и 50% рибљег брашна почиње 24 часа након насада ларви и траје до 7-ог дана. Након 7 дана у објекат се додаје и 500.000 комада шарана. Поред двократног храњења свакодневно се у рибњаку разбацује и 10 kg размућеног свежег стајњака. Исхрана са екструдираним крмним смешама, чији ниво сирових протеина је од 40% врши се од 7-ог до 30-ог дана. Преживљење ларви износи 80%. Комадна тежина младунаца износи 20 g. Утрошак комплених крмних смеша је 1,5 за 1 kg прираста.

Једногодишњи младунци се гаје у објектима који су обрађени на тај начин да је са дна одстрањен слој земљишта од 10 cm. Органска продукција се не подстиче, јер постоје објективни услови да дође до погоршања амбијенталних услова. Измрзнути објекат, припремљен са ротационим плуговима, уз додатак негашеног креча 1000 kg/ha, пуни се водом из бунара прве издани.

Гајењем младунаца сома у монокултури не можемо обезбедити успешне резултате, па према искуству већег броја наших истраживача и стручњака опредељујемо се на систем гајења у поликултури различитих односа. На 1 ha рибњака потребно је насадити 10.000 младунаца сома и 40.000 младунаца (једномесечног) толстолобика. Исхрана младунаца обавља се са комплетним крмним смешама, чији ниво сирових протеина износи 40% и масти 20%. Утрошак хранива износи 1,8 за kg прираста, а преживљење 80%. Комадна тежина на крају вегетационог периода износи 350 g (Слика 10).



Слика 10. Двогодишњи сома, огледни рибањак “Ечка“.

Гајење младунаца сома у монокултури на нашим рибањацима није рационално. Сом се у другој години насађује у поликултури са шаранским рибама или се гаји у монокултури у кавезном систему као и све племените грабљивице у зависности од услова насађује се у количини од 1 до 5%. У кавезном систему исхрана се обавља са комплетним крмним смешама за гајење једногодишњег сома у поликултури.

Трогодишњи сом гаји се у поликултури шаранских риба са учешћем од 1%. У кавезном систему гаји се веома успешно, јер још увек у трећој години не ствара гонаде како је то код шарана. За гајење у кавезном систему примењује се исхрана као за гајење једногодишњег сома у монокултури.

### 3.5.2. Производња афричког сома

Фамилија *Claridae* обухвата више родова, међу којима је најинтересантнији род *Clarias* са око стотинак различитих врста, које се међусобно разликују по својим морфолошким, физиолошким и биолошким особинама. До данас је издиференцирано гајење 23 врсте афричког сома, а у интензивном систему гајења доминантну улогу имају хибриди.

Најзначајнија врста је *Clarias gariepinus*. Постоји више варијетета *Clarias gariepinus*-а, од нормално обојених до албино варијетета који се редовно срећу у природи. Веома тражени облик је ружичасти.

Боја *Clarias gariepinus*-а је специфична: дорзални део је маслинаст до тамно браон, или иде од ружичасте до црне боје, медијални део је плаво-зелене боје, док је абдомен увек бео. Пераја су константно сиво-зелене боје, а код неких примерака уз њихове базалне рубове могу се приметити жуте или црвене линије.

Његов уобичајени назив је "шетајући сом", и потиче од способности да прелази суво тло, од језера до језера, ако првобитно станиште пресуши или из било ког разлога постане непогодно за живот.

Поседује специфичне сунђерасте органе – арборесцентни органи – налик на крошњу дрвета, који се налазе уз шкрге тј. са горње стране шкржних лукова. Када је ван воде, ови додатни органи му омогућају да користи атмосферски кисеоник, и уз довољно влажно тело може прилично дуго да живи (кожа је веома добро снабдевена крвним судовима).

Као и европски сом, има дуго подрепно пераје, али за разлику од њега има и дуго леђно пераје. Грудна пераја су веома јака и практично на њима почива његова способност кретања на сувом.

Очи су ситне. Има четири пара бркова. Челоусти су неједнаке, горња вилица је дужа од доње.

Предатор је, није избирљив и првенствено је ноћу активна риба. За млађ у првима данима живота основну храну чине: ситни инсекти, ларве крупнијих инсеката, икра и ларве других риба као и ситније рибље врсте. У изузетним случајевима могу да узму и биљну храну. У периодима суше мигрира у богатија станишта и врло брзо практично уништи друге врсте. Након овога у дугом периоду суше може месецима да буде без хране.

Полну зрелост достиже при крају прве године живота. Тада су мужјаци шаренији, богатији бојама него женке, и са карактеристичном црном тачком на леђном перају.

Максимално забележена величина афричког сома је 170 cm дужине и масе око 60 kg. Лакше се гаји од осталих варијетета, мање је захтеван а брже расте и крупнији је.

Велика је грабљивица и прави уметник у бежању, тако да захтева специфичне услове држања. На Западу практикују његово гајење у базенима са зидовима висине око 1 m. Преферира мекано дно – песак или ситан шљунак, са доста места за сакривање (водени крш).

Афрички сом има велики значај за произвођаче због брзог прираста и ефикасне конверзије. Његов раст зависи од услова спољашње средине као што су оптимална температура, квалитет воде и исхрана.

#### Лабораторијски мрест афричког сома

Неки представници овог рода не мресте се у рибањацима без претходне хипофизације. Интрамускуларне ињекције ензима хипофизе шарана дају се у количинама од 3-3,5 mg/kg телесне масе по женки односно 2-2,5 mg/kg телесне масе по мужјаку. Може се аликвати и GnRH апликује се 15 mg/kg телесне масе плус допамин антагонисти (10-15 mg/kg *metoclopramide*).



Најмање месец дана пре мреста врши се одвајање по половима.

Екстракт хормона хипофизе убризгава се у базу леђног пераја или на дну прсног пераја. Мужајку се даје једна, а женки две дозе.

Отпуштање икре наступа за 8 -12 сати по давању друге дозе хипофизе на температури од 28- 32°C . Примењује се метод сувог оплођења. Оплођена јаја полажу се на специјалне полукружне колекторе, при корењу подводног растиња или по финим мрежицама. Један kg оплођене икре захтева колектор величине око 10 m<sup>2</sup>, који се затим пребацује у мрежасте кавезе и држе у текућој води до излегања. Већина положених јаја излеже се за око 24 -26 сати на температури 28-32°C. Пошто се ларве извале, колектори се премештају. Жуманчана кеса абсорбује се два дана након излегања.

Важно је обезбедити довољну количину живе хране, због могуће појаве канибализма. Од трећег дана живота, ларве се могу хранити куваним жуманцетом у малим количинама неколико пута дневно. Младунци стари 5 дана могу се хранити куваном јетром и тада се врши њихово пребацивање у растилишта.

### **Гајење афричког сома у танковским системима**

Гајење афричког сома у базенима, односно танковима показало се као веома ефикасан вид производње које се практикује у многим земљама, а нарочито имајући у виду да је земљиште као ресурс све траженије односно да се инсистира на производњи на што мањим површинама а на уштрб ефикасније технологије. Аквакултура стога остаје једина алтернатива за све веће повећање производње рибе а у циљу задовољења тражње за квалитетним извором протеина за људе.

*Clarias gariepinus* се генерално сматра једним од најважнијих слатководних топловодних врста риба за аквакултуру чији потенцијал је документован.

Најчешћи материјали који се користе за гајење афричког сома су бетон и фиберглас, као и код тилапије, са сличним димензијама и условима као што је описано у претходном поглављу. Базени су најчешће кружног облика.

Танкови се користе за производњу свих категорија афричког сома. У исхрани треба да имају висок садржај протеина у храни који се креће до 42% сирових протеина и око 9% масти. Оваква исхрана са 42% протеина може садржати састојке као што је рибље брашно (17%), соја (30%), погача од кикирикија (30%), кукуруз (10%), кукурузне отпатке (10%), кикирикијево уље (1,0%) и минерални премикс (2,0%).

Рибе се хране два пута дневно (ујутро у 9 h и увече у 16 h) у количини хране од 5% од укупне тежине рибе. Повећање количине хране креће се упоредно



са повећањем тежине рибе, при чему се корекција врши на сваке две недеље након мерења тежине рибе. Додавање хране је прилагођено и усклађено са повећањем телесне тежине. Концентрација раствореног кисеоника, температура воде (на температури испод 15°C долази до угињавања), концентрација амонијака и рН вредност воде морају се непрестално пратити да би се одржавали услови у прихватљивим границама.

Дневни прираст афричког сома у оваквом систему креће се око 10 на дан по комаду. Стопа преживљавања је висока (до 90%) и зависи од густине популације и амбијенталних услова.



Слика 11. Афрички сом гајен у огледном рибњаку “Мошорин“.

На огледном рибњаку Рибарске задруге Мошорин 18.07.-27.09. 2002. године (63 дана), спроведен је оглед гајења афричког сома (Слика 11), чији је насадни материјал увезен из Мађарске. У објекат од 0.1 ha насађено је 280 комада афричког сома или укупно 348 kg. Поред исхране са сребрним карашем (*ad libitum*) храњен је са комплетним крмним смешама (29% протеина, 15% масти) уз додатак синтетских аминокиселина (0.75% лизина и 0.25% метионина). Температура воде кретала се од 23-28 °C, а садржај кисеоника 0.2-10 mg/l. Прираст у посматраном периоду износио је 3500 kg/ha, рачунајући дневно 7 kg прираста односно 20 g на дан по комаду.

### **3.6. ИНТЕНЗИВНА ПРОИЗВОДЊА СМУЋА**

Смуђ је високоцењена и тражена риба на тржишту и свакако представља врсту са великим потенцијалом када је аквакултура у питању. Углавном се гаји у шаранским рибњацима као пратећа врста, при чему су приноси релативно ниски. Могућности за развој производње смуђа треба тражити у интензивној производњи.

Интензивна производња смуђа није много заступљена у нашој земљи, али свакако да постоји потражња на тржишту, па су самим тим отворене могућности за овакве активности.

Производња смуђа у интензивном систему се може одвијати у рецикулационом аквакултурном систему – РАС. У оваквом систему је присутна контрола свих параметара производње. РАС систем је систем веома интензивне производње риба која се гаји у великој густини ( $10 - 300 \text{ kg/m}^3$ ), третман отпадне воде се врши континуирано и та вода се пречишћена поново искоришћава. Овакви системи су се деценијама користили у научноистраживачке сврхе, али све чешће налазе своје место у рибарској производњи. Мора се водити рачуна о температури воде која мора бити подесна за врсту која се гаји. Због велике густине рибе, количина фецеса и амонијака је велика и пречишћавање воде мора бити континуирано.

Недостаци интензивне производње у РАС систему су високи инвестициони трошкови и високи оперативни трошкови.

Предност је могућност одржавања параметара воде (температуре, засићености воде кисеоником) на нивоу који је оптималан за гајење риба, што је посебно значајно код врста и категорија које су остелјиве на услове околине, као што је рибља млађ.

Мора се водити рачуна о добром избору врсте која ће се гајити, како би трошкови продаје могли да покрију трошкове производње уз остваривање добити. У Европи постоји више произвођача смуђа у РАС системима. Они производе смуђа за конзум при чему је годишња производња у оваквим системима у распону од 100 до 250 тона.

Први корак је дефинисање технолошких параметара који ће омогућити производњу млађи која ће бити погодна за овакав вид производње. Потребно је да млађ прихвата и конзумира индустријски произведену храну.

Постоје бројни проблем када је интензивна производња смуђа у питању. Најпре треба поменути веома слабу производњу насадног малтеријала, односно млађи која је навикнута на концентровану храну и услове интензивне производње. Може се рећи да је интензивна производња смуђа још увек у експерименталној фази и да су резултати досадашњих истраживања, као и покушаји њихове практичне примене прилично варијабилни.

Температуре која је потребна за раст смуђа је 22°C. Засићеност воде кисеоником треба да буде преко 90%. Потребно је стимулисати и одржавати услове мрака.

Основни делови РАС система за гајење смуђа се састоји од три дела:

- ◇ Јединица за гајење ларви
- ◇ Јединица за гајење младунаца
- ◇ Јединица за гајење конзумне рибе.

У јединицу за гајење ларви се насађују ларве у густини 15-100 ларви/л. Температура гајења је 16-22°C. Гајење у овој јединици траје 30 дана.

Јединица за гајење младунаца: температура гајења је 22-25°C. Густина насада младунаца: 15 -30 kg/m<sup>3</sup>. Младунци се гаје у овој јединици до постизања масе од 15 грама.

Јединица за гајење конзумних категорија смуђи: температура гајења је 22-26°C. Густина насада: 20 -80 kg/m<sup>3</sup>. Смуђ се гаји до конзумне масе од 800 до 1200 g.

