

**LIETUVOS SVEIKATOS MOKSLŲ UNIVERSITETAS
VETERINARIJOS AKADEMIJA**

Veterinarijos fakultetas

Evaldas Burba

Afrikinių ir Tailando šamų hibridų (*Clarias gariepinus* x *Clarias batrachus*) auginimo URS galimybių tyrimas bei maistinės vertės nustatymas

A Study of possibility of farming hybrids of African and walking catfish (*Clarias gariepinus* x *Clarias batrachus*) in RAS and determination of their nutritional value

Maisto saugos nuolatinių studijų

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

Darbo vadovas: lekt. Mindaugas Paleckaitis

KAUNAS, 2023

**DARBAS ATLIKTAS GYVŪNŲ AUGINIMO TECHNOLOGIJŲ INSTITUTE
PATVIRTINIMAS APIE ATLIKTO DARBO SAVARANKIŠKUMĄ**

Patvirtinu, kad įteikiamas magistro baigiamasis darbas „Afrikinių ir Tailando šamų hibridų (*Clarias gariepinus x Clarias batrachus*) auginimo URS galimybių tyrimas bei maistinės vertės nustatymas“.

1. Yra atliktas mano paties.
2. Nebuvo naudotas kitame universitete Lietuvoje ir užsienyje.
3. Nenaudojau šaltinių, kurie nėra nurodyti darbe, ir pateikiu visą panaudotos literatūros sąrašą.

(data)

(autoriaus vardas, pavardė)

(parašas)

**PATVIRTINIMAS APIE ATSAKOMYBĘ UŽ LIETUVIŲ KALBOS TAISYKLINGUMĄ
ATLIKTAME DARBE**

Patvirtinu, kad darbo lietuvių kalba taisyklinga.

(data)

(redaktoriaus vardas, pavardė)

(parašas)

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO VADOVO IŠVADA DĖL DARBO GYNIMO

(data)

*(darbo vadovo pareigos, mokslinis
laipsnis, vardas, pavardė)*

(parašas)

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS APROBUOTAS KATEDROJE (INSTITUTE)

(aprobacijos data)

*(katedros (instituto) vedėjo (-os)
pareigos, mokslinis laipsnis vardas,
pavardė)*

(parašas)

Magistro baigiamojo darbo recenzentas

(pareigos, mokslinis laipsnis, vardas, pavardė)

(parašas)

Magistro baigiamųjų darbų gynimo komisijos įvertinimas:

(data)

(gynimo komisijos sekretorės (-riaus) vardas, pavardė)

(parašas)

TURINYS

SANTRUMPOS	5
SANTRAUKA	6
SUMMARY	7
ĮVADAS	8
1. LITERATŪROS APŽVALGA	10
1.1. Žuvų mėsos sudėtis ir nauda žmogaus organizmui	10
1.2. Žuvų hibridizacija	12
1.3. Žuvų auginimas uždaroiose recirkuliacinėse sistemose	14
1.4. <i>Clarias</i> genties žuvis	16
1.4.1. Afrikiniai šamai	17
1.4.2. Tailando šamai	19
2. TYRIMO METODAI IR MEDŽIAGA	21
3. TYRIMO REZULTATAI	24
3.1. Vandens kokybiniai parametrai	24
3.2. Šamų anatominių kūno dalių išsivystymas	25
3.3. Šamų atskirų kūno dalių svorio ir eksterjero indeksai	26
3.4. Šamų įmitimo koeficientas	27
3.5. Šamų mėsos spalvingumas	27
3.6. Šamų mėsos fizinės savybės	28
3.7. Šamų mėsos cheminės savybės	29
4. REZULTATŲ APTARIMAS	31
IŠVADOS	34
REKOMENDACIJOS	35
LITERATŪROS SĄRAŠAS	36

SANTRUMPOS

PRR – polinesočiosios riebalų rūgštys

MNRR – mononesočiosios riebalų rūgštys

URS – uždaroji recirkuliacinė sistema

SANTRAUKA

Afrikinių ir Tailando šamų hibridų (*Clarias gariepinus* x *Clarias batrachus*) auginimo URS galimybių tyrimas bei maistinės vertės nustatymas

Evaldas Burba

Magistro baigiamasis darbas

Magistro baigiamasis darbas buvo rašytas norint ištirti Afrikinių ir Tailando šamų hibridų (*Clarias gariepinus* x *Clarias batrachus*), užaugintų URS, augimo duomenis bei mėsos kokybę.

Bandymui buvo sudarytos tiriamoji (šamų hibridai) ir kontrolinė (Afrikiniai šamai) grupės. Įvertinta URS vandens kokybiniai rodikliai, kontrolinės ir tiriamosios grupių žuvų anatominių kūno dalių išsivystymas, svorio ir eksterjero indeksai, Fultono koeficientas, žuvienos spalvos rodikliai, fizinės ir cheminės mėsos savybės.

Remiantis žuvų anatominių kūno dalių matavimo rodikliais bei apskaičiuotais svorio ir eksterjero indeksais, vertingesne nustatyta kontrolinės grupės žuvų mėsa, filė išėigos iš šios grupės žuvų buvo gautos didesnės.

Įmitimo koeficientas buvo 28,10 proc. didesnis kontrolinėje grupėje.

Atsižvelgiant į šamų mėsos spalvos nustatymo tyrimo duomenis, nebuvo nustatyta grupė, kurios spalva yra geresnė. Kontrolinės grupės žuvų mėsa buvo 9,44 proc. ryškesnė, tačiau tiriamosios grupės ištirta mėsa buvo 10,72 proc. raudonesnė.

Kontrolinės grupės žuvų mėsa turėjo 3,51 proc. didesnę vandens rišlumą, tačiau joje nustatyti 13,52 proc. didesni virimo nuostoliai ir ji buvo 32,27 proc. vandeningesnė. Remiantis šamų mėsos fizinių savybių tyrimais, nebuvo nustatyta kulinariškai geresnė grupė.

Pagal atliktus žuvų mėsos cheminių savybių tyrimų rezultatus nustatyta, jog vertingesnė buvo šamų hibridų mėsa, kurios sudėtyje rasta 5,02 proc. daugiau sausųjų medžiagų, 5,25 proc. daugiau tarpraumeninių riebalų ir 5,08 proc. daugiau baltymų nei kontrolinės grupės žuvų mėsoje. Pelėnų kiekio skirtumas tarp grupių buvo nežymus.

Tiriamajoje grupėje nustatyta žuvų mėsos pH vertė buvo 4,39 proc. didesnė nei kontrolinės grupės žuvų mėsos pH vertė.

Raktažodžiai: Afrikinis šamas, Tailando šamas, šamų hibridai, URS, mėsos kokybė.

SUMMARY

A Study of possibility of farming hybrids of African and walking catfish (*Clarias gariepinus* x *Clarias batrachus*) in RAS and determination of their nutritional value

Evaldas Burba

Master's Thesis

Master's thesis was written in order to examine growth data and meat quality of hybrids of African and walking catfish (*Clarias gariepinus* x *Clarias batrachus*) which were grown in RAS.

For the experiment, experimental (catfish hybrids) and control (African catfish) groups were formed. RAS water quality parameters, development of the anatomical parts of the body, weight and exterior indices, Fulton's condition factor, fish meat color indicators, physical and chemical properties of fish meat were evaluated.

Based on the measurements of anatomical body parts of the fish and calculated weight and exterior indices, the fish meat of control group was found to be more valuable as the fillet yields from the fish of this group were bigger.

Fulton's condition factor was calculated to be higher in control group by 28.10 %.

Based on the results of the fish meat color analysis, no group with a better meat color was identified. The color of control group fish meat was 9.44 % brighter, however the color of study group fish meat was 10.72 % higher in redness.

The fish meat of control group had 3.51 % higher water-holding capacity, however it was 32.27 % more watery and had 13.52 % higher cooking losses. Based on the obtained results of the physical properties of the meat, neither group could be evaluated as technologically better.

According to the results of fish chemical properties, the meat of catfish hybrids was more valuable as it contained 5.02 % more dry matter, 5.25 % more intermuscular fat and 5.08 % more protein. The difference in ash content between groups was insignificant.

The pH value of fish meat in study group was 4.39 % higher than that of a control group.

Key words : African catfish, walking catfish, catfish hybrids, RAS, meat quality.

IVADAS

Akvakultūra – tai vandens augalų ir organizmų, tokių kaip: žuvis, moliuskai ir vėžiagyviai, auginimas kontroliuojamomis sąlygomis. Akvakultūra yra svarbi, turinti gilią istoriją ūkio šaka, jos gimtine yra laikoma Kinija, kur prieš 8000 metų vandens tvenkiniuose buvo pradėti auginėti paprastieji karpiai (*Cyprinus carpio*) (1). Pirmoji žinoma knyga, kurioje buvo aprašoma akvakultūra, buvo parašyta autoriaus Fan Li senovės Kinijoje, manoma, kad ji buvo parašyta 475 m. prieš mūsų erą (2).

Akvakultūra yra greičiausiai augantis ūkio sektorius pasaulyje, gerokai viršijantis sausumos gyvulininkystės ir pienininkystės ūkio sektorių augimo tempus. Šiuo metu pasauliniu mastu akvakultūros ūkiuose yra išgaunama daugiau nei pusė visos žuvies ir jūros gėrybių produkcijos. Prognozuojama, kad iki 2030 metų akvakultūros ūkiai sugeneruos iki dviejų trečdalių pasaulinės jūros gėrybių produkcijos (3). Pasaulinė akvakultūros produkcija nuo XXI amžiaus pradžios išaugo daugiau nei dvigubai – nuo 41,7 milijonų tonų 2000 m. iki 87,5 milijonų tonų 2020 m. Nuo 1990 metų iki 2020 metų, vidutinė metinė pasaulinė akvakultūros produkcija išaugo 609 proc., o vidutinis produkcijos augimo tempas siekia 6,7 proc. per metus (4).

Žuvų ir jos produktų paklausa pasauliniu mastu nuolatos auga. Nuolatinis gyventojų populiacijos augimas, sumažėjęs raudonos mėsos vartojimas išsivysčiusiose valstybėse bei didėjančios vidutinės gyventojų pajamos besivystančiose šalyse šią tendenciją turėtų ir toliau palaikyti (5). Vienas iš galimų būdų patenkinti pasaulinę žuvų paklausą – žuvų auginimas uždarosiose recirkuliacinėse sistemose (URS).

Žuvų auginimas uždarosiose recirkuliacinėse sistemose yra pažangus ir ekonomiškai pelningas verslas, URS produkciją galima auginti ištisus metus. Palyginti mažose patalpose įrengtose sistemose galima užauginti didelį kiekį produkcijos – 10 tonų per metus užauginančio Afrikinių šamų ūkio URS įranga gali būti sutalpinta 35-40 m² patalpose, o ūkio, per metus užauginančio 100 tonų Afrikinių šamų, URS įrangai užtenka 350 m² (6).

Uždarosiose recirkuliacinėse sistemose užaugintų žuvų mėsa yra dažnas produktas daugelio žmonių mitybos racione. Žuvis ir jos produktai yra geras maistinių medžiagų, tokių kaip: baltymai ir riebalai, šaltinis. Žuvies ir jos produktų vartojimas yra būtinas tinkamam fiziniam ir protiniam organizmo vystymuisi. Žuvis yra vertinama dėl jos sudėtyje randamų aukštą biologinę vertę turinčių baltymų, polinesočiųjų n-3 riebalų rūgščių, vitaminų ir mineralinių medžiagų (7).

Žuvų hibridai vaidina ypač svarbų vaidmenį akvakultūroje visame pasaulyje. Dėl hibridizacijos gaunamos žuvų produkcijos kiekiai nuolatos auga. Hibridai sudaro beveik 80 proc. visų Tailande užauginamų šamų (8). Afrikinių šamų hibridų kiekis per dešimtmetį Nigerijoje išaugo nuo 390 tonų per metus iki 15234 tonų per metus (9). Nuolatinis akvakultūros augimas ir augantis veisiamų žuvies rūšių skaičius, pavyzdžiui, dryžuotųjų ešerių hibridų JAV, tilapijų hibridų Izraelyje, characidų hibridų

Venesueloje, nulėmė tai, jog žuvų hibridai sudaro labai didelę dalį visos akvakultūros produkcijos daugelyje pasaulio valstybių ir galima nauja rūšių hibridizija šią dalį gali dar padidinti (10). Auginant žuvų hibridus uždariosiose recirkuliacinėse sistemose yra svarbu užtikrinti, jog auginimo sąlygos būtų tinkamos ir užauginta produkcija būtų geros kokybės.

Darbo tikslas: Ištirti Afrikinių ir Tailando šamų hibridų (*Clarias gariepinus* x *Clarias batrachus*), augintų URS, augimo rodiklius bei mėsos kokybę.

Darbo uždaviniai:

1. Nustatyti ir įvertinti vandens kokybinių parametrų įtaką šamų hibridų augimui.
2. Apskaičiuoti ir aptarti šamų hibridų anatominių kūno dalių išsivystymą, jų svorio ir eksterjero indeksus bei įmitimo koeficientą.
3. Nustatyti šamų hibridų mėsos kokybės rodiklius ir palyginti juos su Afrikinių šamų mėsos kokybiniais rodikliais.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. Žuvų mėsos sudėtis ir nauda žmogaus organizmui

Žuvis ir jos produktai yra viena iš maistingiausių ir sveikiausių maisto produktų grupių pasaulyje. Kiekvienas žmogus vidutiniškai suvartoja virš 20 kg žuvies ir jūros produktų per metus. Žuvis ir kiti jūros gyvūnai sudaro apie 17 proc. visų gyvūninės kilmės baltymų pasaulyje ir 3.3 milijardui pasaulio gyventojų yra vienas iš pagrindinių gyvūninės kilmės baltymų šaltinių kasdieninėje mityboje (4). Remiantis Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerijos sveikos ir tvarios mitybos rekomendacijomis, kiekvienas žmogus turėtų vartoti žuvį bent du ar tris kartus per savaitę ir suvartoti ne mažiau kaip 300–450 g žuvies ar jos produktų, iš kurių 200 g būtų riebi žuvis (11). Žuvis ir jų produktai ypač svarbūs vaikų mityboje. Žuvies vartojimas ankstyvoje vaikystėje yra labai svarbus veiksnys tinkamam fiziniam, protiniam ir socialiniam vystymuisi (12).

Lyginant žuvų mėsą su kitų sausumos gyvūnų mėsa, ji yra naudingesnė žmogaus organizmui dėl didelio baltymų, riebalų ir mikroelementų kiekio.

Tam tikros rūšies žuvų ir naminių gyvulių mėsos sudėtis pateikta 1 lentelėje (13).

1 lentelė. Cheminė žuvies ir mėsos sudėtis (13)

Rūšis	Vanduo (proc.)	Sausosios medžiagos (proc.)	Baltymai (proc.)	Riebalai (proc.)	Mineralinės medžiagos (proc.)	Energetinė vertė (MJ/kg)
Karpis	73.22±4.32	26.78±3.45	16.6±3.11	8.97±3.73	6.99±1.00	1.20±0.3
Starkis	77.56±3.93	22.44±2.68	18.78±1.96	2.56±1.25	5.40±0.34	1.10±0.2
Europinė lydeka	71.70±3.74	28.30±1.36	16.80±1.15	10.25±1.82	8.12±0.76	1.25±0.2
Upėtakis	77.03±3.22	22.97±2.15	18.88±1.63	2.94±0.34	3.67±0.19	1.15±0.1
Jautiena	70.55±4.32	29.45±2.31	16.75±1.14	10.35±1.34	2.35±0.25	8.56±0.77
Kiaulien a	53.49±4.54	46.51±2.38	15.85±1.83	27.80±2.46	2.86±0.31	19.32±1.26
Aviena	61.03±3.86	38.97±2.46	17.95±1.36	18.65±2.15	2.37±0.42	14.54±1.38

Žuvis ir jos produktai yra puikus aukštos kokybės baltymų šaltinis. Aukštos kokybės baltymai turi santykinai didelį nepakeičiamųjų amino rūgščių kiekį. Žuvies baltymuose yra randamos visos

nepakeičiamosios amino rūgštys, o ypač daug randama nepakeičiamųjų amino rūgščių lizino ir leucino. Iš pakeičiamųjų amino rūgščių žuvies mėsoje yra ypač daug alanino ir asparto bei glutamo rūgščių (14). Daugumos jūros gėrybių baltymų įsisavinimas žmogaus organizme viršija 90 proc. (15).

Žuvies baltymai yra vertinami dėl jų suteikiamo sotumo jausmo, kuris yra didesnis nei kitų gyvūninės kilmės baltymų, tokių kaip: vištienos ar jautienos (16). Yra žinoma, jog žuvų raumeninis audinys yra geriau virškinamas nei kitų gyvūnų raumeninis audinys dėl mažesnio jungiamojo audinio kiekio (17).

Žuvies baltymai organizme yra naudojami raumeninio audinio sintezei, imuniteto stiprinimui ir kraujo kokybės gerinimui. Baltymų imunoglobulinai gali padėti apsaugoti organizmą nuo bakterinių ir virusinių infekcijų bei padėti palaikyti elektrolitų ir vandens balansą organizme (18).

Žuvis ir jos produktai yra vertinami dėl jų sudėtyje esančių riebalų rūgščių. Riebalų rūgščių kiekis ir santykis žuvienoje skiriasi priklausomai nuo žuvų rūšies, mitybos, vandens temperatūros ir druskingumo bei metų laiko (19). Žuvies lipiduose randamos ilgos grandinės n-3 polinesočiosios riebalų rūgštys (PRR), ypač daug yra eikozapentaeno rūgštis ir dekozaheksaeno rūgštis. PRR yra ypatingos tuo, kad žuvų organizmuose jos randamos skystu pavidalu, laisvai tekančios žuvų kraujagyslėse (20).

Polinesočiosios rūgštys yra laikomos svarbiu žmonių mitybos komponentu, padedančiu palaikyti gerą sveikatą ir padedančiu išvengti tam tikrų ligų (21). Remiantis atliktais tyrimais, PRR vartojimas mažina miokardo infarkto riziką, mažina kraujospūdį ir trigliceridų koncentraciją kraujyje (22, 23). Riebiose žuvyse esančios n-3 riebalų rūgštys yra būtinos vaikų augimui ir gali juos apsaugoti nuo išeminės širdies ligos (24). Dekozaheksaeno rūgštis yra svarbi optimaliam vaikų smegenų ir nervų sistemos vystymuisi, o eikozapentaeno rūgštis gali pagerinti širdies ir kraujagyslių sistemos veiklą (25).

Mononesočiosios riebalų rūgštys (MNRR), randamos žuvų mėsoje, turi teigiamą poveikį žmogaus sveikatai. Šių rūgščių vartojimas sumažina su gyvenimo būdu susijusių ligų, tokių kaip: širdies ir kraujagyslių liga, 2 tipo diabetas, metabolinis sindromas, aterosklerozė, riziką (26). Mononesočiosios riebalų rūgštys didina ląstelių membranų pralaidumą, todėl į organizmą gali lengviau patekti hormonai ir kitos medžiagos (27).

Dideli kiekiai MNRR randami žuvų rūšyse, besimaitinančiose zooplanktonu, pvz., saiose, Amerikiniuose polakuose, silkėse, stintose, šprotuose (28,29).

Pagal lipidų kiekį žuvis ir jų produktai yra skirstomos į liesus (<2 proc.), mažo riebumo (2-4 proc.), vidutinio riebumo (4-8 proc.) ir riebius (>8 proc.) (30).

Žuvies mėsoje yra randama žmogaus organizmui būtinų vitaminų, jų kiekis skiriasi priklausomai nuo žuvų rūšies (31). Žuviena yra geras vitaminų A ir D šaltinis, taip pat galima rasti B grupės vitaminų (32, 33). Dideli kiekiai vitamino A ir D yra kaupiami žuvų kepenyse. Natūraliai

gamtoje nėra randama daug maisto produktų, turinčių daug vitamino D, kuris yra būtinas žmonių vystymuisi, todėl žuvis yra vienas iš pagrindinių šio vitamino šaltinių (34). Vitaminas A reikalingas normaliam organizmo augimui, kaulų ir dantų formavimuisi, taip pat jis apsaugo nuo prasto regėjimo ir padeda gydyti daugelį akių ligų (31).

Žuvis ir jos produktai aprūpina žmogaus organizmą subalansuota ir lengvai prieinama mineralinių medžiagų doze. Žuvis ir žuvų kaulai yra geras kalcio šaltinis, jo įsisavinimas organizme yra panašus kaip į nugriebto pieno (25). Nuo kalcio priklauso kaulų tankis, o kalcio jonai vaidina svarbų vaidmenį daugelyje metabolinių procesų. Mažos žuvys, kurios yra vartojamos su kaulais ir galva, yra puikus daugelio mineralinių medžiagų, tokių kaip: jodas, selenas, cinkas, geležis, fosforas ir kalis, šaltinis (32).

1.2. Žuvų hibridizacija

Hibridizacija yra genetiškai skirtingų individų ar jų grupių susiporavimas ir ji gali apimti kryžminimąsi tarp tos pačios rūšies arba kryžminimąsi tarp atskirų rūšių. Hibridizacija yra plačiai akvakultūroje naudojama veisimo technika, kurios tikslas yra išgauti vandens organizmus su specifiniais pageidaujamais bruožais arba bendru produkcijos pagerėjimu. Paprastai siekiama išgauti palikuonius, kurių kokybiniai bruožai yra geresni nei abiejų grynaveislių rūšių (tiek iš patino, tiek iš patelės pusės) bruožai. Žuvų hibridizacija taip pat gali būti naudojama vienos rūšies žuvų naudingiems bruožams perduoti kitos rūšies individams arba sujungti vertingus dviejų rūšių bruožus į vieną grupę, pvz., geras žuvies augimas ir mėsos kokybė, išlaikant žuvis sterilias (35).

Hibridizacija yra natūraliai žuvų populiacijoje pasireiškiantis reiškinys (36). Pastebėta, kad žuvis yra labiau linkusios į hibridizaciją nei kiti stuburiniai gyvūnai (37). Didelis hibridizacijos dažnis tarp žuvų pastebimas dėl skirtingų veiksnių, tokių kaip: išorinis apvaisinimas, nevienoda dviejų besiporuojančių rūšių gausa, konkurencija dėl neršto buveinės (37, 38). Gamtoje susidaro hibridizacijos zonos – vietos, kuriose genetiškai skirtingos populiacijos ar rūšys susitinka ir neršia hibridus (39).

Hibridizacija yra žinoma kaip efektyvus būdas, pagerinantis tam tikrų žuvies rūšių augimo tempą, dėl hibridizacijos gali būti kontroliuojamas populiacijos žuvų lyties santykis, kūno dydis, temperatūros ir vandens druskingumo tolerancijos bei kitos savybės (40).

Pagreitėjęs augimo tempas yra siekiamiausia savybė akvakultūroje, kuri gali būti pasiekama hibridizacijos būdu. Pagreitėjęs augimo tempas gali atsirasti dėl dominuojančių genų ar padidėjusio polimorfinių lokusų skaičiaus individe (41). Padidėjęs žuvų heterozigotiškumas yra susijęs su

pagreitėjusiu augimu bei kitomis savybėmis, tokiomis kaip: geresnė pašaro konversija ir deguonies įsisavinimas (42,43).

Pagreitėjęs augimo tempas pastebimas daugelyje skirtingų hibridų rūšių. Baltojo ešerio ir dryžuotojo ešerio hibridai pasižymi greitesniu augimu ir kitomis naudingosiomis charakteristikomis (44). Mažuose tvenkiniuose auginamų juodadėmių krepčių ir baltųjų krepčių hibridai, polikultūrinėse sistemose auginamų margųjų plačiakakčių ir baltųjų plačiakakčių hibridai, betoninėse talpyklose laikomų Afrikinių šamų ir Vundu hibridai auga greičiau (teigiama heterozė), nei grynakraujės rūšys (45-48). Ypač didelis augimo intensyvumas pastebėtas raudonojo jūros karšio ir paprastojo dančiaus hibriduose, auginamuose Viduržemio jūros regione (49).