### 3.7. ИНТЕНЗИВНА ПРОИЗВОДЊА ACIPENSERIDAE (ЈЕСЕТРИ)

РАС се може користити за узгој готово свих врста риба, слатководних или морских или пак других акватичних организама, као што су ракови. Пошто РАС захтева велике капиталне инвестиције, најбоље је да се гаје високо вредне врсте. Одређене врсте риба лакше се узгајају и више су доступне од других.

Јесетре (ред *Acipenseriformes*) садрже више од 20 различитих врста и велики број хибрида. То је једна од највреднијих група риба како због кавијара, тако и због квалитетног меса, које не садржи кости већ само хрскавичаву основу. Међутим, јесетре су такође међу најугроженијим групама риба због прекомерног излова, криволова, загађења, оштећења, пропадања станишта, итд. Од 1998. године све постојеће врсте, укључујући и оне које се комерцијално узгајају, стоје су у додатку I или II СИТЕС (угрожена изумирањем или ризиком да то постане), а трговина рибом из ове групе је од тада регулисана СИТЕС-ом. Аквакултурна производња јесетре почела је шездесетих година прошлог вијека у бившем СССР-у док је у Ирану, Северној Америци и Европи започета 1980-их. Производња је почела почетком двадесет првог века са уласком Кине у индустрију, а ова земља тренутно чини око 75% глобалне производње меса јесетре.

Када су у питању врсте из породице *Acipenseridae* најчешће узгајане врсте риба су сибирска јесетра (*Acipenser baerii*) (Слика 12) и хибрид јесетре (*Acipenser naccarii* x *Acipenser baerii*). Системи гајења сибирских јесетри је развијена 1970-их година у бившем Совјетском Савезу. Јесетре је релативно лако узгајати, а врсте

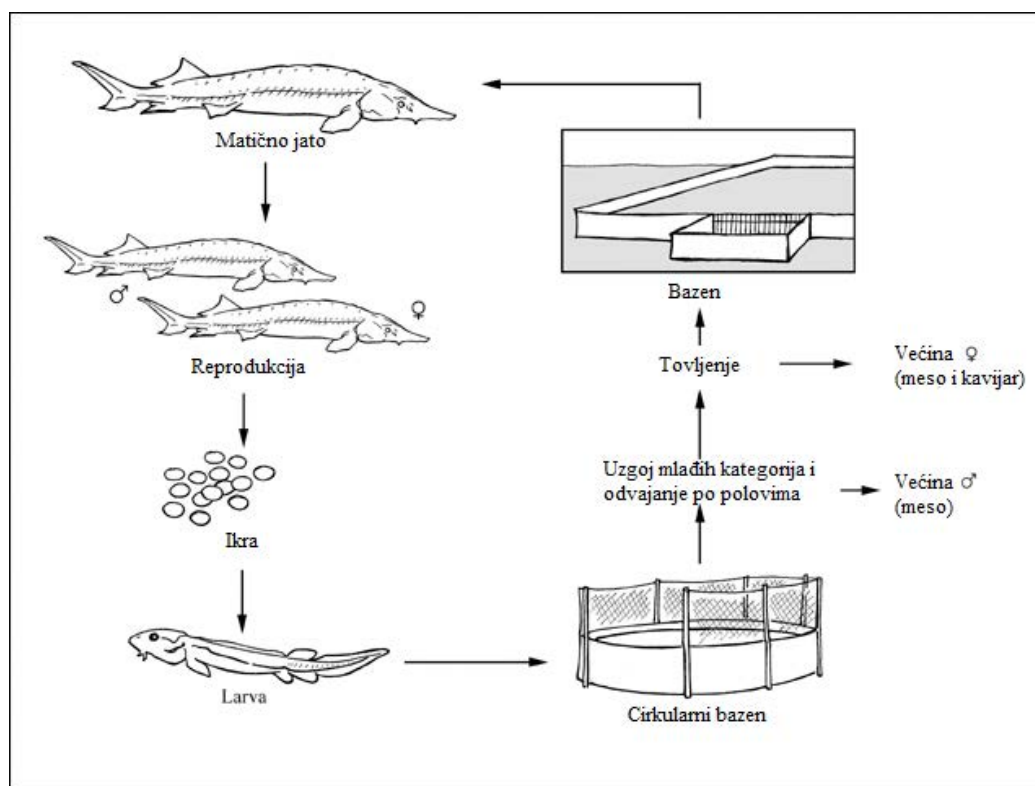
које се гаје за производњу меса могу бити потенцијални кандидати за замену других врста које се обично узгајају, као што је пастрмка.



Слика 12. Сибирска јесетра (*Acipenser baerii*).

### 3.7.1. Производни систем

Производни циклус гајења јесетри приказан је на слици 13.



Слика 13. Производни циклус сибирске јесетре.

### **Матичне рибе**

Мужјаци и женке се држе одвојено, због различитих производа који се продају од узгоја јесетри. Одсуство сексуалног диморфизма довело је до развоја неколико метода сексуалне диференцијације: биопсија и опсервација, дозирање плазматског 11-кетотестерона и ултразвучна снимања. Ово се обично обавља у узрасту око 3 године. Мужјаци се затим продају. Женке се држе и узгајају неколико година док не постану довољно зреле да би произвеле кавијар. Затим се користе и за месо. Неке јединке се могу чувати за матичне јато, односно будућу репродукцију.

### **Узгој матичног јата**

Сибирска јесетра је гонохористичка врста. Услови узгоја на фармама су генерално повољнији од природних услова из којих потичу, а полна зрелост се јавља знатно раније, у узрасту од око 6 година за мужјаке и 7 година за женке у умереним условима.

Управљање матичним јатом се компликује чињеницом да женке не овулирају сваке године (са само неколико изузетака) и нису све синхроне. Према томе, број зрелих женки које се годишње добија може варирати између 35-63% одрђеног матичног јата. Контролисањем температуре воде могуће је добити икру током дужег периода, наиме, од децембра до маја.

Вернализација и стимулација хормонима се врше да би се добили квалитетни сексуални производи. Могу се користити различити типови хормона, укључујући екстракте хипофизе јесетре или шарана, или аналоге хормона за ослобађање гонадотропина (GnRHа). Главни проблем је да се одреди прави тренутак за примену ињекције хормона, другим речима, да се изабере јединке у најповољнијем физиолошком стању. Историја јата, величина фоликула јајника, њихова хомогеност, изглед, положај герминалног везикула и *in vitro* способност сазревања фоликула јајника корисни су критеријуми за разматрање приликом доношења ове одлуке. Икра се сакупља или поновљеним абдоминалним масирањем у интервалима од два сата или (још боље) обављањем мале лапаротомије. У случају лапаротомије поставља се неколико шавова да би се затворио отвор. Током операције, риба прима воду кроз уста. Количина икре варира од 8 до 14% од живе масе матице. Икра је често јајоликог облика, смеђе и/или тамно зелене боје, дименија 3,0 до 3,8 mm. Маса икре креће се између 35 и 45 јаја по граму и они имају неколико микропила. Мужјаци често производе неколико десетина милилитара сперме, која се сакупља помоћу мале флексибилне цевчице која је пажљиво уведена у генитални отвор. Оплодња се дешава коришћењем техника усавршених пре неколико деценија.

### ***Мрест***

Оплођена јаја морају бити подвргнута анти-адхезивном третману како би се спречило њихово међусобно лепљење и стварање громуљица током инкубације. Често су у ове сврхе користи третман у воденој суспензији глине, танин а понекад се користи и млеко. Након испирања, јаја се стављају у инкубаторе, најчешће Зугер типа. Развој ембриона одвија се за око 6 дана на температури од 13 до 14°C. Нормалне ларве се могу лако издвојити, због њиховог позитивног фототропизма.

### ***Узгој млађи***

Редослед и трајање различитих фаза понашања ларви јасно су дефинисани на 17–18°C. Под овим условима, ларвама треба дати прву храну између 9. и 11. дана након излегања, односно након завршетка фазе ендогене исхране. Одлични резултати су добијени (стопе раста и преживљавања) тако што им се одмах даје композитна храна.

Корита или мањи базени (200 X 50 X 40 cm; дужина, ширина и дубина) су погодна за узгој ларви у току прве 4 седмице, при чему је средња тежина ларви на 17-18°C је око 500 mg. Дубина воде треба да се креће од 15–20 cm. Касније се за даљи узгој млађи могу користити циркуларни базени ( $\Phi = 2 \text{ m}$

### ***Технике узгоја***

Сибирска јесетра се у интензивном гајењу у РАС-има најчешће гаји у округлим базенима пречника 6-8,5 m, дубине 1,5 m. Идеална температура воде за гајење се креће од 20-26°C. Сибирска јесетра може поднети више температуре (25–26°C) под условом да се истовремено предузму две мере предострожности - одсуство распаднуте хране и обезбеђивање високог нивоа кисеоника.

Јесетарске врсте имају изузетно добру брзину прираста: брзина прораста – 11 g по дану код млађи, просечан годишњи прираст од 1,0 до 2,2 kg/годишње код неких врста. Приликом производње конзумних категорија намењених за продају (1-3 kg), густина насада може прећи 60-70kg/m<sup>3</sup>, са одржавањем концентрације O<sub>2</sub> око 5mg/l, па и до 80–90 kg/m<sup>3</sup> за рибе масе 10 kg.

Захтеви квалитета воде су у великој мери једнаки захтевима других врста, иако се чини да су осетљивији на NO<sub>3</sub>-Н. Производња зрелих јединки за проиводњу кавијара се постиже за 8-10 година. Јесетре се хране са дна и комерцијалне формулације за јесетре су лако доступне.

Услови узгоја и хранидбене стопе у узгоју за производњу кавијара морају се пажљиво прилагодити да би риба оптимално сазревала и да би се добио квалитетан кавијар, који се вреднује према боји, чврстини, садржају масти и укусу. Приноси кавијара су типично око 10-15% укупне телесне тежине женки, док су приноси филета око 40-50%. Јесетре преферирају да буду у сенци и треба избегавати директно светло.



### ***Исхрана и храњење***

Комплетна храна, која садржи све битне минерале и витамине за здрав раст риба и формулисана посебно за врсте риба које се узгајају, неопходна је за производњу рибе у РАС.

Храна која се користи углавном се заснива на комерцијално произведеним гранулама, које су често врло сличне онима које се користе у узгоју пастрмке. Екструдирани пелете са бољом стабилношћу у води погодније су за храњење јесетре. Стопе храњења крећу се најчешће од 1,0 до 1,5 % биомасе, или чак и мање за веће јединке. У Русији је забележено да се даје и до 4% количине хране од укупне биомасе. Величина пелете треба да одговара величини рибе.

Да би максимално повећали прираст, рибу треба хранити по редовним распоредом у исто време сваког дана. Храна које остаје у резервоару после пет минута ретко се једе и претерано храњење може озбиљно да смањи квалитет воде. Дobar и брз индикатор проблема са квалитетом воде или пак болестима јесте када риба одбија и/или не узима храну.

Ако риба изненада престане да се храни, одмах треба проверити да ли је високог нивоа амонијака, ниске концентрације кисеоника, да ли постоји проблем са појавом болести или друго. Смањено узимање хране јавља се и на веома високим и ниским температурама воде.

### 3.8. ИНТЕНЗИВНА ПРОИЗВОДЊА ЈЕГУЉЕ

Јегуље су рибе које припадају роду *Anguilla*, породици *Anguillidae* (слатководне јегуље), која укључује 18 врста, од којих три имају по две подврсте. Јегуљу карактерше животни циклус који се делом одвија у морској а делом у слаткој води. За наше подручје најзначајнија је *Anguilla anguilla* (обична или европска јегуља). Тело европске јегуље врло је издужено и змијолико, у предњем делу готово цилиндрично, на задњем бочно спљоштено (Слика 14).



Слика 14. Излед јегуље.

#### 3.8.1. Гајење јегуље у рециркулационим системима

Овај вид гајења јегуља не захтева велику површину као традиционалне методе, а и запремина воде потребне за узгој је мања. Основни облик система састоји се од одређеног броја базена, постављених самостално или у групама, повезаних с механичким и биолошким филтерима помоћу којих се уклањају азотни отпад и нуријенти из воде. Рециркулациони системи могу укључивати и друге компоненте, попут ултраљубичастих (УВ) и озонирајућих система за дезинфекцију воде, те сакупљаче беланчевина који уклањају отпад богат беланчевинама итд. Након проласка кроз филтере, вода се враћа натраг у базене с рибом. Цели систем затворен је у објекту који нуди заштиту од климатских и атмосферских прилика и паразита. Потребно је познавати карактеристике и квалитете сваке компоненте рециркулационог производног система јер софистицираност и квалитет система зависи од ефикасности сваке поједине компоненте, а систем је ефикасан онолико колико је ефикасна његова најслабија компонента. Рециркулациони производни системи тестирају се и развијају у последњих 30-ак година. Након успешних иницијалних истраживања, примарни



фокус постао је креирање, развој и комерцијализација технологије која је у стању да производи рибу и остале водене организме на економски компетитивној основи.