Žuvų hibridizacijos rezultatas – žuvis, kurios dažnai yra nevaisingos arba su sumažėjusiomis reprodukcinėmis savybėmis. Ši savybė yra pageidaujama daugelio augintojų, kadangi dėl jos yra išvengiama nepageidaujamo natūralaus žuvų dauginimosi, taip pat pastebimas padidėjęs žuvų augimo intensyvumas dėl nesunaudojamos energijos dauginimuisi. Ar žuvų hibridai bus nevaisingi, galima išsiaiškinti atlikus kariotipo tyrimus (10). Atlikus šiuos tyrimus, galima matyti organizmo eukariotinės ląstelės branduolyje esančių chromosomų skaičių ir kaip šios chromosomos atrodo po šviesos mikroskopu. Dėmesys dažniausiai atkreipiamas į chromosomų ilgį, centromerų padėtį, skirtumus tarp lyties chromosomų ir kitas savybes (50).

Žuvų hibridizacijos būdu gali būti kontroliuojamas gaunamų hibridų lyties santykis. Žuvų augintojai dažnai teikia pirmenybę vienalytėms žuvų populiacijoms. Ši pirmenybė dažniausiai yra skiriama, kadangi tam tikros rūšies žuvų augimo intensyvumas priklauso nuo jų lyties (pvz., tilapijų patinai užauga greičiau nei patelės, o lašišinių žuvų patelės auga greičiau nei patinai). Specifinės lytinės žuvų chromosomos (XX patelėse ir XY patinuose) gali nulemti produkcijos vertę sukurdamas vienalytes populiacijas, išvengiant nepageidaujamos žuvų reprodukcijos (10).

Pagrindinis hibridizacijos tikslas akvakultūroje yra sujungti pageidaujamas skirtingų rūšių žuvų savybes, taip pagerinant bendrą produkcijos kokybę ir parduodamumą. Geriausias pavyzdys yra Tailande auginami Afrikinių šamų (*Clarias gariepinus*) ir plačiagalvių šamų (*Clarias macrocephalus*) hibridai. Šiems hibridams pasireiškia geras augimo intensyvumas, paveldėtas iš Afrikinių šamų, ir mėsos savybių charakteristika, paveldėta iš plačiagalvių šamų. Tokių žuvų mėsos savybės yra priimtinos Tailando vartotojams, o greitas žuvų auginimas yra pelningas vietiniams augintojams (48).

Hibridizacija gali būti pasiekiamas naujų hibridų atsparumas tam tikroms ligoms, kai yra suporuojama viena ligoms atspari rūšis su kita, tai ligai neatsparia rūšimi. Žinoma, kad sukryžminus Didžiąsias lašišas (*Oncorhynchus kisutch*) su kitos rūšies žuvimis, pvz., vaivorykštiniais upėtakis, gauti hibridai turi padidėjusį atsparumą virusinėms ligoms, būdingomis lašišinėms žuvims (51). Hibridai gali turėti padidėjusią toleranciją tam tikroms aplinkos sąlygoms, kai viena iš tėvinių rūšių

geba prisitaikyti prie skirtingų aplinkos sąlygų (pvz., eurihalinės rūšys) arba turi specifinę toleranciją (šaltį toleruojančios žuvų rūšys) (52).

1.3. Žuvų auginimas uždarosiose recirkuliacinėse sistemose

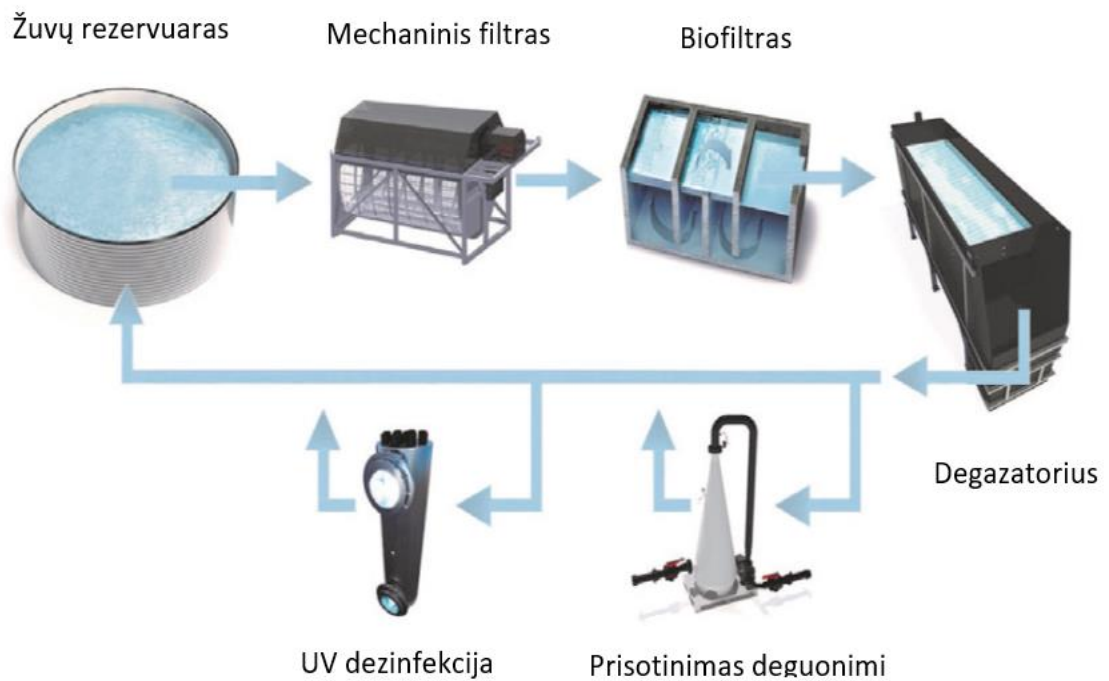
Uždarnosios recirkuliacinės sistemos (URS) – pažangiausia akvakultūros technologija. URS yra šiuolaikinis įrenginių kompleksas, kuriame uždaru ratu cirkuliuoja vanduo ir atitinkamame lygyje pagal pageidavimus palaikomi pagrindiniai jo parametrai (reikiamas deguonies kiekis, pH, temperatūra, mažas organinių priemaišų kiekis). Uždarnosios recirkuliacinės sistemos buvo sukurtos intensyviai žuvų auginimui, kai švaraus vandens prieinamumas yra ribotas – URS sistemose skirtingų komponentų pagalba galima perdirbti iki 99 proc. naudojamo vandens (53).

Žuvų auginimas uždarosiose recirkuliacinėse sistemose yra ganėtinai nauja technologija. Vietoje tradicinio auginimo natūraliomis lauko sąlygomis, šioje sistemoje yra palaikomos optimalios sąlygos, todėl žuvis galima auginti dideliu tankiu (54).

Uždarnosios recirkuliacinės sistemos yra labai svarbi akvakultūros dalis. Mažėjantys vandenynų ir jūrų žuvų ištekliai bei didėjantis gyventojų skaičius pasaulyje (kartu ir poreikis gyvūninės kilmės baltymams) yra didelė problema. Uždarnosios recirkuliacinės sistemos gali tapti pagrindine technologija, kuri padės akvakultūros sektoriui patenkinti pasaulinį žuvų ir jūros gėrybių poreikį per ateinančius dešimtmečius (55).

Yra daugybė skirtingų uždarujų recirkuliacinių sistemų modelių ir dauguma jų veiks efektyviai, jei bus užtikrinti pagrindiniai vandens parametrai. URS sistemos paprastai būna sudarytos iš žuvies rezervuarų, kuriuose yra auginamos žuvis, mechaninių ir biologinių filtrų, kuriuose valomas vanduo, degazavimo prietaiso, vandens šildytuvo ir aeravimo sistemos. Pagal poreikį gali būti naudojami papildomi įrenginiai, pvz., automatinis pH reguliatorius, ultravioletinės šviesos dezinfektorius, denitrifikacijos sistema. Recirkuliacinės sistemos veikimo principas yra gan paprastas: iš žuvies rezervuarų vanduo teka į mechaninį filtrą, toliau – į biologinį filtrą. Išvalytas vanduo yra prisotinamas deguonimi ir iš jo pašalinamas anglies dvideginis ir vanduo yra toliau gražinamas į recirkuliaciją.

Uždarnosios recirkuliacinės sistemos modelis pateiktas 1 pav.



1 pav. Uždarnosios recirkuliacinės sistemos (URS) modelis (6)

Žuvų rezervuarai yra svarbi URS dalis. Žuvų auginimo aplinka turi atitikti žuvų poreikius, atsižvelgiant tiek į rezervuaro vandens kokybę, tiek ir į rezervuaro konstrukciją. Tinkama rezervuaro konstrukcija, dydis ir forma, paviršiaus plotas, vandens gylis, savaiminio išsivalymo galimybės gali turėti didelę įtaką skirtingoms auginamų žuvų rūšims. Rezervuaro vandens išleidimo sistemos turi būti sukonstruotos taip, kad būtų galima optimaliai pašalinti atliekas. Taip pat turi būti lengva surinkti ir pašalinti nugaišusias žuvis. Rezervuarai turėtų būti su įrengtais vandens lygio pavojaus signalais, deguonies detektoriais bei pavojaus signalais ir avariniais deguonies difuzoriais, esant kritiškai padėčiai (6).

Mechaninis filtras uždarnosiose recirkuliacinėse sistemose naudojamas pašalinti organinėms atliekoms. Mechaninis filtras pašalina pašaro likučius, mikrobiologinių ląstelių liekanas, dumblius, žuvų ekskrementus bei kitas vandenyje netirpias liekanas. URS dažniausiai naudojami būgniniai ir juostiniai filtrai su mikrofiltru. Tinkamas filtro veikimas užtikrina, kad URS sistemos vanduo bus švarus, nekenks auginamų žuvų sveikatai ir netrukdytų įprastai žuvių ūkio veiklai (56).

Biofiltrai yra URS dalis, kurioje naudingosios bakterijos suskaido žuvų baltymų apykaitos produktus, daugiausiai amoniako, į mažiau kenksmingus nitritus ir nitratus. Biofiltrai yra sudaryti iš specialaus substrato (pvz., gofruoto plastiko lakšto), ant kurio auga mikroorganizmai, atliekantys biologinį valymą (54). Biofiltruose dažniausiai auginami autotrofiniai (*Thiomicrospira* sp., *Thiothrix* sp., *Rhodobacter* sp., *Hydrogenophaga* sp.) ir heterotrofiniai (*Pseudomonas* sp., *Paracoccus* sp., *Comamonas* sp.) mikroorganizmai (57). Biofiltrais taip pat gali būti dalinai suskaidomos nesuvartotos žuvų pašaro dalelės (54).

Vandens prisotinimas deguonimi yra svarbus procesas, kuriuo užtikrinamas optimalus vandenyje ištirpusio deguonies kiekis ir tinkamas žuvų augimas. Ištirpusio deguonies kiekis šiltavandenėms žuvų rūšims turėtų siekti 5 mg/l, o šaltavandenėms žuvims – 7 mg/l (58). Vanduo uždarsiose recirkuliacinėse sistemose gali būti prisotinamas deguonies aeratoriais, kuriais atmosferos deguonis yra teikiamas į žuvų rezervuarą. Kitas būdas, užtikrinantis optimalų vandenyje ištirpusio deguonies kiekį, yra gryno deguonies tiekimas į sistemą. Grynas deguonis gali būti tiekiamas dujų ir skysčio būsenoje, naudojant deguonies generatorius ir kitas sistemas (59).

Uždarsiose recirkuliacinėse sistemose patogeniniai mikroorganizmai yra naikinami ultravioletinių spindulių lempomis. Ultravioletiniai spinduliai, kurių bangų ilgis yra tarp 200 ir 280 nm, efektyviai sunaikina mikroorganizmus, pažeisdami jų nukleorūgštis. Rekomenduojama ultravioletinės radiacijos dozė, sunaikinanti patogenus, svyruoja nuo 100 mWs cm⁻² bakterijoms ir pelėsiniams grybams, iki 250 mWs cm⁻² virusams. Veiksminga dezinfekcija priklauso nuo radiacijos intensyvumo, laiko, mikroorganizmų dydžio ir tankio. Dezinfekcija gali būti paspartinama ozonu, kuris suskaido mikroorganizmų sankaupas ir taip padidina radiacijos efektyvumą (57).

Auginant žuvis URS, svarbu palaikyti tinkamą vandens temperatūrą. Optimali vandens temperatūra užtikrina optimalų žuvų augimą. Vandens temperatūra uždarsiose recirkuliacinėse sistemose dažniausiai yra reguliuojamos vandens šildytuvais. Kiti temperatūrų reguliavimo būdai: atitinkamos temperatūros palaikymas patalpose (klimato kontrolė), šildymas ar vėsinimas šviežiu tiekiamu vandeniu (60).