У Србији за сада не постоје рециркулациони производни системи, док се у Републици Хрватској рециркулациони производни системи користе се у неколико мрестилишта морске рибе те у једном узгајалишту јегуље.

Рециркулациони системи деле се на затворене и отворене (или делимично проточне). У потпуно затвореним системима потребан је довод свеже воде како би се надокнадио губитак због евапорације те рада појединих компоненти, у првом реду механичких филтера који користе одређену количину воде да би издвојили механичке честице из система. Процент промене воде у јединици времена имаће битно значење у дефиницији, дизајну и конструкцији система. Разликују се затворени системи који промене до 10% воде у целом узгојном систему дневно, отворени рециркулациони системи који промене између 10% и 50% воде у систему дневно и делимично проточни системи који мењају више од 50% воде у узгојном систему дневно.

Појединачни процеси који заједно омогућавају прочишћавање воде у сваком рециркулационом систему укључују механичке, електричне, хемијске и биолошке компоненте које омогућавају континуирано, поновно коришћење узгојне воде (Слика 15).



Слика 15. Рециркулациони производни систем за производњу европске јегуље (*Anguilla*) „Рибњачарство Пољана д.д.“.

Узгојни танкови дизајнирани су тако да омогућавају брзо одстрањивање непоједене хране, фекалија и осталих механичких честица из узгојног простора и

да дозвољавају природно кретање и понашање рибе. Округли танкови креирањем кружног кретања воде омогућавају природно кретање рибе и одстрањивање честица кроз одвод у средини танка. Други ефикасни дизајн су дуги правоугаони танкови с попречним протоком (*cross-flow*). Уместо улаза воде на једном крају дугог правоугаоног танка и излаза воде на другом (*race-ways*), овде је уграђено више улаза на једној попречној страни танка и више излаза на другој, па механичке честице прелазе мањи пут и лакше се одстрањују из танка.

У оквиру рециркулационог система неопходно је обезбедити пумпе које омогућавају кретање воде од узгојног танка до јединице за прочишћавање и натраг, затим механички филтер за одстрањивање чврстих отпадних честица (непоједена храна, фецес), биофилтере као компоненту за насељавање нитрификацијских бактерија (које оксидирају амонијак) и денитрификационих бактерија које разграђују нитрате до елементарног кисеоника – Биофилтери служе у првом реду за конверзију односно оксидацију амонијака као отровног продукта метаболизма у 2000 пута мање отровне нитрате. То су компоненте које различитом грађом омогућавају довољно насадне површине за нитрификационе бактерије. Користе обично грануле или танке плоче и тако креирају велику насадну површину.

У рециркулационим системима, због велике насадне густине и бактеријске активности на биофилтерима, настаје велика количина угљен-диоксида који снижава рН узгојне воде. Контролна компонента мери и подешава рН на оптималну вредност додавањем базе (обично NaOH). Састоји се од сонде која, када рН-вредност падне испод оптималне вредности, преко компјутерског система шаље сигнал у контејнер с базом, на којем се отвара аутоматски вентил и додаје базу све док се рН-вредност не регулише.

Вишак угљен-диоксида одстрањује се повећавањем контактне површине између ваздуха и воде. То се постиже прокапавањем воде кроз различите медије који је разбијају у капљице. Како би се надокнадио кисеоник потрошен метаболичком активношћу узгајаних организама у интензивним узгојним условима и бактеријском активношћу на биофилтерима, потребно је воду пре поновног уласка у танкове обогатити оптималном количином кисеоника. Реоксигенација, односно надокнада кисеоника потрошеног дисањем и бактеријском активношћу у узгојном систему, надокнађује се убризгавањем ваздуха или чистог кисеоника у воду. Кисеоник се може производити на самој локацији или довозити у контејнерима.

Рециркулациони системи нису у контакту с природним изворима воде (потоци, језера, природни извори), али код иницијалног пуњења или код насађивања млађи из другог извора постоји могућност уноса изазивача болести (бактерије, вируси, паразити) у систем. С обзиром на то да у њему рециркулише увек иста вода, велика је могућност брзог размножавања тих микроорганизама те самим тим појава болести. Да би се то спречило, потребно је воду стерилисати при сваком пролазу кроз јединицу за третман. То се постиже укључивањем компоненте за стерилизацију, обично UV-реактора или убризгавањем озона.

Садржај кисеоника у води најзначајнији је фактор који утиче на интензиван узгој јегуља. Пошто је на вишим температурама слабија апсорпција кисеоника, у вештачким системима примењују се различита техничка решења помоћу којих се обезбеђује континуирано снабдевање кисеоником. У Немачкој се користе торњеве за снабдевање ваздухом (тзв. каскаде), али се могу користити и различити аератори, компресори и озонизатори за довођење кисеоника. На већим узгајалиштима јегуља, да би се елиминисали непредвидиви случајеви, у резерви се држе боце са гасовитим или течним кисеоником.

Не могу се очекивати добри узгојни резултати на оним рибањацима где се количина кисеоника (макар и за кратко време) смањи на мање од 5,0 mg/l.

Температура воде представља други значајан фактор интензивног узгоја. Европска јегуља добро подноси температуру до 28°C (оптимална температура 18°C-25°C). Изнад ове температуре јегуља престаје са узимањем хране и зауставља се раст. Оптималним се могу сматрати температуре 22°C-24°C.

Јегуље се могу узгајати у неутралним, благо киселим, односно благо алкалним водама (pH 6,9-8,0). Киселе (pH вредност испод 6,5) и алкалне (pH вредност изнад 9,0) воде су већ непогодне за узгој јегуља. Паралелно са повећањем pH вредности (у алкалној средини) за рибе токсични NH<sub>4</sub> јони постепено се претварају у слободне NH<sub>3</sub> јоне који су веома отровни за рибе.

Јегуља је риба која добро подноси слане воде. Врло добро се може узгајати у полусланом језерима. Може поднети концентрације соли и до 30%-40%, при концентрацијама од 50% обелева, при 60% губи вид, а при концентрацијама од 70% умињава.

Веома су опасна органска загађења која у знатној мери утичу на садржај кисеоника и биолошке процесе у води. Повећању органске материје у води доприноси и разлагање измета јегуља и неконзумиране хране (оба играју пресудну улогу у утрошку кисеоника). Концентрација слободног амонијака од 0,1 mg/l већ може да проузрокује тровања. Управо због тога, количина NH<sub>3</sub> треба да је испод 0,01 mg/l, док садржај NH<sub>4</sub> не сме да пређе границу 2 - 3 mg/l.

Брзина протока воде не сме бити већа од 3 cm/sec до 4 cm/sec. Ако је струјање воде веће, повећава се интензитет метаболизма и утрошка енергије, што повлачи за собом слабије искоришћавање хране и смањење интензитета раста. Ако је проток воде слабији, отежава се одстрањивање нагомиланог талога, те је лошија и снабдевеност кисеоником.

### ***Насађивање јегуља***

Након стицања и преузимања транспорта, стакласте јегуље поливају се водом чија је температура идентична температури транспортне воде (4-5°C). После тога, јегуље се стављају у пријемне базене где се врши темперирање – постепено се повећава температура воде (за 3 дана температура улазне воде повећава се на 20°C). Када је завршено темперирање и достигнута температура од 20°C, почиње се са исхраном јегуља.

Стакласте јегуље захтевају веома брижљив смештај. У ту сврху могу се искористити корита обложена фолијом, бетонски базени и кутије од полистирола (за краће време). За смештај стакластих јегуља није добро користити бетонске и пластичне базене, са укошеним бочним странама, јер могу настати велики губици услед бежања риба из базена. Насађивање обухвата следеће радње: прихватање и преузимање транспорта; адаптацију која је практично је идентична са темперирањем и стварне послове насађивања. Приликом прихватања и преузимања транспорта треба контролисати квалитет и једнообразност испоручених риба. Треба се уверити у виталност популације и одстранити угинуле јединке. У случају да испоручене јединке нису једнообразне (хетерогена популација), то указује на чињеницу да су јегуље прикупљене са различитих места или да су дуже времена биле у привременом смештају. Виталним се могу сматрати сјајне, чисте и провидне стакласте јегуље, које реагују живахно на свежу воду и имају хармоничне покрете тела. Здраве јегуље задржавају се у средњим слојевима воде. Уморне, лоше транспортоване јединке имају опално-белу боју, на свежу воду реагују са закашњењем, глава им је високо уздигнута и приликом пливања имају нехармоничне покрете тела. Слабо виталне или угинуле јединке сакупљају се на дну каде или по угловима, а ако се транспорт врши у полистиролним кутијама, угинуле јединке могу се лако разликовати према промењеној боји. Након што су слабо виталне и угинуле јединке одстрањене, може се почети са темперирањем.

У кадама јегуље се постепено навикавају на хемизам и физичке особине воде. Приликом насађивања млађ долази у мање или више промењене услове средине. Нагле промене, биле оне позитивне или негативне, изазивају стрес који може имати и катастрофалне последице.

Последња, манипулативна фаза насађивања је измештај јегуља. Веома је битно да се насађивање млађи врши на великом подручју и у једнакој густини. Јачина воденог млаза постепено се смањује све до момента када и последња витална јегуља напушта тацну. Ако је темперирање правилно извршено, јединке слабе виталности ће се задржати на тацни.

### ***Исхрана јегуља***

При интензивном узгоју риба не узимају се у обзир природни извори хране, тако да се све неопходне материје (протеини – аминокиселине, концентровани угљени хидрати – рибље уље, витамини, микроелементи) обезбеђују путем концентроване хране.

Јегуље у узгојним системима могу се хранити свежом или куваном рибом, рибљим брашном или сувом, најчешће пелетираном храном у потпуности прилагођеном прехранбеним потребама јегуља. Храна је у узгоју примарни чинилац који одређује његов успех. За најбоље резултате потребно је осигурати што више беланчевина анималног порекла (неопходно је 30% до 48% за европске јегуље, око 45% за јапанске јегуље). У развијеном узгоју јегуља храна заузима између 50% и 80% свих трошкова.

Младе стакласте јегуље у прве 2-3 недеље хране се свежеом храном. Састав ове хране је следећи:

- 40% рибља каша (главаш или кесега),
- 10% црвена глибњача (*Tubifex tubifex*),
- 10% везивна материја (глутеин) и
- 40% вода.

Један део тубифекса (максимум до 50%) може се заменити свежеом икром. Храна се даје на тацни за храњење. Тацна се ставља на воду (плута) и рибе са ње узимају храну. Рибе увек треба да добију свежу храну. У овом периоду јегуље се хране 6 пута дневно.

После 2-3 недеље смањује се количина рибље каше у obroку, а истовремено се у исхрану уводи ситно млевена зрнаста храна (садржај сварљивих протеина 50%-52%) чија се количина постепено повећава. На крају другог месеца оброк јегуља састоји се искључиво од зрнасте хране која се даје у кашастом облику (75% храна, 25% вода). Увођењем зрнасте хране у исхрану смањује се и количина дневних obroка. Тада се јегуље хране 3 пута дневно.

Када јегуље достигну тежину од 10 грама укида се давање зрнасте хране. Прелази се на исхрану тзв. „плутајућом храном“ (садржај сварљивих протеина 47%). Ова храна припрема се на специфичан начин. Ситно млевена зрна обогаћују се врелом паром, а потом се врши пелетирање масе. Добијају се ситне грануле које се затим пресвлаче рибљим уљем. Ове грануле неће потонути у води већ лебде на њеној површини, одакле их рибе могу лако покупити. Овакав начин исхране има огромну предност. Храну коју рибе нису утрошиле, можемо веома лако уклонити са површине воде. Храна се не сакупља на дну базена, не долази до њеног разлагања, органске материје се не нагомилавају у води, те се на тај начин може сачувати квалитет воде (нема појаве еутрофичности).

Готово сви облици интензивног узгоја данас користе вештачки сложена енергетска хранива богата беланчевинама, и то у облику влажне пасте за стакласте јегуље, односно у форми пресованих или екструдираних пелета за касније развојне стадијуме. Прихватање почетне хране (тзв. стартера) код стакластих јегуља сматра се најтежим делом узгоја јегуља јер одбијање хране у тој фази може значити висок морталитет или успорен раст. Храњење јегуљица почиње кад температура воде достигне 15°C. Малочекињаста црви (*Oligochaeta*) из рода *Tubifex*, глибњаче, прикладна су храна за прва храњења јегуљица. Након два до три дана поступно се додаје и уситњено рибље месо чија количина се постепено повећава. Око десетог дана, јегуље би требало да примају само пасту од уситњеног рибљег меса.

Количина дневно поједене хране зависи примарно од температуре воде, но у начелу износи око 8%-10% телесне масе код храњења рибом, односно око 30% за стакласте јегуље.

Сва досад извршена истраживања на узгајаним јегуљама показују да је равнотежа између беланчевина и липида круцијална за раст узгајане рибе, али и за квалитет меса.