URS auginamos žuvis turėtų būti šeriamos kelis kartus per parą. Pašaras yra suvartojamas ir virškinamas žuvų medžiagų apykaitai, suteikdamas energijos ir maitinamųjų medžiagų, reikalingų augimui ir kitiems fiziologiniams procesams. Nesuvirškintas pašaras yra išskiriamas į vandenį kaip išmatos (suspenduoti kietieji kūnai) ir organinės medžiagos. Anglies dvideginis ir amoniakas yra žiaunų išskiriami į vandenį. Tokiu būdu žuvis suvartoja deguonį ir pašarą, dėl to vanduo sistemoje yra užteršiamas išmatomis, anglies dvideguoniu ir amoniaku.

Uždarsiose recirkuliacinėse sistemose yra rekomenduojama naudoti tik sausą pašarą. Žuvų atliekos negali būti naudojamos, nes jos gali užteršti sistemą, dėl to padidėja žuvų užsikrėtimo rizika. Sausas pašaras yra saugus, jis sukurtas taip, kad patenkintų žuvų fiziologinius poreikius. Sausas pašaro granulės gali būti skirtingų dydžių, tinkančių konkrečiai žuvų augimo stadijai (6).

1.4. *Clarias* genties žuvis

Clarias genties šamai yra plačiai paplitusios gėlavandenės žuvis, randamos tropinėje Afrikoje ir Azijoje. *Clarias* genties šamai yra išsivystę plioceno epochoje prieš maždaug 7–10 milijonų metų

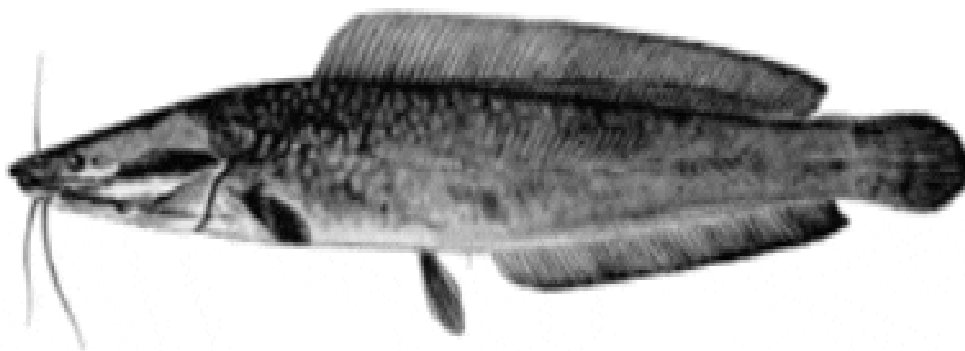
(61). 2022 metais buvo pripažintos 61 rūšys, 35 Afrikoje ir 26 Azijoje, priklausančios *Clarias* genčiai (62). Klarijai pasižymi pailgu kūnu, ilgais nugaros ir analiniais pelekais, keturiomis poromis ūsų, jiems trūksta riebalinio peleko. Sinapomorfinė *Clariidae* šeimos savybė, kuri taip pat randama *Bathyclarias*, *Channallabes*, *Clariallabes*, *Dinotopterus*, *Dolichallabes*, *Encheloclaris*, *Gymnallabes*, *Heterobranchus*, *Horaglanis*, *Platyallabes*, *Platyclaris*, *Uegitglanis* ir *Xenoclaris* gentyse, yra susidaręs ypatingas organas (koraliniai dariniai), kuris veikia kaip plaučiai ir leidžia klarijams kvėpuoti oro deguonimi. Esant žemam vandenyje ištirpusio deguonies kiekiui, šios žuvys geba patenkinti 80–90 proc. savo deguonies poreikio (63). Šis gebėjimas maitintis ir augti, esant mažam deguonies kiekiui, kartu su tokiomis savybėmis kaip: visaėde mityba ir didelis atsparumas stresui, daro *Clarias* genties žuvis populiariomis akvakultūroje.

1.4.1. Afrikiniai šamai

Iš 35 Afrikoje aptinkamų *Clarias* genties žuvų Afrikiniai šamai (*Clarias gariepinus*) yra populiariausia ir labiausiai ištirta šamų rūšis. Dėl didelio augimo intensyvumo ir atsparumo ligoms Afrikiniai šamai yra pamėgti daugelio akvakultūros specialistų visame pasaulyje (64).

Afrikiniai šamai pasižymi pailgu kūnu, didele, kaulėta, iš viršaus suplota galva su mažomis akimis. Žiaunų angos yra plačios, virš žiaunų lankų išsidėstę oro deguonį leidžiantys kvėpuoti organai (koraliniai dariniai). Afrikiniai šamai turi platų, truputėlį atsikišusį viršutinį žandikaulį. Burna didelė ir plati. Nugaros ir analinis pelekais yra ilgi. Kūno spalva gali būti smėlio geltona, pilka, ar turėti alyvinės spalvos atspalvį su tamsiai žaliomis dėmėmis. Galvos apatinė dalis ir pilvas dažniausiai būna baltos spalvos (65).

Afrikinio šamo nuotrauka pateikta 2 pav.



2 pav Afrikinis šamas (66)

Afrikiniai šamai yra gėlavandenės, ekstremalioms aplinkos sąlygoms tolerantiškos žuvys. Dažniausiai maitinasi vandens telkinio dugne, tačiau prireikus gali maitintis ir vandens paviršiuje.

Afrikiniai šamai yra visaėdžiai, kurių mitybos racioną gamtoje sudaro vabzdžiai, krabai, zooplanktonas, kitos žuvis, sraigės, augalai, vaisiai, jauni paukščiai bei pūvanti mėsa.

Šamai gamtoje neršia lietingojo sezono metu (nuo liepos iki gruodžio mėnesio) užtvindytose upių delse. Užaugę šamai vidutiniškai būna 90 cm ilgio, gali užaugti ir iki 150 cm ir 60 kg maksimalaus svorio (67).

Tradicinėje, gaudymu paremtoje akvakultūroje Afrikiniai šamai yra minimi amžiais. Pirmieji bandymai prijaukinti šias žuvis buvo atliekami penktajame XX a. dešimtmetyje, o iki septintojo XX a. vidurio jos jau buvo plačiai naudojamos akvakultūroje. Kadangi natūraliomis sąlygomis akvakultūroje Afrikiniams šamams dauginantis yra sudėtinga, XX a. aštuntajame dešimtmetyje buvo sukurti dirbtinio dauginimo protokolai, pagrįsti hormonine stimuliacija.

Afrikoje *Clarias gariepinus* buvo naudojamos kaip „žuvis – policininkės“ siekiant kontroliuoti tilapijų populiacijas mišrios lyties tilapijų ūkiuose. Patobulėjus ekstruduo to pašaro technologijai, Afrikiniai šamai pradėti auginti visame pasaulyje, betono ar stiklo pluošto rezervuaruose ir uždarytosiose recirkuliacinėse sistemose.

Afrikiniai šamai yra paplitusi žuvų rūšis, auginama daugelyje pasaulio šalių. Jie natūraliai randami beveik visoje Afrikoje (išskyrus Magrifo regioną, Gvinėją ir tam tikras provincijas pietinėje Afrikoje), Vidurio rytuose (Jordanija, Libanas, Izraelis, Turkija). Ši rūšis taip pat buvo įvežta į kitas Pietų Amerikos, Europos bei Azijos valstybes. Kinijoje, vienoje iš daugiausiai produkcijos išauginančių valstybių, šamai auginami ryžių laukuose.

Ši žuvų rūšis aptinkama ežeruose, užtvankose, pelkėse, sezoninėse salpose, estuarijose, upeliuose ir upėse, kurie yra paveikiami sausojo sezono metu pasitaikančia sausra. Lietinguoju sezono metu, *Clarias gariepinus* migruoja iš didesnių vandens telkinių, kuriuose maitinasi ir bręsta maždaug 12 mėnesių, į kitus, laikinai užlietus plotus, kur jie pradeda veistis (65).

Auginami Afrikiniai šamai dažniausiai yra šeriami kelis kartus per dieną. Norint gauti optimalią pašarų konversiją ir žuvų svorio prieaugį, patartina juos šerti 3 kartus per parą. Dažniau šeriamų šamų svorio prieaugis reikšmingai nesikeičia, tačiau juos šeriant trumpesniais intervalais gali sumažėti šamų tarpusavio svorio skirtumai (68). Didžiausias Afrikinių šamų jauniklių svorio prieaugis gaunamas, kai jie yra šeriami 8 proc. pašaro nuo jų svorio per parą (69).

Auginant šamus yra labai svarbu palaikyti optimalius vandens kokybės parametrus. Vandens temperatūra auginant lervutes ir mailių turėtų būti 27-30°C. Paūgėję šamai yra auginami 25-27°C temperatūros vandenyje. Šaltesnis vanduo sulėtina jų augimą dėl sumažėjusio pašaro suvartojimo (70).

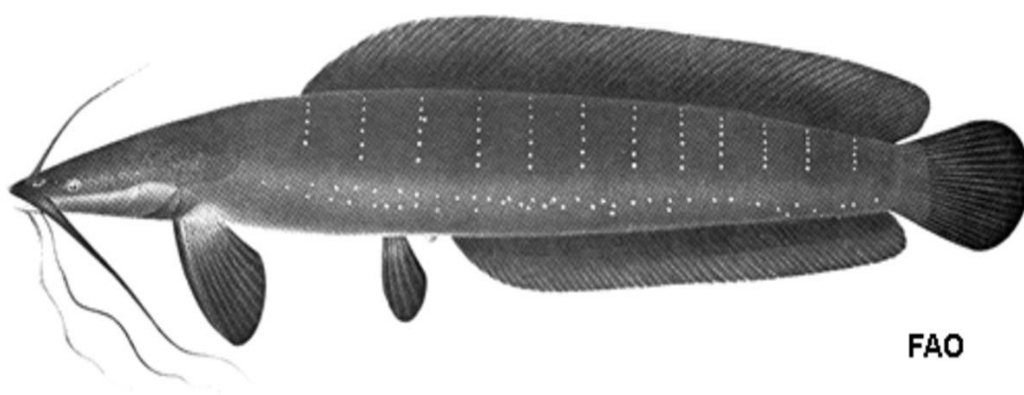
Afrikiniai šamai nėra reiklūs vandenyje ištirpusio deguonies kiekiui, juos galima auginti esant žemai (1-2 mg/l) ištirpusio vandenyje deguonies koncentracijai. Padidinus koncentraciją iki 5,0-5,5 mg/l, gali padidėti jų augimo tempas (71).

1.4.2 Tailando šamai

Tailando šamas yra viena iš ekonomiškai svarbiausių Azijoje aptinkamų gėlavandenių žuvų rūšių, kuri yra ypač vertinama dėl gerų mėsos jauslinių savybių, pritaikymo medicinoje ir maistinės vertės (40).

Clarias batrachus turi pailgą, platesnį priekyje nei gale, kūną ir didelę kaulėtą galvą. Nugarinis ir analinis pelekai yra be dyglių, krūtininiai pelekai stiprūs, su dygliais abiejuose šonuose, dubens pelekai maži. Burna yra plati ir turi keturias poras gerai išsivysčiusių ūsų. Kūno spalva gali būti nuo pilkos iki alyvinės su baltu pilvu. Pasitaiko albinosų, turinčių baltos spalvos kūną ir raudonas akis (72).

Tailando šamo nuotrauka pateikta 3 pav.



3 pav. Tailando šamas (73)

Tailando šamai yra vietinė Pietryčių Azijos rūšis. Jie aptinkami Menam Čao Prajos ir Mekongo upių baseinuose, taip pat Šri Lankos, Indijos, Bangladešo, Pakistano, Nepalo, Laoso, Vietnamo, Singapūro, Tailando, Kambodžos ir Indonezijos vidaus vandenyse. Ši rūšis gali būti auginama vietovėse, kuriose vyrauja atogrąžų klimatas. Tailando šamai buvo atgabenti į kitas valstybes, tokias kaip: Kinija, Filipinai, JAV, Jungtinė Karalystė, akvakultūrai arba kaip dekoratyvinės žuvis.