Негде при крају прве године (новембар-децембар), врши се прво разврставање (селекција) јегуља. Користи се сито са промером окца од 4 mm. Јегуље које прођу кроз сито (тзв. мала фракција) враћају се у узгојни базен и после 2-3 месеца врши се њихово поновно селектирање. Оне јегуље које се задрже у сити, пребацују се у други узгојни базен. Оне јегуље које се задрже у сити са промером окца од 7 mm (тежина 15 – 20 g) пребацују се у спољашње базене за узгој конзумне рибе. Ову тежину јегуље постижу за око годину и по дана. Јегуље проводе негде око једне године у спољашњим базенима, када постижу тежину 120-150 g. Тада се врши поновно селектирање (сито са промером окца од 15 mm). Јегуље које се задрже на овом сити готове су конзумне рибе које се извозе на тржиште.

### ***Излов***

Излов јегуље је, због неуједначеног раста, могућ током целе године. Сама техника излова једноставна је, али је потребна посебна пажња како би се избегао стрес. Један до два дана пре излова риби се престаје давати храна. Јегуље се пасивно одводе из базена помоћу цеви у уређај за класирање. Јегуље које нису достигле конзумну величину враћају се натраг у узгојни систем. За време излова важно је садржај кисеоника одржавати високим.

Живе јегуље транспортују се на идентичан начин као и остале врсте риба. По завршеном утовару, пожељно је променити горњу трећину транспортне воде како би се одстранила пенушава слуз. У резервоаре за транспорт неки дистрибутери стављају и кухињску со (NaCl) која надражује слузокожу шкрга, те ће тако дисање и узимање кисеоника бити интензивније. За транспорт мањих количина јегуља веома су погодне вреће од платна које омогућавају потребну замену ваздуха. Тако се јегуље могу знатно дуже одржати у животу. За транспорт никако се не смеју користити пластичне вреће код којих, због недостатка кисеоника, брзо долази до угинућа.



## 4. КВАЛИТЕТ МЕСА РИБА ИЗ ИНТЕНЗИВНОГ НАЧИНА ПРОИЗВОДЊЕ

### 4.1. МИКРОБИОЛОШКИ КВАЛИТЕТ МЕСА РИБА ИЗ ИНТЕНЗИВНОГ НАЧИНА ГАЈЕЊА

Рибарство је једна од најбрже растућих привредних грана у свету када је у питању производња хране анималног порекла. Брзом расту производње у рибарству доприноси повећана потражња за месом рибе које представља вредан извор храњивих материја и чињеница да се ради о изузетно квалитетној храни је управо и главни разлог за повећану потрошњу рибљег меса у свету. Поред несумњивог нутритивног квалитета који риба као намирница поседује, мора се обезбедити и да је она у потпуности безбедна са аспекта здравља потрошача. Са економског аспекта, треба имати у виду да се велика количина примарних пољопривредних и рибљих производа губи сваке године због хемијске разградње и микробиолошке контаминације. Риба спада у намирнице високог ризика, због своје подложности кварењу. Разлози за подложност меса риба кварењу су специфичности састава меса рибе, као и иницијални број микроорганизама на површини изловљене рибе. Веома је важно подићи свест јавности када је у питању микробиолошка безбедност меса риба.

#### *4.1.1. Иницијални ниво бактеријске контаминације свеже рибе*

Ниво бактеријске контаминације рибе је основни показатељ безбедности рибе као намирнице. Састав микрофлоре свеже изловљене рибе зависи од садржаја микроорганизама у води у којој риба живи. На микробиолошки статус рибе утиче више фактора од којих су најзначајнији температура воде, количина и порекло хране којом се риба храни, а утицаја има и сам начин излова рибе. Битно је напоменути да је микробиолошка контаминација рибе углавном површинска, на шта указује чињеница да се у месу рибе чуване на леду углавном установи мали број бактерија.

У досадашњим истраживањима микробиолошке контаминације шарана са рибњака у Републици Србији је утврђен укупан број микроорганизама у распону од 1200 до 52500 cfu/g. *Salmonella* врсте, коагулаза позитивне стафилококе, сулфиторедукујуће клостридије и *E. coli* нису установљене у испитиваним узорцима риба које су узорковане на рибњацима у Србији.

#### 4.1.2. Улога микроорганизама у процесима квара

Раст микроорганизама и њихов метаболизам су главни узроци квара рибе који доводе до стварања различитих штетних једињења. Микроорганизми доводе до квара рибе на више начина. Један од њих је да стварају бактеријске ензиме који су неопходни за одвијање процеса биоразградње, а пример за то је настајање триметиламина из триметиламин оксида што је катализовано бактеријским ензимом триметиламин оксидазом. Ниво триметиламина се универзално користи за процену микробиолошког квара рибе.

Као резултат микробиолошке активности из аминокиселина које садрже сумпор настају и водоник-сулфид, диметил-сулфид и метил-меркаптан, док из масти настају карбонилна једињења, а из протеина индол, склатол, путресцин и кадаверин. Производ активности појединих микроорганизама могу бити и токсични биогени амини, односно путресцин, кадаверин, спермидин, спермин, хистамин, тирамин и триптамин, који се акумулирају у месу. Биогени амини су органски амини који се појављују у рибљем месу и производима од меса рибе, али и у другим намирницама.

Контрола меса риба на присуство биогених амина се врши како због њихове потенцијалне токсичности, тако и због могућности да се њихова утврђена концентрација користи као индикатор квалитета хране. Ризик од формирања биогених амина је посебно висок у случају када је месо самлевено или уситњено.

Ниво триметиламина се универзално користи за процену микробиолошког квара рибе.

#### 4.1.3. Бактерије узрочници квара

Најчешће бактерије узрочници квара су следеће у зависности од температура на којима се риба чува:

- ◇ на ниским температурама (хлађење): *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*
- ◇ атмосферска температура: *Esherichia*, *Serratia*, *Sarcina*, *Clostridium*
- ◇ више температуре: *Micrococcus*, *Bacillus*

#### 4.1.4. Микробиолошки критеријуми за производе из аквакултуре

Према одредбама „Правилника о општим и посебним условима хигијене хране у било којој фази производње, прераде и промета“ (Сл. гласник Републике Србије,



број 72/2010 и 62/2018), који је усклађен са Уредбом (ЕС) 2073/2005, у којој су установљени микробиолошки критеријуми засновани на научној процени ризика битних за заштиту потрошача, критеријуми безбедности хране се примењују, како на производе у промету тако и пре него што храна престане да буде под непосредном контролом субјекта који ју је произвео, и то на димљене, затим хладно димљене упаковане производе, као и на све производе рибарства који се третирају као храна спремна за конзумирање, при чему се испитује број *Listeria monocytogenes*, који у периоду рока употребе не сме да пређе границу од 100 cfu/g ни у једној од пет испитиваних јединица, односно присуство *Listeria monocytogenes* у 25 g.

Резултати задовољавају одредбе Правилника уколико се ни у једној од пет испитиваних јединица не утврди присуство наведеног микроорганизма.

У Водичу за микробиолошке критеријуме за храну (2011) су наведени критеријуми који се примењују на крају производног процеса за контролу хигијене процеса за производе од рибе и других водених животиња.

Приликом испитивања пастеризованих производа од рибе, резултат је прихватљив ако је број *E. coli* у две од пет испитиваних јединица у опсегу од  $10^0$  до  $10^2$  cfu/g, док ни у једној јединици овај број не сме да пређе граничну вредност од  $10^2$  cfu/g, број аеробних колонија у две од пет испитиваних јединица може да се креће од  $10^4$  до  $10^5$  cfu/g, док је горња гранична вредност  $10^5$  cfu/g и сваки резултат према којем узорак садржи број колонија који је већи од те границе се сматра неприхватљивим.

Када су у питању производи од термички обрађених љускара, шкољкаша и мекушаца, резултати су задовољавајући уколико је у свих пет испитаних јединица број *E. coli* мањи од 10 cfu/g, а број коагулаза позитивних стафилокока мањи од  $10^2$  cfu/g, резултати су прихватљиви уколико је у две од пет испитиваних јединица број *E. coli* у границама од 10 до  $10^2$  cfu/g, а број коагулаза позитивних стафилокока у границама од  $10^2$  до  $10^3$  cfu/g, а резултати су незадовољавајући уколико је и у једном узорку број *E. coli* већи од  $10^2$  cfu/g, а број коагулаза позитивних стафилокока већи од  $10^3$  cfu/g.

Обухваћени су и остали производи рибарства и према Водичу за смзнуте производе рибарства који су спремни за кулинарску припрему, као што су филети и панирани производи, уколико је број *E. coli* у свих пет испитиваних јединица мањи од  $10^3$  резултати су задовољавајући, уколико је у две јединице број у опсегу од  $10^3$  до  $10^4$  резултати су прихватљиви, а уколико се овај резултат појави у више од две испитиване јединице или уколико је у једној јединици број *E. coli* већи од  $10^4$  cfu/g резултат се сматра незадовољавајућим.

За димљене и сушене рибе резултати испитивања су задовољавајући уколико је у свих пет испитиваних јединица број *E. coli* мањи од 10 cfu/g а број сулфиторедукујућих клостридија мањи од 10 cfu/g, резултати су прихватљиви уколико је у две од пет испитаних јединица број *E. coli* у распону од 10 до  $10^2$  cfu/g а у једној од пет испитаних јединица број сулфиторедукујућих клостридија у

распону од  $10$  до  $10^2$  cfu/g, док су резултати незадовољавајући уколико се у већем броју јединица утврде ове вредности и уколико у једној од пет испитиваних јединица број *E. coli* и број сулфиторедукујућих клостридија већи од  $10^2$  cfu/g.

**Табела 10.** Препоручени критеријуми Водича за примену микробиолошких критеријума за храну. Храна спремна за конзумирање - Пастеризовани производи од рибе и других водених животиња

Категорија хране	Микроорганизми/ њихови токсини, метаболити	План узорковања		Граничне вредности		Референтни метод испитивања	Фаза у којој се критеријум примењује
		n	c	m	M		
Пастеризовани производи од рибе	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 cfu/g	$10^2$ cfu/g	EN ISO 16649-1 или EN ISO 16649-2	Крај производног процеса
	Број аеробних колонија	5	2	$10^4$ cfu/g	$10^5$ cfu/g	ЕН ИСО 4833	
Производи од термички обрађених љускара, шкољкаша и мекушаца	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 cfu/g	$10^2$ cfu/g	EN ISO 16649-1	Крај производног процеса
	Коагулаза позитивне стафилококе	5	2	$10^2$ cfu/g	$10^3$ cfu/g	ЕН ИСО 6888-1 или EN ISO - 6888-2	
Пастеризовани производи од рибе топлих мора	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	5	2	Не сме бити у 25 g		EN ISO 21872-1	Крај производног процеса

Резултати за испитивања маринираних производа рибарства су задовољавајући када је број *Enterobacteriaceae*, као и број сулфиторедукујућих клостридија у свих пет јединица мањи од  $10^2$ , а број плесни мањи од  $10^4$ .

Прихватљиви су резултати уколико је у две од пет испитиваних јединица утврђен број *Enterobacteriaceae* у границама од  $10^2$  до  $10^3$  cfu/g, број

сулфиторедукујућих клостридија од  $10^2$  до  $10^3$  cfu/g, а број плесни у границама од  $10^4$  до  $10^6$  cfu/g. Незадовољавајући резултати су ако у једној од испитиваних јединица броја наведених микроорганизама буде већи од горње граничне вредности.

Задовољавајући резултати за хладно димљене вакуум паковане производе рибарства су уколико је у свих пет испитиваних јединица број сулфиторедукујућих клостридија мањи од  $10^2$ , број аеробних колонија мањи од  $10^4$  cfu/g, а број *E. coli* мањи од  $10^2$  cfu/g, прихватљиви су резултати према којима је у две од пет испитиваних јединица број сулфиторедукујућих клостридија у оквиру граничних вредности од  $10^2$  до  $10^3$  cfu/g, број аеробних колонија у три од пет испитиваних јединица у оквиру граничних вредности од  $10^4$  до  $10^5$  cfu/g, а број *E. coli* у две од пет испитиваних јединица у оквиру граничних вредности од  $10^2$  до  $10^3$  cfu/g, док су резултати незадовољавајући уколико се и у једном узорку утврде вредности које су веће од горње граничне вредности.

Поред наведених дефинисаних микробиолошких критеријума, могу се вршити и додатна испитивања која обухватају и друге микроорганизме, а за које се постоје научна сазнања и епидемиолошки подаци који би поставили сумњу да тај микроорганизма може негативно утицати на здравље људи.

Табела 11. Препоручени критеријуми Водича за примену микробиолошких критеријума за храну. Остали производи рибарства

Категорија хране	Микроорганизми/њихови токсини, метаболити	План узорковања		Граничне вредности		Референтни метод испитивања	Фаза у којој се критеријум примењује
		n	c	m	M		
Смрзнути производи спремни за кулинарску припрему (филети, панирани производи и сл.)	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 <sup>3</sup> cfu/g	10 <sup>4</sup> cfu/g	EN ISO 16649-1	Крај производног процеса
	Димљене и сушене рибе	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 cfu/g	10 <sup>2</sup> cfu/g	EN ISO 16649-1 или EN ISO 16649-2
	<i>Сулфиторедукујуће клостридије</i>	5	1	10 cfu/g	10 <sup>2</sup> cfu/g	EN ISO 7937	Крај производног процеса
Маринирани производи	<i>Enterobacteriaceae</i>	5	2	10 <sup>2</sup> cfu/g	10 <sup>3</sup> cfu/g	ISO 21528-2	Крај производног процеса
	<i>Сулфиторедукујуће клостридије</i>	5	2	10 <sup>2</sup> cfu/g	10 <sup>3</sup> cfu/g	EN ISO 7937	Крај производног процеса
	<i>Плесни</i>	5	2	10 <sup>4</sup> cfu/g	10 <sup>6</sup> cfu/g	ISO 21527	Крај производног процеса
Хладно димљени вакум паковани производи (димљени лосос, димљена пастрмка, сардела и слично)	<i>Сулфиторедукујуће клостридије</i>	5	2	10 <sup>2</sup> cfu/g	10 <sup>3</sup> cfu/g	EN ISO 7937	Крај производног процеса
	<i>Број аеробних колонија</i>	5	3	10 <sup>4</sup> cfu/g	10 <sup>5</sup> cfu/g	EN ISO 4833	Крај производног процеса
	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 <sup>2</sup> cfu/g	10 <sup>3</sup> cfu/g	EN ISO 16649-2	Крај производног процеса

## **4.2. СЕНЗОРСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ МЕСА РИБЕ**

Специфичности хемијског састава меса риба имају великог утицаја на сензорске карактеристике меса риба.

Шаран, који предствља најзаступљенију рибу у рибњацима и на тржишту Републике Србије, углавном се продаје као свежа риба. Уколико се шарани одмах не продају, потребно их је што пре замрзнути како би се спречили почетни процеси кварења. Приликом оцењивања свежине рибе не сме се занемарити значај органолептичког прегледа. Површина рибе треба да буде сјајна, шкрге треба да су црвене боје, очи бистре, напете и сјајне до равне, а мирис специфичан мирис свеже рибе.

### *4.2.1. Оцена свежине рибе*

Основни технолошки проблем везан за месо рибе је његова лака кварљивост. Краћем времену одрживости меса рибе у поређењу са месом топлокрвних животиња доприноси како специфичан састав меса риба, тако и специфична микрофлора, као и ензими. Тако се у мишићном ткиву свеже охлађене рибе одвијају протеолитичке промене под дејством ензима микроорганизама и аутолитичке промене катализоване ткивним ензимима, долази до прогресивне разградње протеина до пептида, аминокиселина, амонијака, као и других нискомолекуларних супстанци које садрже азот. Поред сензорне оцене, различите хемијске, физичке и микробиолошке методе се користе како би се оценио рок употребе меса риба, што укључује рН вредност, укупан испарљиви азот, оцену текстуре и микробиолошку оцену.

Оцена свежине рибе данас изазива велико интересовање и пажњу научне јавности, произвођача и продаваца рибе, као и потрошача. Добро је познато да је свежина један од најважнијих параметара квалитета меса рибе, било да се оно користи као свеже или као сировина за прерађивачку индустрију. Такође, свежина рибе је најважнија карактеристика за потрошаче пошто је уско повезана са укусом меса. Са друге стране, добро је позната и чињеница да је тешко јасно дефинисати појам свежине рибе и прецизно је измерити због многобројних фактора који утичу на исту. Може се рећи да свежину карактерише велики број параметара повезаних са нутритивним квалитетом, безбедношћу, сензорним особинама, који су углавном под утицајем руковања са рибом, припремом и начином складиштења од тренутка излова до времена кад риба стигне до потрошача, а поред тога утицај имају и фактори спољашње средине.

#### 4.2.2. Квар меса риба

У поређењу са осталим врстама меса, месо рибе је најподложније кварењу. Квар је често субјективна процена, на коју може утицати културни и економски статус, као и оштрина чула потрошача и сама брзина промена. Промена боје, јак непријатан мирис и присуство слузи представљају главне критеријуме за одбацивање меса рибе, али квар меса није увек видљив од стране потрошача.

Физиолошке, хемијске, биохемијске и микробиолошке промене које настају у постморталној фази у мишићима риба доводе до прогресивног губитка карактеристика свежине и самим тим утичу на коначни квалитет меса, као и на промене изгледа које се могу уочити чулима.

Разлози лаке кварљивости меса риба у односу на месо копнених животиња у следећи:

- ◇ мањи садржај везивног ткива,
- ◇ повећана количина воде,
- ◇ повећана рН вредност и
- ◇ специфична микрофлора

Квар може бити:

- ◇ микробиолошки
- ◇ аутолитички – под дејством ензима
- ◇ оксидациони – оксидација масти и њихова разградња на глицерол и више масне киселине.

#### 4.2.3. Фазе квара рибе

**1. фаза** свежа риба, слаткастог, пријатног укуса

**2. фаза** карактеристичан мирис и укус рибе се губе, месо неутралног укуса и мириса, без већих одступања; текстура непромењена

**3. фаза** знакови кварења праћени непријатним мирисом – продукти настали разградњом меса рибе

Интензитет мириса зависи од врсте рибе и типа разградње (аеробна, анаеробна)

Непријатни мирис рибе може бити пореклом од испарљивих једињења (триметиламин) настаје бактеријском разградњом триметиламинооксида.

ТМА – карактеристичан, „рибљи“ мирис меса

У почетку 3. фазе мирис и укус – благо киселкасти, мирис зеља, амонијака, развој непријатних мириса на ужеглу и покварену рибу.

#### 4. фаза – покварена риба

#### 4.2.4. Специфичности сензорских особина свеже рибе и рибе непожељне за исхрану

##### Свежа риба:

Свежу рибу одликује карактеристичан мирис на рибу, који је слаб и непродоран, површина коже је сјајна и светле боје, а код врста које имају крљушти, оне се тешко одвајају. На очима се запажа изражен тургор и јасна и бистра рожњача. Шкрге одликује јасна црвена боја, мишићи су чврсти, еластични, чврсто приањају уз кости и не распадају се. Када се свежа риба урони у воду потоне.

Физиолошке, хемијске, биохемијске и микробиолошке промене које настају у постморталној фази у мишићима риба доводе до прогресивног губитка карактеристика свежине и самим тим утичу на коначни квалитет меса, као и на промене изгледа које се могу уочити чулима.

##### Органолептичке промене код квара рибе:

Рибу која је непожељна за исхрану карактерише непријатан, отужан мирис, кожа без сјаја, која је уз то покривена и беличастом скрамом и лако одвајање крљушти, упале очи са мутном рожњачом. Приликом подизања шкржног поклопца, карактеристичан је непријатан мирис, док су саме шкрге бледе и прекривене скрамом. Уочава се губитак еластичности мишића, што се огледа у чињеници да уколико се притисну на месту притиска остаје удубљење. Када се оваква риба урони у воду остаће на површини окренута бочним или трбушним делом на горе због присуства гасова који настају деловањем микроорганизама. Сама разградња рибе почиње из два правца и то са једне стране од шкрга ка трбушној дупљи, а с друге од цревног тракта ка мишићима, при чему ензими мишића риба, разграђују масти и беланчевине непосредно након угинућа, при чему се најпре појављују органолептичке промене: мртвачка укоченост, попуштање мртвачке укочености и промена конзистенције мишића и општег изгледа рибе. Током складиштења долази до опадања чврстине меса рибе, филети почињу да буду мекши. Са дужином складиштења повећавају се и постојеће грудвице крви на површини рибе, а долази и до опадања апсолутне вредности адхезивности, као што је и случај када је у питању и еластичност меса и квалитет



жвакљивости, тј. могућности да се залогај сажваће, који опада са дужином времена складиштења, што значи да месо губи на еластичности и жвакљивости због процеса труљења. Током времена складиштења долази и до промена у текстури, која је важан индикатор квалитета за филете рибе и превише меки филети рибе представљају проблем у индустрији прераде рибе. Филети појединих слатководних риба постају меки и долази до њиховог кварења када се дуже времена чувају на леду због процеса аутолизе и микробиолошких процеса. Механизми развоја меке текстуре нису у потпуности разјашњени, али неки аутори су потврдили значајну улогу ендогених протеолитичких ензима током овог процеса, док поједини истраживачи сматрају да долази до слабљења 3-диска миофибрила, што је проузроковано деградацијом везивног ткива или да слабљење веза миозин-актин води ка мекоћи или повећаној сочности мишића риба током складиштења на леду.

#### *4.2.5. Методе за утврђивање степена свежине рибе*

Свежина је једна од најважнијих карактеристика којом се мери квалитет рибе. Треба имати на уму да је свежина рибе уско повезана са њеном здравственом исправношћу. Стога, посебну пажњу треба посветити законским прописима и деловању ветеринарских инспекторских служби.

Различите методе се користе за оцену свежине рибе (микробиолошке, сензорне, хемијске, електрохемијске).

Од микробиолошких метода, највише се користи утврђивање укупног броја бактерија. Овај поступак се користи као показатељ хигијенског статуса производа, али нам индиректно говори о сензорним особинама рибе, односно о њеној свежини.

Сензорска оцена несумњиво заузима значајно место у утврђивању свежине рибе и у одлуци о њеној употребљивости у исхрани људи. Сензорска анализа за оцену свежине рибе заснива се на адспекцији очију, шкрга, коже и аналног отвора (уколико риба није егзентерирана), палпацији меса и оцени мириса и укуса. За оцену свежине рибе користи се најчешће квантитативна дескриптивна анализа, односно одговарајући бод системи, који укључују бројчану оцену одабраних параметара квалитета, односно оцену: очију (бистрину зенице и облик очију), шкрга (боја, изглед слузи, мирис), коже (боја, изглед слузи, мирис), мускулатуре (текстура) и абдомена (изглед крви и мирис).

Из сензорне оцене је развијена и метода индекса квалитета (QIM). Када се користи овај метод, прецизно, објективно и независно описивање појединих оцена минимализује варијације међу проценитељима.

Хемијски поступци заснивају се на утврђивању укупног азота, амонијака, три-метиламина, формалдехида, водоник сулфида и других једињења која настају у току складиштења рибе. Поред тога, мерење рН, одређивање електричног отпора

мишића, индекс рефракције месног сока, индекс рефракције очне течности и испитивање текстуре су поступци који се такође користе у оцени свежине рибе.

Често се користе и биохемијске методе за одређивање разградње аденозин трифосфата и израчунавање К вредности, одређивање својстава протеина дводимензионалном гел електрофорезом и неких других важних индикатора квара/свежине. У последње време развијене су неинвазивне и брзе технике мерења за оцену свежине рибе током складиштења, укључујући и технику компјутерске визуелизације за оцену квалитета рибе, мерење боје и чврстоће, као и коришћење молекуларне спектроскопије за евауацију свежине рибе при чему ова техника има и особину да предвиди хемијски састав меса и коришћење инфрацрвене спектроскопије за утврђивање географског порекла рибе, коришћење спектроскопије за предвиђање сензорне оцене меса, као и коришћење флуоресцентне спектроскопије и средње инфрацрвене спектроскопије у циљу мониторинга свежине рибе.

#### 4.2.6. Рок трајања меса риба

Време одрживости меса рибе је краће у поређењу са месом топлокрвних животиња првенствено због свог карактеристичног хемијског састава (рН вредности рибљег меса је већа од 5,2 и висока активност воде ( $a_w$ ) која је већа од 0,95). Садржај воде у месу риба је релативно висок и износи 60 - 81%.

Када се наведене карактеристике меса риба узму у обзир, свежа риба мора бити складиштена на ниским температурама (-1 до +3°C), али и под тим условима време одрживости рибе је кратко и износи од 3 до 5 дана. Код масних риба је време одрживости ограничено захваљујући хемијским променама које се одвијају у мастима, при чему оксидација масти може да доведе до стварања карциногених и мутагених супстанци као што су алдехиди, алкокси, ендопероксиди, епоксиди масних киселина, хидропероксиди, хидроперокси радикали и холестерол.

Краћем времену одрживости меса рибе у поређењу са месом топлокрвних животиња доприноси и специфична микрофлора, као и ензими, па се тако у мишићном ткиву свеже охлађене рибе одвијају протеолитичке промене под дејством ензима микроорганизама и аутолитичке промене катализоване ткивним ензимима, долази до прогресивног разграђивања протеина до пептида, аминокиселина, амонијака, као и других нискомолекуларних супстанци које садрже азот.

#### Утицај складиштења на ниво бактеријске контаминације

Иницијални ниво микроорганизама који је присутан на риби одмах након еутаназije расте током складиштења.