Suaugę *Clarias batrachus* vidutiniškai sveria apie 150–250 g, maksimalus svoris gali siekti 1,2 kg, o vidutinis kūno ilgis būna 23–35 cm. Tailando šamai neršia lietaus sezono metu, gamtoje neršia natūraliai, o nelaisvėje laikomi šamai neršia veisimosi tvenkiniuose. Tvenkinių krantuose dažnai būna iškastos horizontalios skylės, kuriose neršiančios patelės deda ikrus.

Tradiciskai ši rūšis yra auginama ryžių laukuose. Ryžių derliaus nuėmimo metu bei sausuoju laikotarpiu, kai vandens lygis būna žemas, šamai tūno ryžių laukuose iškastuose tvenkiniuose. Akvakultūroje Tailando šamai auginami vandens rezervuaruose, vandenyje esančiuose narvuose ir tvenkiniuose.

Tailando šamai yra visaėdžiai, teikiantys pirmenybę gyvūninės kilmės maistui, o žuvų jaunikliai maitinasi vabzdžiais. Jauniklių racioną sudaro dvisparnių lervos, kiautavėžiai, laumžirgių lervos ir vabzdžių kiaušinėliai. Ryžių laukuose auginami šamai paprastai nėra šeriami ir visiškai priklauso nuo natūralios mitybos, tačiau kai kurie ūkininkai panaudoja maisto atliekas kaip papildomus pašarus. Akvakultūroje auginami Tailando šamai yra šeriami žemės ūkių (skaldyti ryžiai, ryžių sėlenos), skerdyklų (vištų žarnos) atliekomis, kitomis, žmonių vartojimui netinkamomis, žuvimis (72).

Tailando šamai yra nykstanti žuvų rūšis. Nuolatinis pesticidų, herbicidų ir neorganinių trąšų ūkiuose naudojimas bei pelkių sausinimas ženkliai sumažino natūralią šios rūšies šamų populiaciją (74). Vietinės *Clarias batrachus* populiacijos yra pakeičiamos įvežtinėmis *Clarias gariepinus* rūšies žuvimis, kurios yra atsparesnės nepalankioms aplinkos sąlygoms, tokioms kaip: temperatūros ir vandenyje ištirpusio deguonies kiekio svyravimai (75). Akvakultūros ūkiams neapsimoka auginti Tailando šamų. Dažniau yra renkama auginti Afrikinius šamus ar jų hibridus, kurių augimo intensyvumas, pašaro konversija yra geresnė, dėl ko ūkiai gauna didesnę ekonominę pelną (76).

2. TYRIMO METODAI IR MEDŽIAGA

Mokslinis – tiriamasis darbas buvo atliktas 2022 metais, LSMU VA, GMF, Gyvūnų auginimo technologijų instituto – Gyvūnų ir akvakultūrų produktyvumo bei produkcijos kokybės laboratorijoje.

Tyrimo objektas – Afrikinių ir Tailando šamų hibridai (*Clarias gariepinus* x *Clarias batrachus*).

Bandymo trukmė 2022 m. balandžio 2 d.–2022 m. rugsėjo 27 d. (178 dienos). Tyrimo pradžioje buvo sudarytos dvi grupės – tiriamoji (šamų hibridai) ir kontrolinė (Afrikiniai šamai). Žuvys buvo įžuvintos į du atskirus 1 m³ talpos auginimo baseinus. Žuvų suleidimo tankis – po 50 vnt. į 1 m³.

Kontrolinės grupės žuvies vidutis svoris bandymo pradžioje buvo 110 g, o tiriamosios grupės vidutinis žuvies svoris siekė 121 g.

Vandens temperatūra ir vandenyje ištirpęs deguonis buvo matuojami termooksimetru *Marvet Junior 2000*. Nitratų kiekiui ir vandens kokybei žuvų auginimo rezervuaruose nustatyti buvo naudojamos indikatorinės nitritų ir nitratų testinės juostelės Quantofix.

Tiriamuoju laikotarpiu žuvys buvo šeriamos po 2 kartus per parą kontroliniu „X“ firmos ekstruduotu pašaru. Šeriamo pašaro kiekis siekė 3 proc. per parą nuo žuvų svorio.

„X“ firmos ekstruduoto pašaro šamams maistinė vertė pateikta 2 lentelėje.

2 lentelė. Ekstruduoto pašaro šamams „X“ maistinė vertė

Kokybiniai rodikliai		Priedai		Mikroelementai	
Žali baltymai, proc.	42	Vit. A, TV/kg	10000	Varis, mg/kg	5
Žali riebalai, proc.	12	Vit. D3, TV/kg	1000	Manganas, mg/kg	12
Žalia ląsteliena, proc.	2,8	-	-	Cinkas, mg/kg	70
Žali pelenai, proc.	7,0	-	-	-	-
Fosforas, proc.	1,1	-	-	-	-
Kalcis, proc.	1	-	-	-	-
Druska, proc.	0,2	-	-	-	-

Sudėtis: kviečiai, žuvies miltai, žirniai, rapsų išspaudos, rapsų aliejus, hemoglobinas, saulėgrąžų aliejaus koncentratas, hidrolizuoti baltymai

Bandymo schema.

Eil. Nr.	Rodiklis	Kontrolinė grupė	Tiriamoji grupė
1.	X firmos ekstruduotas pašaras šamams.	+	+

Šamų imitimo koeficiento nustatymas

Imitimo koeficientas apskaičiuotas pagal T. Fultoną ($Q \cdot 100/l^3$) (77).

Eksterjero indeksų nustatymo metodika

Eksterjero indeksų ir mėsos kokybės nustatymui šamai buvo išgaudyti, atsitiktinai paimta po 6 žuvis iš kiekvienos grupės.

Prieš atliekant skrodimą, kiekvienas šamas buvo numarinamas, atliekama smegenų kontūziją (sutrenkiant žuvų kaukoles). Šamai buvo pasverti. Išskrodus žuvį buvo nustatytas vidaus organų svoris bei pasverta galva.

Atlikti šie žuvų matavimai: žuvies ilgis, žuvies kūno ilgis (L), galvinės dalies ilgis (nuo galvos priekio iki žiaunų dangtelio kaudalinio krašto) (C), liemeninės dalies ilgis (nuo žiaunų krašto iki analinės angos), uodeginės dalies ilgis (nuo analinės angos iki uodeginio peleko) kūno apimtis storiausioje kūno vietoje (L_0). Visi šie parametrai matuoti cm, kūno masė (Q) – gramais. Morfometriniai parametrai matuoti juostele ir Vilkenso skriestuvu, svoriui nustatyti buvo naudojamos analitinės svarstyklės.

Iš atliktų matavimų apskaičiuoti eksterjero indeksai:

$$\text{Kūno indeksas} = \frac{\text{Kūno ilgis}}{\text{Žuvies ilgis}} \times 100;$$

$$\text{Galvos dydžio indeksas} = \frac{\text{Galvos ilgis}}{\text{Kūno ilgis}} \times 100;$$

$$\text{Liemeninės dalies ilgio indeksas} = \frac{\text{Liemeninės dalies ilgis}}{\text{Kūno ilgis}} \times 100;$$

$$\text{Uodeginės dalies ilgio indeksas} = \frac{\text{Uodeginės dalies ilgis}}{\text{Kūno ilgis}} \times 100;$$

$$\text{Galvos svorio indeksas} = \frac{\text{Galvos svoris}}{\text{Žuvies svoris}} \times 100;$$

$$\text{Vidaus organų svorio indeksas} = \frac{\text{Vidaus organų svoris}}{\text{Žuvies svoris}} \times 100;$$

Žuvies mėsos kokybės tyrimas

Žuvies mėsos spalvingumas nustatytas Minolta firmos spalvos matuokliu *Chroma Meter 400*. Išmatuotas spalvos šviesumas (L^*), spalvos rausvumas (a^*), spalvos gelsvumas (b^*).

Mėsos vandeningumas nustatytas matuojant mėginio svorio sumažėjimą per 24 val. jį laikant pakabintą maišeliuose su tinkleliu $+4^{\circ}\text{C}$ temperatūroje.

Mėsos vandens rišlumas buvo nustatytas presavimo metodu (78).

Mėsos virimo nuostoliai buvo nustatyti svėrimo metodu, verdant cirkuliacinėje vandens vonelėje 30 min. 70°C temperatūroje, pasvėrus prieš ir po virimo.

Mėsoje esantis sausųjų medžiagų kiekis buvo nustatytas, džiovinat mėsą iki pastovios masės (105°C temperatūroje) su automatinėmis sausų medžiagų svarstyklėmis *Scaltec SM-1*;

Mėsos pH matuota 48 val. po skerdimo, pH-metru INOLAB3.

Mėsos riebalų kiekis buvo nustatytas remiantis pamatiniu Soksleto (79) metodu;

Mėsos pelenai buvo nustatomi svėrimo metodu, sudeginant žuvies mėsą 600 laipsnių temperatūroje (80);

Mėsos baltymų kiekis buvo nustatytas Kjeldalio metodu (81).

Statistinis duomenų įvertinimas

Tyrimo duomenys apdoroti ir pateikti naudojantis programa MS Office Excel 2016. Statistinei duomenų analizei taikyta IBM SPSS programa. Analizuojamų grupių statistiškai skirtingų rodiklių nustatymui taikytas studento t kriterijus, duomenys laikyti statistiškai patikimais, kai $p < 0,05$.

3. TYRIMO REZULTATAI

3.1. Vandens kokybiniai parametrai

Auginant žuvis yra labai svarbu užtikrinti, jog aplinka, kurioje jos yra auginamos, būtų tinkama. Žuvis auga vandenyje, nuo kurio kokybės priklauso žuvų sveikata, augimo intensyvumas ir mėsos kokybė.

Tinkama vandens temperatūra yra vienas iš vandens kokybinių parametru, kuris ypač svarbus tinkamam žuvų augimui. Vandens temperatūra turi įtakos žuvų fiziologiniams procesams, tokiems kaip: pašaro vartojimas, jo virškinimas bei imuninės sistemos veikla. Per didelė temperatūra neigiamai veikia žuvų sveikatą – pastebimas padidėjęs medžiagų apykaitos greitis, deguonies suvartojimas bei patogenų invaziškumas ir virulentiškumas, dėl kurių žuvis gali nugaišti. Per žema vandens temperatūra turi imunosupresinį poveikį, dėl kurio gali vystytis ligos (82). Šamai yra šiltavandenės žuvis, jų optimalus augimas vyksta, kai vandens temperatūra būna 25-30 °C (70,82).

Ištirpusio deguonies kiekis vandenyje yra svarbus veiksnys optimaliam žuvų augimui. Per mažas deguonies kiekis sukelia žuvis stresą, dėl kurio gali sulėtėti jų augimas bei sumažėti atsparumas ligoms. Kai vandens prisotinimas deguonimi nesiekia 1,0 mg/l, šamai pradeda dvėsti, o streso požymiai pastebimi šiam rodikliui pasiekus 1,5 mg/l. Šamams augant hipoksiniėje aplinkoje (ištirpusio deguonies kiekis mažiau nei 60 proc.), pastebimas sumažėjęs pašaro suvartojimas, augimas ir pašarų konversija (83).

Pagrindiniai vandens kokybiniai parametrai žuvų pateikiami 3 lentelėje.

3 lentelė. Tyrimo metu URS užfiksuoti vandens parametrai

Vandens rodikliai	Reikšmės
Temperatūra °C	26,07±0.72
Vandens prisotinimas deguonimi (mg/l)	6,74±0,42
Ištirpusio deguonies kiekis (O ₂ proc.)	78,40±8.27
Nitritai (mg/l)	0
Nitratai (mg/l)	100±13

Analizuojant tyrimo metu užfiksuotus vandens kokybinius parametrus, matyti, kad visi matuoti parametrai atitiko rekomenduojamas normas, buvo sukurtos aplinkos sąlygos, reikalingos optimaliam

žuvų augimui. Nustatyta vandens temperatūra buvo palanki sveikam šamų augimui. Ištirpusio deguonies kiekis ir vandens prisotinimas deguonimi sudarė sąlygas šamams kvėpuoti per žiaunas, be papildomo atmosferinio oro paėmimo, neikvojant papildomos energijos. Nitritų ir nitratų kiekiai neviršijo žuvims toksiškai pavojingos koncentracijos.

3.2. Šamų anatominių kūno dalių išsivystymas

Tiriamąjį laikotarpį pabaigoje buvo nustatytas žuvų anatominių kūno dalių išsivystymas ir atskirų kūno dalių svoris bei dydis, tam šamai buvo matuojami ir sveriami .

Gauti duomenys pateikiami 4 lentelėje.

4 lentelė. Žuvų svėrimo ir kūno dalių matavimų duomenys (* kai $p < 0,05$)

Rodiklis	Kontrolinė grupė	Tiriamoji grupė
Svoris, g	1402.33±145.68*	622.67±21.46*
Žuvies ilgis, cm	44.67±1.60*	37.50±1.15*
Kūno ilgis, cm	40.83±1.49*	33.67±1.09*
Galvinės dalies ilgis, cm	10.17±0.70*	6±0.01*
Liemeninės dalies ilgis, cm	14.33 ± 0.79*	9.5±0.34*
Uodeginės dalies ilgis, cm	19.16±0.73	18±0.86
Kūno apimtis, cm	25.92±1.31*	18.33±0.42*
Galvos svoris, g	367.67±40.77*	141±3.48*
Vidaus organų svoris, g	161±20.64*	54.67±5.51*

Analizuojant gautus duomenis matome, kad visi išmatuoti rodikliai, išskyrus uodeginės dalies ilgį, tarp grupių skyrėsi žymiai, o apskaičiuoti skirtumai buvo statistiškai reikšmingi ($p < 0,05$).

Visi matavimo duomenys buvo nustatyti didesni kontrolinėje grupėje. Kontrolinės grupės vidutinis žuvų svoris buvo 779,66 g (125,21 proc.) didesnis, galvos svoris 226,67 g (160,76 proc.) didesnis, vidaus organų svoris 106,33 g (194,49 proc.) didesnis, žuvų ilgis 7,17 cm (19,12 proc.) ilgesnis, kūno ilgis 7,16 cm (21,27 proc.) ilgesnis, galvinės dalies ilgis 4,16 cm (69,5 proc.) ilgesnis,

liemeninės dalies ilgis 4,83 cm (50,84 proc.) ilgesnis, uodeginės dalies ilgis 1,16 cm (6,44 proc.) ilgesnis, kūno apimtis 7,59 cm (47,47 proc.) didesnė už tiriamosios grupės analogiškus rodiklius.

3.3. Šamų atskirų kūno dalių svorio ir eksterjero indeksai

Remiantis gautais šamų svėrimo ir kūno dalių matavimo duomenimis, buvo apskaičiuoti svorio ir eksterjero indeksai, dėl kurių galima toliau įvertinti žuvų kūno proporcijas, mėsos išeigas ir skirtingų kūno dalių išsivystymą.

Šamų eksterjero ir svorio indeksai pateikti 5 lentelėje.

5 lentelė. Šamų kūno dalių svorio ir eksterjero indeksai (* kai $p < 0,05$)

Grupė	Kūno indeksas	Galvos dydžio indeksas	Liemeninės dalies ilgio indeksas	Uodeginės dalies ilgio indeksas	Galvos svorio indeksas	Vidaus organų svorio indeksas
Kontrolinė grupė	91.50±2.3 1	24.89±2.99 *	35.34±4.17 *	46.80±2.50 *	26.30±1.91 *	12.03±4.7 1
Tiriamoji grupė	89.78±1.8 9	17.92±1.53 *	28.36±3.1* 7	53.40±4.10 *	22.70±1.25 *	8.70±1.47

Apžvelgiant gautus rezultatus matyti, jog dauguma apskaičiuotų indeksų buvo gauti didesni kontrolinėje grupėje.

Vertinant kūno, liemeninės dalies ilgio ir uodeginės dalies ilgio indeksus mes galime nustatyti, kurios grupės žuvų valgomosios dalies (filė) išeiga yra didesnė. Kontrolinės grupės kūno indeksas buvo 1,92 proc. didesnis nei tiriamosios grupės, liemeninės dalies ilgio indeksas kontrolinėje grupėje buvo 24,61 proc. didesnis nei tiriamojoje grupėje, o uodeginės dalies ilgio indeksas tiriamojoje grupėje buvo 14,10 proc. didesnis nei kontrolinėje grupėje. Liemeninės dalies ilgio indekso ir uodeginės dalies ilgio indekso skirtumai tarp grupių buvo statistiškai reikšmingi ($p < 0,05$).

Galvos dydžio, galvos svorio ir vidaus organų svorio indeksai parodo žmonių mityboje beveik nevartojamų kūno dalių išeigas, todėl yra pageidautina, jog jų vertės būtų kuo mažesnės. Galvos dydžio indeksas buvo didesnis kontrolinėje grupėje, jis buvo 38,90 proc. didesnis nei tiriamojoje grupėje. Galvos svorio indeksas kontrolinėje grupėje buvo 15,86 proc. didesnis nei tiriamojoje grupėje. Kontrolinėje grupėje nustatytas didesnis vidaus organų svorio indeksas, jis buvo 38,28 proc.

didesnis nei tiriamojoje grupėje. Galvos svorio ir galvos dydžio indeksų skirtumai tarp grupių buvo statistiškai reikšmingi ($p < 0,05$).

3.4. Šamų įmitimo koeficientas

Įmitimo koeficientas yra svarbus rodiklis, pagal kurį gali būti įvertinamos žuvų šėrimo sąlygos ir aplinkos veiksnių įtaka žuvų augimui. Remiantis įmitimo koeficientu, žuvų augintojai gali nuspręsti, ar konkrečios augimo sąlygos yra tinkamos auginamoms žuvims (84). Žuvų įmitimo koeficientas yra žuvų svorio ir ilgio santykis, pageidautina, kad šis rodiklis būtų kuo įmanoma didesnis.

Apskaičiuotos šamų įmitimo koeficiento vertės pateiktos 6 lentelėje

6 lentelė. Šamų įmitimo koeficientas ($p < 0,05$)

Grupė	Įmitimo koeficientas
Kontrolinė grupė	1.55±0.23*
Tiriamoji grupė	1.21±0.28*

Remiantis 6 lentelės duomenimis, matome, jog kontrolinės grupės žuvų įmitimo koeficientas buvo 28,10 proc. didesnis už kontrolinės grupės įmitimo koeficientą, šis skirtumas buvo statistiškai reikšmingas ($p < 0,05$).

3.5. Šamų mėsos spalvingumas

Mėsos spalva yra labai svarbi savybė, kuria remiantis galima spręsti apie produkto kokybę. Tai yra pagrindinė savybė, pagal kurią vartotojai vertina mėsos kokybę ir priimtinumą (85). Vartotojai pirmenybę dažniausiai teikia ryškiai, raudonai mėsei, tačiau pirmenybė gali skirtis priklausomai nuo žuvų rūšies ir pačių vartotojų (86).

Šamų mėsos spalvos rodikliai pateiktai 7 lentelėje.

7 lentelė. Šamų mėsos spalvos charakteristikos ($p > 0,05$)

Spalvos charakteristika	Grupė	
	Kontrolinė grupė	Tiriamoji grupė
L*	52.42 ± 1.47	47.90 ± 1.48
a*	19.22 ± 1.27	21.28 ± 1.40
b*	13.68 ± 0.58	12.75 ± 0.56

kur L* nurodo mėsos ryškumą, a* vertė – raudonos ir žalios spalvos, b* vertė – geltonos ir mėlynos spalvos santykį.

Analizuodami lentelės duomenis galime matyti, kad ryškesnės spalvos mėsa buvo nustatyta kontrolinėje grupėje, kurioje L* vertė buvo 9,44 proc. didesnė. Raudonos ir žalios spalvos santykis tiriamojoje grupėje buvo 10,72 proc. didesnis nei kontrolinėje grupėje, o geltonos ir mėlynos spalvos santykis kontrolinėje grupėje buvo 7,29 proc. buvo didesnis nei tiriamojoje grupėje. Skirtumai tarp grupių buvo statistiškai nereikšmingi ($p > 0,05$).

3.6. Šamų mėsos fizinės savybės

Tyrimo metu buvo nustatytas šamų mėsos vandeningumas, vandens rišlumas ir virimo nuostoliai, kuriais galima įvertinti mėsos kokybę.

Žuvų vandeningumas yra svarbus rodiklis, jis daro įtaką mėsos juslinėms savybėms, mikrobiologiniam stabilumui ir galiojimo laikui. Vandeningumas priklauso nuo žuvų rūšies, ėmitimo, auginimo sąlygų. Geros kokybės mėsa ir jos produktai neišskiria daug sulčių.

Mėsos vandens rišlumas, tai svarbi technologinė savybė, nulemianti aukštos kokybės gaminių gamavimo tinkamumą. Nuo vandens rišlumo priklauso mėsos kokybė – gaminių išėiga, drėgmės kiekis ir atsparumas mikroorganizmams. Vandens rišlumas daro įtaką jusliniams kokybės rodikliams, tokiems kaip: sultingumas, kietumas ir išvaizda (87).

Virimo nuostolius nusako mėsos svorio sumažėjimas technologinio apdorojimo metu. Terminis apdorojimas yra sudėtingas procesas, jo metu vyksta skirtingi fiziniai ir cheminiai procesai, kurie pakeičia vandens sulaikymo galimybes mėsoje (88). Terminio apdorojimo metu mėsa neturėtų prarasti daug vandens – tokia mėsa yra kokybiškesnė ir vertingesnė organizmui.

Afrikinių šamų mėsos fizinės savybės pateiktos 8 lentelėje.

8 lentelė. Šamų mėsos fizinės savybės (* kai $p < 0,05$)

Mėsos fizinės savybės	Grupė	
	Kontrolinė grupė	Tiriamoji grupė
Vandeningumas, proc.	3.73±0.23*	2.82±0.08*
Vandens rišlumas, proc.	59.85±0.71	57.84±0.77
Virimo nuostoliai, proc.	9.99±0.22*	8.80±0.36*

Analizuojant lentelėje pateiktus duomenis, matyti, kad visos savybės didesnės buvo nustatytos kontrolinėje grupėje. Šios grupės žuvų mėsa buvo vandeningesnė (32,27 proc.), turėjo didesnę vandens rišlumą (3,51 proc.) ir joje buvo nustatyti didesni virimo nuostoliai (13,52 proc.) Skirtumai tarp vandeningumo ir virimo nuostolių buvo statistiškai reikšmingi ($p < 0,05$).

3.7. Šamų mėsos cheminės savybės

Mėsos cheminės savybės yra svarbūs rodikliai, iš kurių galima spręsti apie mėsos maistinę vertę ir technologines savybes. Šamų mėsos cheminės savybes pateiktos 9 lentelėje.

9 lentelė. Šamų mėsos cheminės savybės (* kai $p < 0,05$)

Mėsos cheminės savybės	Grupė	
	Kontrolinė grupė	Tiriamoji grupė
S.m., proc.	28.91±0.35	30.36±0.78
pH	6.15±0.05*	6.42±0.03*
Tarpraumeniniai riebalai, proc.	12.01±0.07*	12.64±0.11*
Pelenai, proc.	0.94±0.02	0.96±0.01
Baltymai, proc.	15.96±0.41	16.77±0.74

Iš 9 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad tiriamosios grupės žuvų mėsa buvo kokybiškesnė. Lyginant su kontroline grupe, ji turėjo daugiau sausųjų medžiagų (5,02 proc.) tarpraumeninių riebalų (5,25 proc.) ir baltymų (5,08 proc.). Pelenų kiekio skirtumas tarp grupių ženkliai nesiskyrė. Atlikus

pH matavimus po 48 val. tiriamojoje grupėje nustatyta vertė buvo 4,39 proc. didesnė nei kontrolinėje grupėje. Skirtumai tarp tarpraumeninių riebalų kiekio ir pH buvo statistiškai reikšmingi ($p < 0,05$).

4. REZULTATŲ APTARIMAS

Mokslinis – tiriamasis darbas buvo atliktas siekiant nustatyti Afrikinių (*Clarias gariepinus*) ir Tailando (*Clarias batrachus*) šamų hibridų tinkamumą auginti uždaroiose recirkuliacinėse sistemose bei įvertinti jų mėsos kokybę. Tiriamoji grupė (hibridai) buvo lyginama su kontroline grupe (Afrikiniais šamais), abi grupės augintos vienodomis sąlygomis.