#### Пример:

Број аеробних мезофилних бактерија код шарана након еутаназije је у распону од 100 до 1960 cfu/g.

После складиштења 48 часова на температури складиштења од +4°C расте до вредности од 100 до 3700 cfu/g.

Број ентеробактерија се након еутаназације кретао од 10 до 100 cfu/g.

Након складиштења 48 часова на температури складиштења од +4°C расте до вредности од 10 до 1020 cfu/g.

#### *4.2.7. Методе које успоравају процесе кварања рибе*

Веома је важно познавати промене квалитета меса риба због релативно брзог настанка квара истог који је последица биохемијских и микробиолошких механизма разградње.

Да би се продужио рок трајања и очувала свежина рибе користе се различите технике које спречавају раст бактерија и аутолитичке ензимске процесе. Најчешће се примењују: сушемње, димљење рибе, маринирање, хлађење и замрзавање.

Начин паковања је један од начина којим може да се утиче на брзину микробиолошког и хемијског квара меса рибе и у свету је све заступљеније паковање свеже рибе у вакум или модификовану атмосферу, при чему се користе смеше гасова и то најчешће оне које се састоје од угљен-диоксида, азота и кисеоника, у различитим концентрацијама.

### **4.3. ХЕМИЈСКИ КВАЛИТЕТ МЕСА РИБА**

Рибље месо има врло високу хранљиву вредност, што се огледа у повољном садржају и односу беланчевина, масти, угљених хидрата, минералних материја и витамина.

У односу на месо топлокрвних животиња, месо рибе има мањи садржај везивног ткива и вишу рН вредност, високу активност воде као и већу количину воде. Може се рећи да је састав мишића риба веома једноставан у поређењу са месом топлокрвних животиња.

Мишићи риба се састоје од великог обично белог или беличастог латералног мишића који се налази са обе стране тела. Изузетак су салмониде код којих су ови мишићи црвени захваљујући декомпозицији каротеноида.

Код риба се у основи могу разликовати два облика мишићног ткива: анаеробно бело мишићно ткиво и аеробно црвено мишићно ткиво, при чему мишићно ткиво представља око 60% тела рибе. Оба наведена типа мишићног ткива могу се разликовати по хемијском саставу, физиолошком значају и нутритивној вредности. Већина рибљих врста има више светлих него тамних мишића. Мишићи риба се разликују од мишића топлокрвних животиња и по томе што многе врсте имају стотине ситних костију, због чега је њихово месо често недовољно цењено од стране потрошача, првенствено што то донекле онемогућава њихово филетирање, али је њихово месо углавном укусно.

Месо риба је високосварљиво због мање количине везивних протеина-колагена у односу на месо топлокрвних животиња. Поред тога, оно има нижу енергетску вредност због мањег садржаја сирових масти. Познато је да су масти риба богате есенцијалним масним микселинама које имају благотворно дејство на здравље људи, али висок садржај дуголанчаних масних киселина има за последицу да је време одрживости ограничено захваљујући хемијским променама које се одвијају у мастима, при чему оксидација масти може да доведе до стварања карциногених и мутагених супстанци као што су алдехиди, епоксиди масних киселина, хидропероксиди, хидроперокси радикали и холестерол.

#### 4.3.1. Протеини и аминокиселине у месу риба

Риба је високопротеинска намирница, која због свог састава и доброг аминокиселинског састава протеина (однос есенцијалних и неесенцијалних аминокиселина је уравнотежен) може у потпуности да замени месо топлокрвних животиња у исхрани људи. Месо сисара и риба садржи сличан проценат протеина 14 - 20%.

Протеини рибе су слични протеинима сисара. То су:

- ◇ Протеини миофибрила (актин, миозин, тропомиозин) 65-75% укупних протеина
- ◇ Протеини саркоплазме (миоген и миоалбумин) 20-35% укупних протеина
- ◇ Протеини везивног ткива (колаген) 3-10%; садржај се повећава са старашћу рибе.

Протеини меса риба садрже све есенцијалне аминокиселине и имају високу биолошку вредност, сличну млеку, јајима и протеинима меса топлокрвних животиња. Поред тога, протеини меса риба представљају одличан извор лизина, метионина и цистеина. Састав протеина рибљег меса повољнији је од састава протеина меса других животиња, јер је однос есенцијалних аминокиселина, које су неопходне за оптимално одвијање метаболичких процеса код људи, веома добар. Просечно, месо риба садржи 6,4% метионина, док месо топлокрвних животиња које се најчешће користе у исхрани човека садржи у пресеку 5,7% метионина. Садржај лизина у месу риба је у просеку 19,6%, док је тај проценат код топлокрвних животиња у просеку 19,0%.

#### 4.3.2. Непротеински азотни састојци у месу риба

У непротеинске азотне састојке спадају:

- ◇ Уреа (карбамид)
  - ◇ Креатин
  - ◇ Креатинин
  - ◇ Урин
  - ◇ Слободне аминокиселине
  - ◇ Амини
- Уреа - Разградњом уреје настаје амонијак чија концентрација у месу рибе указује на дужину и начин чувања.

- Слободне аминокиселине – најзначајнији је хистидин од ког настаје хистамин који може бити узрок тровања рибом. Додатни проблем представља чињеница да је хистамин термостабилан, па се не уништава термичком обрадом, конзервисањем нити димљењем рибе.

Количина амина у месу риба расте током неодговарајућег складиштења. Представља меру за оцену свежине меса риба.

- Триметиламин: Тзв. “мирис на рибу” зависи од количине триметиламина. Триметиламин настаје из једињења триметиламинооксида. Загревањем триметиламина настају формалдехид и диметиламин.

### *4.3.3. Масти и масне киселине у месу риба*

Код риба се депои масти налазе равномерно распоређени у мишићима, јетри и интестинуму.

Масти риба су углавном уља, ошто садрже висок проценат незасићених масних киселина. Садржај масти се у месу риба креће од 0.2 - 20%.

Количина масти веома варира између различитих врста риба и према поменутом параметру рибе.

Према садржају масти рибе се могу поделити на:

- ◇ Посне < 5%
- ◇ Полумасне 5 – 10 %
- ◇ Масне > 10 % масти.

Већи проценат масти је углавном карактеристичан за рибе које се гаје у рибњацима.

Поједине врсте риба садрже високонезасићене масне киселине - докозахексаенску киселину (ДХА) која смањује агресивно понашање у стресним ситуацијама. ДХА се налази у масти риба као што су харинга, лосос и скуша. Ове масне киселине имају повољне ефекте на кардиоваскуларни систем код људи. ДХА је саставни део фосфолипида у мозгу. Садржај холестерола у месу риба је низак.

### *4.3.4. Енергетска вредност меса риба*

Месо риба у просеку садржи 2,7% масти, док месо домаћих животиња садржи 16,6% масти. Последично је просечна енергетска вредност меса риба 101,3 ккал/100 грама, а енергетска вредност 100 грама меса копнених животиња је два пута већа – 209 ккал.

Поред тога што месо риба садржи мањи проценат масти у односу на месо копнених животиња, маст риба је далеко богатија и омега 3 полинезасићеним масним киселинама.

#### 4.3.5. Угљени хидрати у месу риба

Када су у питању угљени хидрати, њихов проценат у месу риба је занемарљив. Гликоген се налази у веома малој количини (око 0,3 %).

#### 4.3.6. Витамини у месу риба

Месо риба је богато витаминима, и због тога има значајно место у исхрани људи.

Количина витамина је зависна од врсте и категорије рибе, годишњег доба, делова рибе.

Месо риба је генерално и добар извор витамина Б комплекса (Табела 12), а када су у питању масније рибе и витамина А и Д. Поједине слатководне рибе, као што су шаранске врсте имају високу активност тиаминазе, што доводи до тога да је садржај тиамин (Б1) код ових врста обично низак.

Месо и јетра риба представљају значајне изворе липосолубилних витамина: А и Д. Поред тога, у малим количинама су заступљени витамини Е и К.

Када су у питању хидросолубилни витамин највише има витамина Б1, Б2 и ниацина.

Витамин Ц је заступљен у занемарљивим количинама.

**Табела 12.** Садржај појединих витамина у месу риба и месу топлокрвних животиња

Витамин	Садржај у месу риба	Садржај у месу топлокрвних животиња	Однос (месо риба / месо животиња)
А	263,7 IU/100 g	21,8 IU/100 g	12
Д	44,9 mg /100 g	15,7 mg/100 g	3
Е	1,1 mg /100 g	0,21 mg /100 g	5
Ц	0,8 mg /100 g	0,1 mg /100 g	8
Б12	3,3 µg/100 g	1,1 µg/100 g	3

#### 4.3.7. Минералне материје у месу риба

Садржај минералних материја у великој мери зависи од врсте рибе. Садржај минералних материје је од 1 -1.5% (Табела 13).



Када су минерали у питању, месо рибе је посебно добар извор калцијума и фосфора, а поред тога и гвожђа, бакра и селена, које организму служе као градивни материјал или су заштитне материје.

Месо морских врста одликује висок садржај јода и надмашује све друге изворе овог важног микроелемента. Тако, месо риба у просеку има 100 пута више јода у односу на месо домаћих животиња. За месо риба је карактеристичан висок садржај флуора. У месу слатководних риба је виши садржај магнезијума и фосфора, а у морској риби је виши садржај јода и фосфора. Све наведене минералне материје у месу риба повољно утичу на раст, развој и све виталне функције човека.

**Табела 13.** Садржај појединих минералних материја у месу риба и месу топлокрвних животиња

Минерална материја	Садржај у месу риба	Садржај у месу топлокрвних животиња	Однос (месо риба / месо животиња)
Са	26 mg /100 g	13,8 mg /100 g	2
Р	230,5 mg/100 g	175,6 mg /100 g	1,3
Мg	33 mg/100 g	20,2 mg 100 g	1,6

Хемијски састав меса рибе је под утицајем бројних фактора као што су врста рибе (Табеле 14 и 15), старост, начин исхране, технологија гајења и друго (Табеле 16-18).

**Табела 14.** Хемијски састав меса најзначајнијих врста риба у Србији

Параметар	Шаран	Толстолобик бели	Толстолобик сиви
Садржај влаге (%)	73,16 - 80,36	74,68 - 76,93	74,48 -75,2
Садржај протеина (%)	15,64 - 16,21	18,1 - 18,2	18,03 -18,1
Садржај масти (%)	2,42 - 10,07	3,82 - 6,1	6,29 - 6,3
Садржај пепела (%)	1,02 -1,14	1,15 - 1,21	1,2 -1,22
Укупни холестерол (mg/100 g)	55,81 - 56,38	62,32 - 65,38	65,2 - 65,4

**Табела 15.** Хемијски састав меса најзначајнијих врста риба у Србији

Параметар	Амур	Сом	Смуђ
Садржај влаге (%)	76,17 -78,03	77,74 -78,76	77,89 -79,32
Садржај протеина (%)	14,73 - 15,76	17,34 -18,16	19,26 -19,3
Садржај масти (%)	5,24 - 8,02	2,19 -3,96	0,38 -1,8
Садржај пепела (%)	0,98 - 1,07	0,88 -0,96	1,03 -1,08
Укупни холестерол (mg/100 g)	60,06 -65,29	34,34 33,14	42,34 - 42,91

На хемијски састав меса риба може значајно утицати систем гајења.

Табела 16. Хемијски састав меса шарана гајених у три различита система гајења

Параметар	Систем гајења		
	Екстензивни (природна храна)	Полуинтензивни (мешавина житарица)	Полуинтензивни (комплетна смеша)
Садржај влаге (%)	81,5	76,4	78,5
Садржај протеина (%)	15,5	15,6	17,2
Садржај масти (%)	2,07	6,85	3,19
Садржај пепела (%)	0,96	1,16	1,03
Садржај укупног холестерола (mg/100 g)	37,9	57,8	51,3

Табела 17. Хемијски састав меса конзумног шарана изловљеног из Дунава и различитих система гајења

Параметар	Дунав	Земљани рибњак	Кавезни систем
Садржај влаге	73,6	78,3	70,3
Садржај	16,6	17,3	16,2
Садржај масти	6,9	3,4	9,8
Садржај	0,9	1,04	0,88

Старост такође има утицаја на хемијски састав меса шарана.

Табела 18. Хемијски састав једногодишњег, двогодишњег и трогодишњег шарана

Параметар	Једногодишњи	Двогодишњи	Трогодишњи
Садржај влаге %	77,78	75,01	71,04
Садржај протеина %	16,86	15,59	14,44
Садржај масти %	4,41	6,85	11,73
Пепео %	0,94	0,89	0,84
Садржај укупног холестерола mg/100 g	37,94	57,8	59,75

## 4.4. ХЕМИЈСКЕ АНАЛИЗЕ

Хемијски састав риба одређује се стандардним SRPS ISO методама.

### 4.4.1. Одређивање садржаја воде

Садржај воде се одређује гравиметријски коришћењем стандардне методе (SRPS ISO 1442).

*Принцип методе:*

Измерити масу ( $w_1$ ) узорака на аналитичкој ваги, а затим сушити узорак на  $105^{\circ}\text{C}$  до константне масе и поново измерити масу ( $w_2$ ). Узорци се, по потреби, додатно суше до константне масе. Садржај воде ( $W_c$ ) се одређује као проценат губитка почетне масе узорка током сушења, изражен на масу влажног узорка:

$$W_c = 100 \times \frac{w_1 - w_2}{w_1}$$

### 4.4.2. Одређивање садржаја масти

Садржај укупне масти се одређује гравиметријски, екстракцијом петролетром по Сохлету, након киселе хидролизе узорка коришћењем стандардне методе (SRPS ISO 1443).

Садржај укупних масти се одређује хидролизом хлороводоничном киселином уз загревање. Раствор се затим хлади и филтрира. Остатак се испере и осуши, а затим екстрахује петрол-етром. Растварач се уклони дестилацијом и сушењем.

*Принцип методе:*

Апаратура за екстракцију по Сохлету се састоји из балона, екстрактора и кондензатора. Ставити склопљену апаратуру на водено купатило, а кондензатор спојити са чесмом помоћу гумених црева. Пре склапања, поставити фишек са узорком у екстрактор, а чашу у којој је стајао узорак испрати петролетром који се сипа преко узорка у екстрактор. Петролетар се долива у екстрактор све док преко цеви цела количина из екстрактора не пресифонира у балон. Апаратура се затвара и поставља на водено купатило. Петролетар из балона дестилује, кондензује се у кондензатору и капље преко узорка у екстрактор. Када петролетар у екстрактору потпуно испуни преливну цев, он (с раствореном машћу) аутоматски исцури у балон. Екстракција траје 5-6 сати – док петролетар не пређе 6-10 пута из екстрактора у балон. После времена потребног за потпуну екстракцију, сачекати да већи део петролетра из балона предестилише у екстрактор, затим расклопити апаратуру и остатак петролетра из балона уклонити дестилацијом. Балон сушити у

сушници на 105°C до константне масе, што се после 2 сата сушења прверава на сваких пола сата. Израчунати проценат масти:

$$\% \text{ масти} = \text{маса масти у балону после сушења} / \text{маса узорка} * 100$$

Резултати се изражавају у g/100 g или %.

У савременим апаратурама по Сокслету је могућа истовремена екстракција више узорака.

#### *4.4.3. Одређивање садржаја протеина*

1. Одређивање садржаја протеина методом по Кјелдахлу, а узорак се претходно минерализује коришћењем концентроване H<sub>2</sub>CO<sub>4</sub> уз додатак катализатора (SRPS ISO 937). Стандардна апаратура састоји се од уређаја за минерализацију узорака, уређаја за дестилацију воденом паром и по потреби уређаја за неутрализацију киселих испарења.
2. Одређивање протеина методом по Думасу. Садржај укупних протеина се одређује методом тоталног сагоревања (АОАС Official Method 992.15). Овим начином анализе не користе се агресивне хемикалије, трајање анализе мери се у минутима, а количина узорка је мања од грама. Метода се заснива на сагоревању при високим температурама на којима се ослобађа азот. Измерена количина азота се конвертује у протеин коришћењем одговарајућег фактора (N x 6,25).
3. Метод спектроскопије - FoodScanlab (НИР). Метода се заснива на мерењу апсорпције у блиској инфрацрвеној области, на одређеној таласној дужини.

#### *4.4.4. Одређивање садржаја пепела*

Садржај пепела се одређује сагоревањем на температури од 550 ± 25 °C коришћењем стандардне методе SRPS ISO 936.

#### *4.4.5. Одређивање рН меса рибе*

Одређивање рН вредности меса риба може да се врши помоћу рН метра или помоћу рН индикатора.

Одређивање рН вредности меса риба помоћу рН метра. Постоји више модела покретних или непокретних рН метара.

*Принцип методе:*

Припремити екстракт уситњавањем меса и мешањем са водом. Потопити електроде рН метра у направљени месни екстракт или директно у месо рибе. Очитати рН вредност.

Одређивање рН вредности меса риба помоћу рН индикатора - раствор нитрацингелба.

*Принцип методе:*

Прелити узорак меса рибе раствором нитрацингелба. На основу добијене боје проценити вредност рН.

*Интерпретација резултата:* код меса чији рН прелази 6,0 раствор мења боју од жуте ка плавој, варирајући од маслинасто зелене (рН 6,4) до љубичасто плаве (рН 6,8).

## 4.5. МИКРОБИОЛОШКЕ АНАЛИЗЕ

### 4.5.1. Лабораторијско посуђе, прибор и апарати

Врсте лабораторијског посуђа: пипете, микропипете, мензуре, Петријеве шоље, епрувете, сталци за епрувете, Ерлен мајерове тиквице, бирете, предметна стакла, микробиолошке езе и др.

### 4.5.2. Прање и припрема лабораторијског посуђа за стерилизацију

Када су микробиолошка испитивања у питању сви судови који се користе у анализама морају се пре коришћења опрати и стерилисати. Коришћено посуђе се стерилише у аутоклаву на 120°C, а затим се пере. Неопходно је уклонити остатке подлога пре него што се приступи прању. Судови се потопе у хладну воду и оставе се преко ноћи, а затим се перу хладном и топлим водом. Могу се користити четке и детерџенти.

### 4.5.3. Припрема лабораторијског посуђа за стерилизацију

Сваки комад посуђа се увије у чист бели, танки папир. Мензуре, боце и епрувете се запуше запушачима од вате пре стерилизације. Део пипете који се ставља у уста се такође запуши са мало вате.

У модерним микробиолошким лабораторијама се за испитивање хране углавном користе стандардне методе. Када је испитивање хране животињског

порекла у питању (у које спада и риба) биће описане методе које се најчешће примењују.

#### 4.5.4. Детекција *Listeria monocytogenes*

Детекција *Listeria monocytogenes* се ради проименом стандардне методе ISO 11290-1 (Микробиологија хране и хране за животиње - Хоризонтална метода за откривање и одређивање броја *Listeria monocytogenes* - Део 1).

##### Принцип методе:

Риба се асептично филетира и одвоји се мишићно ткиво. Измери се 25 г узорка и стерилном пинцетом се пребаци у стерилну кесу и налије са 225 mL примарне селективне подлоге полубујон по Фрејзеру. Затим се изврши хомогенизација 1 мин у хомогенизатору. Кесе се ставе у термостат и инкубирају на на 30°C 24±2 h. Затим се из кесе пипетира 0,1 mL и пребаци у секундарну селективну подлогу бујон по Фрејзеру и засеје езом на површину подлога ALOA (Agar *Listeria Ottavani & Agosti*) и PALCAM (*Listeria Identification Agar Base*). Подлоге се инкубирају на 35 или 37°C током 48±2 h. Епрувете са селективним бујоном по Фрејзеру се инкубирају у трајању од 24±2 h на 35 или 37 °C, након чега се езом опет ради засејавање на подлоге ALOA и PALCAM. Засејане подлоге се инкубирају на 35 или 37°C током 48±2 h. Да би се потврдила *Listeria monocytogenes* морају се урадити потврдни тестови.

#### 4.5.5. Детекција *Salmonella* spp.

Детекција *Salmonella* врста се ради применом стандардне методе ISO 6579:1 (Микробиологија хране и хране за животиње – Хоризонтална метода за откривање *Salmonella* spp.).

##### Принцип методе:

Риба се асептично филетира и одвоји се мишићно ткиво. Измери се 25 g узорка и стерилном пинцетом се пребаци у стерилну кесу и налије са 225 mL примарне пуферисане пептонске воде. Затим се изврши хомогенизација 1 мин у хомогенизатору. Кесе се ставе у термостат и инкубирају на на 37 °C 18±2 h. Затим се из кесе пипетира 1 mL и пребаци у епрувету са секундарном селективном подлогом Muller-Kauffmann Tetrathionate-Novobiocin (МКТТ) и 0,1 mL и пребаци се у секундарну селективну подлогу Rappaport-Bassiliadis сојин пептон бујон (РВС). Епрувете са МКТТ се инкубирају на 37°C током 24 h, а епрувете са РВС на 41,5°C 24h. Након инкубације се езом уради засејавање на селективне подлоге ксилозализин-дезоксихолат агар (ХЛД) и салмонела диференцијални агар (СД). Засејане подлоге се инкубирају на 35 или 37°C током 24±2 h. Да би се потврдила *Salmonella* spp. морају се урадити потврдни тестови.

#### 4.5.6. Одређивање броја *Listeria monocytogenes*

Одредивање укупног броја *Listeria monocytogenes* се ради применом стандардне методе ISO 11290-2 (Микробиологија хране и хране за животиње - Микробиологија хране и хране за животиње —Хоризонтална метода за откривање и одређивање броја *Listeria monocytogenes* — Део 2: Метода одређивања броја.)

##### Принцип методе:

Риба се асептично филетира и одвоји се мишићно ткиво. Измери се 10 g узорка и стерилном пинцетом се стави у стерилну кесу и налије са 90 mL пептонског сланог раствора и хомогенизује 1 мин у хомогенизатору. На овај начин се добије основно разређење од којег се даље преношењем 1 mL у следећу епрувету са 9 mL пептонског сланог раствора добију серијска десетострука разређења. Из одговарајућег разређења (на основу очекиваног броја бактерија) се пренесе 1 mL на 3 плоче са подлогом АЛОА. Засејане подлоге се затим инкубирају 48 h на 37 С. Након прегледа плоча и налаза типичних колонија раде се потврдни тестови.

#### 4.5.7. Одређивање укупног броја аеробних мезофилних бактерија

Одредивање укупног броја аеробних мезофилних бактерија (УББ) се ради према стандардној методи ISO 4833-1 (Микробиологија хране и хране за животиње - Хоризонтална метода за одредивање броја микроорганизама– Техника бројања колонија на 30°C).

##### Принцип методе:

Риба се асептично филетира и одвоји се мишићно ткиво. Измери се 10 g узорка и стерилном пинцетом се стави у стерилну кесу. Затим се налије 90 mL пептонског сланог раствора и све се хомогенизује 1 мин у хомогенизатору. Овако се добија основно разређење од којег се припремају серијска десетострука разређења. Из одабраног разређења у зависности од броја бактерија који очекујемо се пипетира 1 mL и пренеси у стерилне Петри плоче које се потом налију са 12 - 15 mL ПСА (Plate Count Agar). Плоче се стављају у инкубатор и инкубрају 72 сата на температури од 30°C, након чега се броје колоније на плочама на којима је израсло између 15 и 300 колонија.

#### 4.5.8. Одређивање броја *Escherichia coli*

Одредивање броја *Escherichia coli* се ради применом стандардне методе ИСО 16649-2 (Микробиологија хране и хране за животиње - Хоризонтална метода за одређивање броја β-глукуронидаза позитивне *Escherichia coli* - Део 2: Техника бројања колонија на 44°C помоћу 5-бромо-4-хлоро-3-индолил β-глукуронида).



*Принцип методе:*

Риба се асептично филетира и одвоји се месо, а затим се одмери 10 г узорка. Одмерена количина узорка се стерилном пинцетом пребаци у стерилну кесу и налије са 90 mL пептонског сланог раствора и хомогенизује 1 мин у хомогенизатору. На овај начин се припрема основно разблажење од којег се пребацивањем 1 mL у епрувете са 9 mL пептинског сланог раствора добија серија десетоструких разблажења. Из одговарајућих разблажења (на основу очекиваног броја бактерија) се пренесе 1 mL у серилне Петри плоче и налије се са 12 - 15 mL триптон-жучног глукуронида (ТВН agar; Tryptone Bile Glucuronic Agar). Засејане плоче се ставе у термостат и инкубирају 24 h на температури од 44°C. Карактеристичне колоније се броје на плочама на којима је израсло 15 до 300 колонија.

**4.5.9. Одређивање броја сулфиторедукујућих клостридија**

Одредивање броја сулфиторедукујућих клостридија се ради применом стандардне методе ISO 15213 (Микробиологија хране и хране за животиње - Хоризонтална метода за одређивање броја сулфиторедукујућих бактерија које расту под анаеробним условима).

*Принцип методе:*

Риба се асептично филетира и одвоји се мишићно ткиво. Одмери се 10 g узорка и стерилном пинцетом се пребаци у кесу и налије са 90 mL пептонског сланог раствора и хомогенизује 1 мин у хомогенизатору. На овај начин се добија основно разређење из којег се пребацивањем 1 mL у епрувете са по 9 mL пептонског сланог раствора добије серија десетоструких разређења. Из одговарајућих разређења (изабраних на основу очекиваног броја бактерија) се пренесе по 1 mL у епрувете са подлогом гвожђе сулфит агара. Епрувете се држе у воденом купатили на 44°C до 47°C и пажљиво се промеша подлога да се не створе мехурићи и остави се да се подлога стегне и онда се налије још 2 до 3 mL исте подлоге у сваку епрувету.