Afrikinių ir Tailando šamų hibridizacija yra dažnai praktikoje taikomas procesas. Tailando šamai turi mažai tarpraumeninių kaulų, jų mėsa pasižymi geromis juslinėmis savybėmis, tačiau šios rūšies žuvims būdingas žemas vaisingumas ir lėtas augimo tempas. Afrikiniai šamai pasižymi greitu augimu ir atsparumu nepalankioms aplinkos sąlygoms, tačiau jų išvaizda ir mėsos savybės daugeliui vartotojų yra mažiau priimtinos (89). Būtent dėl šių skirtingų savybių yra tikslinga taikyti hibridizaciją tarp Afrikinių šamų ir Tailando šamų, siekiant išgauti palikuonis su geriausiomis abiejų šių rūšių savybėmis.

Teigiama heterozė Afrikinių (*Clarias gariepinus*) ir Tailando (*Clarias batrachus*) šamų hibriduose stebima jau beveik 3 dešimtmečius. 1995 metais M.A. Rahman et. al. pranešė apie sėkmingą šių rūšių žuvų hibridizaciją ir pastebėtą heterozę. Tyrimo metu užfiksuotas greitesnis lervų išsiritimo greitis ir gyvybingumas, greitesnis šamų augimas ir mažesnis jų mirštamumas. Autorius pastebėjo, kad jog šių rūšių žuvų hibridizacija yra galima, tačiau ją sudėtinga praktiškai įgyvendinti (90).

S.K Sahoo et.al 2003 metais atliktame tyrime pastebėta, kad Afrikinių ir Tailando šamų hibridų augimo intensyvumas yra daug didesnis nei Tailando šamų ir Afrikinių šamų augimo intensyvumas. Tyrimo metu pastebėta, jog dydžių skirtumas tarp hibridų žuvų jauniklių buvo žymiai mažesnis, taip pat nenustatyta kanibalizmo atvejų, būdingų Afrikinių šamų žuvų rūšiai (89).

2016 metais atliktame tyrime, S. O. Olufeagba nustatė, jog Afrikinių ir Tailando šamų hibridų augimo greitis yra daug didesnis nei grynakraujų rūšių žuvų augimo greitis. Be to, pastebėtas mažesnis mirtingumas ir sumažėjęs žuvų kanibalizmas. Tyrimo metu užauginti hibridai savo išvaizda buvo panašesni į Tailando šamus, kurie yra labiau geidžiami vartotojų (91).

2016 metais Indijoje atliktame Afrikinių ir Tailando šamų hibridų reprodukcinės veiklos, augimo ir išgyvenamumo įvertinimo tyrime nustatyta, kad hibridai auga greičiau nei grynakraujai šamai, jų anatinės kūno dalys yra labiau išsivysčiusios, tačiau pastebėtas didelis žuvų jauniklių mirštamumas (40).

Afrikiniai šamai (*Clarias gariepinus*) yra ypač akvakultūroje vertinama rūšis, todėl yra atlikta daug tyrimų siekiant sukurti Afrikinių šamų ir kitų rūšių žuvų hibridus. Afrikiniai šamai (*Clarias gariepinus*) yra kryžminami su Vundu šamais (*Heterobranchus longifilis*) (92-94), Siaminėmis pangasijomis (*Pangasianodon hypophthalmus*) (95,96), plačiagalviais šamais (*Clarias*

macrocephalus) (97, 98), taip sukuriama jų hibridai. Daugumos hibridizacijos bandymų rezultatas – nustatyta teigiama heterozė.

Šamams, auginiems LSMU Gyvūnų auginimo technologijų institute, Gyvūnų ir akvakultūrų produktyvumo bei produkcijos kokybės laboratorijoje, buvo sukurtos tinkamos sąlygos, reikalingos optimaliam jų augimui. Šamų auginimo metu buvo užtikrinta tinkama vandens temperatūra – tyrimo metu ji vidutiniškai siekė 26,07 °C. Optimali temperatūra, reikalinga tinkamam šamų augimui, yra 25-30 °C (70,82).

Vandens prisotinimas deguonimi ir ištirpusio vandenyje deguonies kiekis yra svarbūs rodikliai, darantys įtaką žuvų augimui ir mėsos kokybei. Priklausomai nuo jų rūšies, žuvims reikia skirtingo deguonies kiekio – tropinėms žuvims minimalus kiekis yra 5 mg/l, o šaltavandenėms žuvims 6 mg/l (99). Tyrimo metu vandens prisotinimas deguonimi siekė 6,74 mg/l, ištirpusio deguonies kiekis vandenyje vidutiniškai buvo 78,40 proc. Nustatyti parametrai atitiko rekomenduojamas normas, šamams vandens prisotinimas deguonimi turi viršyti 3,00 mg/l, o ištirpęs deguonies kiekis viršyti 40 proc. (100).

Žuvims kenksmingų nitritų (NO₂) vandenyje, kuriame buvo auginami šamai, aptikta nebuvo. Nitratų (NO₃), galutinio nitrifikacijos proceso produkto, kiekis žuvų rezervuarų vandenyje buvo 100 mg/l. Nitratai žuvims yra toksiški tik labai didelėmis koncentracijomis (daugiau nei 300 mg/l) (101), todėl toks bandymo metu nustatytas kiekis žuvų augimui ir sveikatai neigiamos įtakos neturėjo. Gauti rezultatai parodo, kad uždarojoje recirkuliacinėje sistemoje, kurioje buvo auginami šamai, biologiniai filtrai funkcionavo tinkamai – žuvų išskirtas amoniakas iš pradžių buvo suskaidytas iki nitritų, o vėliau iki nitratų. Maža nitratų koncentracija parodė, kad vanduo sistemoje buvo nuolatos pakeičiamas nauju, švairiu vandeniu.

Šamų įžuvinimo tankis buvo 50 žuvų/m³. Toks tankis yra tinkamas optimaliai žuvų mitybai ir augimui. H.W. Palm et. al. 2018 metais nustatė, kad žuvų auginimo tankis iki 200 kg/m³ nesumažina Afrikinių šamų augimo greičio (102). P. G van de Nieuwegiessen 2009 m. atliktame bandyme nustatyta, kad Afrikiniai šamai gali būti auginami 500 kg/m³ tankyje tol, kol yra užtikrinami tinkami vandens kokybiniai parametrai (103).

Aptariant augintų šamų svėrimo ir kūno dalių matavimo duomenis bei iš jų išvestus svorio ir eksterjero indeksus pastebima, jog geriau ir greičiau augo kontrolinės grupės žuvis. Kontrolinėje grupėje nustatyti didesni kūno, galvos dydžio, liemeninės dalies ilgio, galvos svorio ir vidaus organų svorio indeksai. Gauti duomenys parodo, jog tiek filė, tiek mityboje nevarojamų kūno dalių išėigos buvo gautos didesnės kontrolinėje grupėje. Tiriamojoje grupėje heterozė nebuvo nustatyta.

Įmitimo (Fultono) koeficientas buvo nustatytas didesnis kontrolinėje grupėje, todėl remiantis gautu rezultatu galima teigti, jog auginimo sąlygos URS tinkamesnės buvo kontrolinės grupės šamams.

Šamų mėsos spalvos charakteristikos tarp grupių skyrėsi nereikšmingai. Kontrolinės grupės žuvų mėsa buvo ryškesnė ir turėjo didesnę geltonos ir mėlynos spalvos santykį, tačiau raudonesnė mėsa buvo nustatyta kontrolinėje grupėje. Yra atlikta daug tyrimų, siekiant iširti skirtingų veiksnių poveikį Afrikinių šamų mėsos spalvai. R. Trapėnaitienė (104), A. Žolynaitė (105), I. Mulytė (106), S. Rosenau (107) tyrė skirtingų pašarų įtaką šamų spalvai, A. Satarri tyrė, kaip keičiasi šamų mėsos spalva priklausomai nuo skerdimo būdo (108), I. Chwastowska-Siwiecka ištyrė Afrikinių šamų lyties įtaką mėsos spalvai (109). Atliktų tyrimų rezultatai parodė, kad skirtingi veiksniai mėsos spalvos reikšmingai nekeičia, todėl galima teigti, kad mėsos spalva yra toks rodiklis, kurį pakeisti yra gana sudėtinga.

Aptariant šamų mėsos fizinių savybių rezultatus, matyti, kad vandeningumas, vandens rišlumas ir virimo nuostoliai buvo didesni kontrolinėje grupėje. Kulinariniu požiūriu vertingesnė yra ta mėsa, kurios virimo nuostoliai yra kuo mažesni (110).

Analizuojant mėsos chemines savybes, matyti, kad tiriamosios grupės žuvų mėsa savo sudėtyje turėjo daugiau baltymų, tarpraumeninių riebalų ir sausųjų medžiagų, todėl ją galima vertinti kaip maistingesnę. 2018 metais B. Wasenitz palygino Afrikinių šamų hibridų (*Heterobranchus longifilis* x *Clarias gariepinus*) filė sudėtį su kitų rūšių šamų mėsa ir nenustatė reikšmingų skirtumų tarp rūšių (111). M. Sobczak palygino Afrikinių šamų (*Clarias gariepinus*) ir Afrikinių šamų hibridų (*Heterobranchus longifilis* x *Clarias gariepinus*) mėsa tarpusavyje ir nustatė, jog jų cheminė sudėtis buvo labai panaši, tačiau hibridų mėsa buvo šiek tiek vertingesnė kulinariniu požiūriu – jos apdoravimo galimybės buvo geresnės (112).

IŠVADOS

1. Remiantis anatominių kūno dalių išsivystymu ir apskaičiuotais svorio ir eksterjero indeksais, vertingesnė buvo kontrolinės grupės mėsa, filė išėigos iš šios grupės žuvų buvo gautos didesnės.
2. Įmitimo koeficientas buvo nustatytas 28,10 proc. didesnis kontrolinėje grupėje.
3. Pagal šamų mėsos spalvingumą nenustatyta grupė, kuri būtų geresnė – kontrolinės grupės žuvų mėsa buvo ryškesnės spalvos (9,44 proc.), tačiau tiriamosios grupės ištirta mėsa buvo raudonesnė (10,72 proc.).
4. Remiantis šamų mėsos fizinių savybių tyrimais, nebuvo nustatyta kulinariškai geresnė grupė. Kontrolinės grupės žuvų mėsoje buvo nustatytas didesnis vandens rišlumas (3,51 proc.), tačiau ji buvo vandeningesnė (32,27 proc.), joje nustatyti didesni virimo nuostoliai (13,52 proc.).
5. Pagal mėsos chemines savybes vertingesnė buvo šamų hibridų mėsa. Jos sudėtyje rasta daugiau sausųjų medžiagų (5,02 proc.), tarpraumeninių riebalų (5,25 proc.) ir baltymų (5,08 proc.). Nustatytas pelenų kiekis tarp grupių skyrėsi nežymiai.
6. Atlikus šamų mėsos pH matavimus praėjus 48 val. po skerdimo, tiriamojoje grupėje nustatyta žuvų mėsos pH vertė buvo 4,39 proc. didesnė nei kontrolinės grupės mėsos pH vertė.