**4.5.10. Утврђивање присуства резидуа антимикробних средстава**

Постоје различите методе за детекцију или квантификацију нивоа резидуа антимикробних средстава. Скрининг методе су генерално засноване на принципу доказивања или мерења инхибиторног дејства антибиотика на раст и/или размножавање бактерија које се користе за испитивање (диск дифузиони микробиолошки инхибиторни тестови).

*Принцип методе:*

Узорак за испитивање може бити месо (мишић), јетра или бубрег.

Поступак: Припреми се хомогенат узорка ткива за које се сумња да садржи антимикробно средство мешањем 1 g ситно исецканог ткива са 2 mL физиолошког

раствора. На обележено место („базенчић“) микробиолошке подлоге (хранљива подлога/агар засејана са одређеном културом стандардних антимикубно осетљивих бактерија (нпр. *Bacillus subtilis*, *Kocuria rhizophila*)), спустити хомогенат ткива. Оставити подлогу са хомогенатом узорка на 4 °C током 2 h да се изврши предифузија па је инкубирати на 37°C током 16–18 h. Измерити дијаметар зоне инхибиције бактеријског раста око тестираног узорка.

Интерпретација – тумачење резултата: што је већа зона инхибиције, већа је количина антимикубног средства у тестираном узроку (зоне инхибиције  $\geq 4$  mm се сматрају позитивним).

#### 4.6. СЕНЗОРНА АНАЛИЗА

Сензорна анализа меса риба се обавља од стране обучених оцењивача (сензорни панел).

За оцењивање се може користити бод систем аналитичких дескриптивних тестова са различитим скалама.

Пример: коришћење скале са бодовним системом 0-5, где је најнижа оцена – 0, а највиша 5: типична сензорска својсва, оптимална боја, оптималан сензорски квалитет производа.

Сензорна анализа обухвата оцену: спољашњи изглед, конзистенцију, боја, мирис и укус. Евауација се врши за сваки параметар посебно (Табеле 19-24).

Из сензорне оцене је развијена и метода индекса квалитета (QIM).

Када се користи овај метод, прецизно, објективно и независно описивање појединих оцена минимализује варијације међу проценитељима.

Табела 19. Дескриптивна сензорна анализа за оцену риба

Параметар	Свежа риба	Одстојала риба	Риба угрожена од кварења	Покварена риба
<b>Мирис</b>	на свежу рибу	Благо оштар	Оштар до непријатан	Непријатан на трулеж
<b>Очи</b>	Бистре и конвексне	Благо магличасте	Магличасте и мутне	Мутне и потпуно упале
<b>Шкрге</b>	Влажне, јасне, црвене	Блеђе и слузаве	Слузаве са крвавим мрљама	Сивкастосмеђе, лепљиво-слузаве
<b>Кожа</b>	Неоштећена, напета, сјајна, приликом хватања риба измиче под прстима	Неоштећена, понека крљушт отпада, слабијег сјаја	Оштећена, крљушти отпадају, без сјаја, слузава, лепљива	Распада се, крљушти отпале, густа и лепљива слуз
<b>Месо</b>	Чврсто-еластично, удубљење под прстима одмах нестаје	Чврстина попустила, удубљење под прстима нестаје, али спорије	Млохаво, удубљење под прстима обично не нестаје, ноја ружичаста	Изразито мекано и гњецаво, боја смеђа
<b>Анус</b>	Стиснут, затворен	Затворен	Отворен, под пристиском излази течност	Отворен и испупчен, зеленкастосмеђе боје

Табела 20. Сензорна анализа рибе. Quality Index Method - QIM test

Параметар квалитета	Показатељ	Резултат
Изглед	Кожа	Светла, сјајна = 0 Светла = 1 Без сјаја = 2
	Кржаве мрље на шкргама	Без мрља = 0 Мале, 10-30% = 1 Велике, 30-50% = 2 Веома велике, 50-100% = 3
	Укоченост	Укочена, ригор мортис 0 Еластична = 1 Тврда = 2 Мекана = 3
	Трбух	Тврд = 0 Мекан = 1 Надуг = 2
	Мирис	Свеж, на рибу = 0 Неутралан = 1 Устајао, кисело = 2 Покварено месо, ужегао = 3

Табела 21. Квантитативни дескриптивни сензорски тест са одговарајућим бод системом

Параметар квалитета	Показатељ	Резултат
Очи	Бистроћа	Бистре = 0 Мутне = 1
	Облик	Нормалан = 0 Раван = 1 Улегнут, конкаван = 2
Шкрге	Боја	Карактеристична, црвена = 0 Бледе, безбојне = 1
	Мирис	Свеж, на воду = 0 Неутралан = 1 Слаткаст, благо ужегао = 2 Киселкаст, смрдљив, ужегао = 3
Број бодова	(min 0 – max 20)	

Карактеристичне сензорске промене у риби после излова се значајно разликују у зависности од врсте рибе и начина чувања.

Табела 22. Сензорске промене рибе и опште оцене - изглед

Параметар	Оцена			
	3	2	1	0
<b>Изглед</b>				
<b>Кожа</b>	Светла, без дисколорација, воденаста, прозирна слуз	Светла пигментација, али није сјајна, незнатно слузава	Пигментација бледи, без сјаја, млечна слуз	Без сјаја, мутна слуз
<b>Очи</b>	Конвексне, рожњача прозирна, зеница црна и блистава	Рожњача магличаста, зеница црна, без сјаја	Равне, рожњача замућена, зеница мутна	Конкавне, рожњача млечне боје, зеница сива
<b>Шкрге</b>	Светле боје, без слузи	Боја се лагано губи, примећује се мало прозирне слузи	Обезбојене, мутна слуз	Жућкасте, слуз млечне боје
<b>Трбушни мишићи</b>	Плавкасто месо, светло, прозирно, глатко, боја се не мења	Баржунасто, воштано, без сјаја, боја се почиње мењати	Замућено	Мутно
<b>Боја уз кичму</b>	Безбојна	Светло ружичаста	Ружичаста	Црвена
<b>Органи</b>	Светло црвени, крв у аорти светло црвена	Црвени, без сјаја, крв постаје обезбојена	Бледо црвени	Смеђи

Табела 23. Сензорске промене рибе и опште оцене - кондиција

Параметар	Оцена			
	3	2	1	0
<b>Кондиција</b>				
<b>Месо</b>	Чврсто и еластично, глатке површине	Мање еластично	Слабо мекано, мање еластично, воштано (баршунасто), површина без сјаја	Мекано, лагано се одваја од коже, површина мало наборана, растресито
<b>Кичма</b>	Укочена	Приања	Слабо приања	Укоченост попустила
<b>Перитонеум</b>	Приања уз месо	Приања	Слабо приања	Не приања

Табела 24. Сензорске промене рибе и опште оцене - мирис

Параметар	Оцена			
	3	2	1	0
<b>Мирис</b>				
<b>Шкрге, кожа, грбушна шупљина</b>	На средину у којој риба живи - својствен	Својствен	Благо кисели	Кисели

#### 4.6.1. Одређивање страних мириса у месу риба

Присуство страних мириса у месу риба може да се одреди директним мирисањем или применом пробе кувања и печења.

*Принцип методе:*

Током кувања или печења меса риба повремено мирисати испарљиве материје. Могуће је и трљати комадиће меса рибе између прстију да се интензивније осети мирис.

*Интерпретација резултата:* Субјективна процена на основу мириса.

## 5. МЕТОДЕ ЗА УТВРЂИВАЊЕ СВЕЖИНЕ И КВАРА РИБЕ

За утврђивање свежине и квара рибе могу се користити и хемијске и биохемијске методе и нове неинвазивне технике:

**Хемијске методе:**

- ◇ утврђивање укупног азота,
- ◇ амонијака,
- ◇ триметиламина,
- ◇ формалдехида, водоник сулфида и других једињења која настају у току складиштења рибе.
- ◇ мерење рН,
- ◇ одређивање електричног отпора мишића,
- ◇ индекс рефракције месног сока,

- ◇ индекс рефракције очне течности и испитивање текстуре

### **Биохемијске методе**

- ◇ одређивање разградње аденозин трифосфата,
- ◇ израчунавање K вредности,
- ◇ одређивање својстава протеина дводимензионалном гел електрофорезом

### **Нове, неинвазивне брзе технике за мониторинг свежине рибе:**

- ◇ техника компјутерске визуелизације за оцену квалитета рибе,
- ◇ мерење боје и чврстоће,
- ◇ молекуларна спектроскопија за евалуацију свежине рибе при чему ова техника има и особину да предвиди хемијски састав меса и
- ◇ коришћење инфрацрвене спектроскопије за утврђивање географског порекла рибе,
- ◇ коришћење спектроскопије за предвиђање сензорне оцене меса,
- ◇ коришћење флуоресцентне спектроскопије и
- ◇ коришћење средње инфрацрвене спектроскопије.



## 6. ОДАБРАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Anyadike C, Mbajiorgu C, Ajah G. Review of Aquacultural Production System Models. *Ni J Techn*, 2016; 35:448-57.
2. Bogut I, Horvat L, Adamek Z, Katavić I. *Ribogojstvo*. Poljoprivredni fakultet Osijek: Grafotisak, Grude; 2006.
3. Bunjevac I. *Pastrmsko ribarstvo*. Partenon, Beograd, 2012.
4. Ćirković M, Ljubojević D, Novakov N, Đorđević V. *Gajenje i kvalitet mesa šaranskih riba*. Naučni institut za veterinarstvo Novi Sad: HL Print; 2015.
5. Ćirković M, Trbović D, Ljubojević D. Meat quality of fish farmed in polyculture in carp ponds in Republic of Serbia. *Tehnologija mesa*, 2011; 52:106-21.
6. FAO. The state of world fisheries and aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Food and Agriculture Organization of the UN, 2018.
7. Fornshell G. Rainbow Trout - Challenges and Solutions, *Reviews in Fisheries Science*, 2002; 10(3-4):545-57.
8. Hecht T. A review of on-farm feed management practices for North African catfish (*Clarias gariepinus*) in sub-Saharan Africa. In M.R. Hasan and M.B. New, eds. *On-farm feeding and feed management in aquaculture*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 583. Rome, FAO, 2013.
9. Horvath L, Tamas G, Aegreve C. *Carp and pond fish culture*, Second Edition, Balwell Publication. 2002.
10. Litvak M. The sturgeons (Family: Acipenseridae). *Finfish Aquaculture Diversification*, 2010; 178-99. 10.1079/9781845934941.0178.
11. Ljubojević D, Babić J, Vidaković S, Ćirković M. The microbiological safety of fish meat. *Ecologica*, 2017; 24(87):598-602.
12. Ljubojević D, Ćirković M, Đorđević V, et al. Hemijski sastav, sadržaj holesterola i sastav masnih kiselina šarana (*Cyprinus carpio*) iz slobodnog izlova, poluintenzivnog i kaveznog sistema gajenja. *Tehnologija mesa*, 2013; 54(1):48-56.
13. Ljubojević D, Ćirković M, Novakov N, et al. Productivity and meat nutrient in fish: the diet effect. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 2013; 19(1):43-9.
14. Ljubojević D, Trbović D, Lujčić J, et al. Fatty acid composition of fishes from inland waters. *Bulg J Agric Sci*, 2013; Supplement 1:62-71.
15. Marković Z, Mitrović-Tutundžić V. *Gajenje riba*. Zadužbina Andrejević, Beograd, 2003.
16. Molnár T, Szabó A, Szabó G, Szabó C, Hancz C. Effect of different dietary fat content and fat type on the growth and body composition of intensively reared pikeperch *Sander lucioperca* (L.). *Aquac Nutr*, 2006; 12:173-82.
17. Novakov N, Radosavljević V, Ćirković M. *Bolesti slatkovodnih riba*. Poljoprivredni fakultet Novi Sad: Štamparija Futura; 2015.
18. Plac M. *Uzgajanje evropske jegulje (Anguilla anguilla) u recirkulacionom sistemu*. Magistarska teza, Univerzitet u Novom Sadu, 2013.
19. Plavša N, Stanačev V, Milošević N, et al. Effect of fresh pilchards on production performance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) nutrition; *J Anim Plant Sci*, 2012; 22(4):915-8.
20. Taljić I, Smajić A, Dekker M. Razvoj senzora za određivanje kvaliteta sveže ribe. *Tehnologija mesa*, 2005; 46(5-6): 311-7.

**ПРИЛОГ**

**ЕВИДЕНЦИЈА О ПРИСУТНОСТИ И АКТИВНОСТИ НА ВЕЖБАМА**

РЕДНИ БРОЈ	ВЕЖБА	ОБЕРА	АКТИВНОСТ	ЕСПБ БОДОВИ
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				

13.				
14.				
15.				
УКУПНО				