REKOMENDACIJOS

1. Nerekomenduojama auginti Afrikinių ir Tailando šamų hibridų uždarosiose recirkuliacinėse sistemose dėl jų lėto augimo intensyvumo.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Nakajima T, Hudson MJ, Uchiyama J, Makibayashi K, Zhang J. Common carp aquaculture in Neolithic China dates back 8,000 years. *Nature Ecology & Evolution* 2019;3(10):1415-1418.
2. Mao Y, Lin F, Fang J, Fang J, Li J, Du M. Bivalve production in China. Goods and services of marine bivalves. 2019. p. 51-72.
3. World Bank. Fish to 2030: Prospects for Fisheries and Aquaculture. World Bank Agriculture and Environmental Services Discussion (Paper 03) World Bank Report Number 83177-GLB. 2013.
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The state of world fisheries and aquaculture 2022. Prieiga internete: <https://doi.org/10.4060/cc0463en> (žiūrėta 2023-03-26).
5. Msangi S, Batka M. The rise of aquaculture: The role of fish in global food security. IFPRI book chapters. 2015. p. 61-72.
6. Bregnballe J. Žuvų auginimo recirkuliacinėse sistemose vadovas. Įvadas į naujas aplinką tausojančias aukšto produktyvumo uždaras žuvų auginimo sistemas. 2015. p. 4-95.
7. Bosch AC, O'Neill B, Sigge GO, Kerwath SE, Hoffman LC. Heavy metals in marine fish meat and consumer health: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2016;96(1):32-48.
8. Bartley D, Rana K, Immink K. The use of interspecies hybrids in aquaculture and their reporting to FAO. *The FAO Aquaculture Newsletter*. 1997;17:7-14.
9. Anetekhai M. Catfish aquaculture industry assessment in Nigeria. African Union–Inter African Bureau for Animal Resources. 2013
10. Rahman MA, Arshad A, Marimuthy R, Ara R, Amin S. Inter-specific Hybridization and Its Potential for Aquaculture of Fin Fishes. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2013;8:139-153.
11. Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija. SVEIKATOS MOKYMO IR LIGŲ PREVENCIJOS CENTRAS. Sveikos ir tvarios mitybos rekomendacijos 2020. Prieiga internete: https://sam.lrv.lt/uploads/sam/documents/files/Veiklos_sritys/visuomenes-sveikatos-prieziura/mityba-ir-fizinis-aktyvumas/Sveikos_ir_tvarios_mitybos_rekomedacijos3.pdf (žiūrėta 2023-03-26).
12. Yılmaz E, Aydın M, Yıldırım A, Şahin P. The Importance of Consumption of Fish Meat in Early Childhood Period in Terms of Healthy Development. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi* 2018;14(4):357-364.

13. Bud I, Ladosi D, Reka ST, Negrea O. Study concerning chemical composition of fish meat depending on the considered fish species. *Lucrări științifice Zootehnie și Biotehnologii*. 2008 Oct 31;41(2):201–206.
14. Ross A, Vincent A, Savolainen OI et al. Dietary protein sources beyond proteins and amino acids—a comparative study of the small molecular weight components of meat and fish using metabolomics. *FASEB J*. 2017;31(1):652.13.
15. Venugopal V. Nutrients and nutraceuticals from seafood. In: Mérillon J-M, Ramawat KG, eds. *Bioactive Molecules in Food*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing. 2018. p. 1397–1440.
16. Mohanty BP. *Nutritional value of food fish*. 2015.
17. Venkatraman S, Chezian. Proximate composition of different fish species collected from Muthupet mangroves. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 2015;2(6): 420–423.
18. Balami S, Sharma A, Karn R. Significance Of Nutritional Value Of Fish For Human Health. *Malaysian Journal of Halal Research* 2019;2(2):32-34.
19. Tasbozan O, Gokce MA. Fatty acids in fish. Chap 8. Cukurova University, Fisheries Faculty, Department of Aquaculture, Adana, Turkey. 2017.
20. Morales M, Hogaldo F, Sevenich R. Fatty acids profile in canned tuna and sardine after retortsterilization and high-pressure thermal sterilization treatment. *Journal of Food and Nutrition Research* 2015;54(2):171-178.
21. Sujatha K, Joice AA, Kumar PS. Total protein and lipid content in edible tissues of fishes from Kasimodu fish landing centre, Chennai, Tamilnadu. *European Journal of Experimental Biology* 2013;3(5):252-257.
22. Bucher HC, Hengstler PSC, Meier G. Polyunsaturated fatty acids in coronary heart disease: a meta-analysis of randomized controlled trials. *American Journal of Medicine* 2002;112(4):298-304.
23. Harris WS, Lu GP, Rambjor GS, Walen AI, Ontko JA, Cheng Q. Influence of n-3 fatty acid supplementation on the endogenous activities of plasma lipases. *American Journal of Clinical Nutrition* 1997;66(2):254-260.
24. Abraha B, Admassu H, Mahmud A, Tsighe N, Shui XW, Fang Y. Effect of processing methods on nutritional and physico-chemical composition of fish: a review. *MOJ Food Processing & Technology*. 2018;6(4):376-382.
25. Mozaffarian D, Rimm EB. Fish intake, contaminants, and human health: evaluating the risks and the benefits. *JAMA* 2006;296(15):1885-1899.

26. Yang ZH, Emma-Onkon B, Remaley AT. (2016). Dietary marine-derived long-chain mono-unsaturated fatty acids and cardiovascular disease risk: a mini review. *Lipids in health and disease* 2016;15:1-9.
27. Maulucci G, Cohen O, Daniel B et al. Fatty acid-related modulations of membrane fluidity in cells: detection and implications. *Free radical research*, 2016. p. 40-50.
28. Parrish CC, French VM, Whiticar MJ. Lipid class and fatty acid composition of copepods (*Calanus finmarchicus*, *C. glacialis*, *Pseudocalanus* sp., *Tisbe furcata* and *Nitokra lacustris*) fed various combinations of autotrophic and heterotrophic protists. *J Plankton Res.* 2012;34(5):56–75.
29. McMeans BC, Arts MT, Rush SA, Fisk AT. Seasonal patterns in fatty acids of *Calanus hyperboreus* (Copepoda, Calanoida) from Cumberland Sound, Baffin Island. *Nunavut. Marine Biology.* 2012;159:1095–105.
30. Castro MI. Ácidos grasos omega 3: Beneficios y fuentes. *Interciencia*, 2002. p. 128 - 136.
31. Pal J, Shukla BN, Maurya AK, Verma HO. A review on role of fish in human nutrition with special emphasis to essential fatty acid. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 2018;6(2):427-430.
32. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Agriculture and Consumer Protection department. Human vitamin and mineral requirements. Training materials for agricultural planning. 2002.
33. Nutr JC, Holick MF, Chen TC. Vitamin D deficiency: a worldwide problem with health. 2008. p. 87.
34. Norman AW. From Vitamin D to hormone D: Fundamentals of the vitamin D endocrine system essential for good health. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2008;88:491-499.
35. Bartley D, Rana K, Immink K. The use of inter-specific hybrids in aquaculture and fisheries. *Reviews in fish biology and fisheries.* 2000;10:325-337.
36. Schwartz FJ. World literature to fish hybrids, with an analysis by family, species and hybrid. Supplement 1. Technical Report NMFS SSRF-750. U.S. Department Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration. National Marine Fisheries Service. 1981.
37. Campton DE. Natural hybridization and introgression in fishes: Methods of detection and genetic interpretations. In: Ryman N. and F. Utter (eds.). *Population Genetics and Fishery Management.* University of Washington Press, Seattle, WA, USA. 1987; p. 161–192.
38. Hubbs CL. Hybridization between fish species in nature. *Systematic Zoology.* 1955;4:1–20.
39. Barton NH, Hewitt GM. Analysis of hybrid zones. *Annual Review of Ecology and Systematics.* 1985;16:113–148.

40. Tilahun CG, Dube K, Chtruvedi CS, Kumar B. Assessment of Reproductive Performance, Growth and Survival of Hybrids of African Catfish (*Clariasgariiepinus*) and Indian Catfish (*Clariasbatrachus*) Compared to Their Parental Lines. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2016;16(1):123-133.
41. Tave D. *Genetics for Fish Hatchery Managers*. AVI Publishing Co. Inc. Westport Connecticut. 1986. p. 299.
42. Danzmann RG, Ferguson, MM, Allendorf FW. Does enzyme heterozygosity influence developmental rate in rainbow trout? *Heredity*. 1985;56:417–425.
43. Koehn RK, Gaffney, PM. Genetic heterozygosity and growth rate in *Mytilus edulis*. *Marine Biology*. 1984;82:1–7.
44. Smith TIJ. Aquaculture of striped bass and its hybrids in North America. *Aquaculture Magazine*. 1988;14:40–49.
45. Hooe ML, Buck DH, Wahl DH. Growth, survival, and recruitment of hybrid crappies stocked in small impoundments. *North American Journal of Fisheries Management*. 1944;14:137–142.
46. Krasnai ZL. Interspecific hybridization of warm water finfish. In: Tiews K. (ed.), *Selection, Hybridization, and Genetic Engineering in Aquaculture*, Vol 2. FAO, EIFAC and ICES, Rome, Italy and Copenhagen, Denmark. 1987. p. 35–45.
47. Salami AA, Fagbenro OA, Sydenham DHJ. The production and growth of cariid catfish hybrids in concrete tanks. *Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*. 1993;45:18–25.
48. Nwadukwe F.O. Hatchery propagation of five hybrid groups by artificial hybridization of *Clarias gariepinus* (B) and *Heterobranchus longifilis* (Val.) (Clariidae) using dry, powdered carp pituitary hormone. *Journal of Aquaculture in the Tropics*. 1995;10:1–11.
49. Colombo L, Barbaro A, Francescon A, et al. Towards an integration between chromosome set manipulation, intergeneric hybridization and gene transfer in marine fish culture. In: Bartley D. and Basurco B. (eds.). *Genetics and Breeding of Mediterranean Aquaculture Species*. Cahiers – Options Méditerranéennes Vol. 34. CIHEAM Zaragoza, Spain. 1988. p. 77–122.
50. King RC, Stansfield WD, Mulligan PK. *A dictionary of genetics* (7th edition). Oxford University Press. 2006. p. 242.
51. Dorson M, Chevassus B, and Torhy C. Comparative susceptibility of three species of char and rainbow trout x char triploid hybrids to several pathogenic salmonid viruses. *Diseases of Aquatic Organisms*. 1991;11:217–224.
52. Nelson K, Hedgecock D. Enzyme polymorphism and adaptive strategy in the decapod crustacea. *American Naturalist*. 1980;116:238–280.

53. Badiola M, Mendiola D, Bostock J. Recirculating Aquaculture Systems (RAS) analysis: Main issues on management and future challenges. *Aquacultural Engineering*. 2012;51:26-35.
54. Halvorson HO, Smolowitz R. Aquaculture. *Encyclopedia of Microbiology (Third Edition)*, Academic Press. 2009. p. 17-22.
55. Ebeling JM, Timmons MB. Recirculating aquaculture systems. In: Tidwell JH (ed) *Aquaculture production systems*. Wiley, Oxford. 2012.
56. Schumann M, Unger J, Brinker A. Floating faeces: Effects on solid removal and particle size distribution in RAS. *Aquacultural Engineering* 2017;78:75-84.
57. Rurangwa E, Verdegem MC. Microorganisms in recirculating aquaculture systems and their management. *Reviews in aquaculture*, 2015;7(2):117-130.
58. Johannsson R, Thorarensen H. Water quality in recirculating aquaculture systems for arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) Culture. 2007. p. 8-57.
59. Seginer I, Mozes N. (2012). A note on oxygen supply in RAS: The effect of water temperature. *Aquacultural Engineering* 2012;50:46-54.
60. Kingo consult Baltic. Recirkuliacinių sistemų įranga ir įrenginiai (žuvų auginimo įranga). Vadovėlis. Šilutės žemės ūkio mokykla. 2015. p. 68-76.
61. Sudarto H. Systematic revision and phylogenetic relationships among populations of Clariid species in Southeast Asia (Thesis). University of Indonesia, Depok, West Java, Indonesia. 2007.
62. Fishbase. Scientific Names where Genus Equals Clarias. Prieiga internete: <https://www.fishbase.se/Nomenclature/ValidNameList.php?syng=Clarias&syms=&vtile=Scientific+Names+where+Genus+Equals+%3Ci%3EClarias%3C%2Fi%3E&crit2=CONTAINS&crit1=EQUAL> (žiūrėta 2023-03-25).
63. Moreau Y. Physiologie de la respiration. In: C Lévêque, MN Bruton, GW Ssentongo (eds) *Biology and Ecology of African Freshwater Fishes*. 1988. p. 113– 135.
64. Oguguah NM, Nwadukwe F, Atama CI, Chdobem JI, Eyo JE. 2011. Growth performance of hybrid catfish (*Hetrobranchus bidorsalis* (♀) x *Clarias gariepinus* (♂) at various stocking densities in varied culture tanks. *Animal Research International* 2011;8(3):1419-1430.
65. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Cultured Aquatic Species Information Programme. *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). Prieiga internete: [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Clarias_gariepinus/en_\(žiūrėta 2023-03-25\)](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Clarias_gariepinus/en_(žiūrėta 2023-03-25)).
66. Prieiga internete: <https://images.thefishsite.com/fish/legacy/files/articles/old/12-10-8Fish1.gif> (žiūrėta 2023-03-25)
67. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Species Fact Sheet. *Clarias gariepinus*(Burchell, 1822). Prieiga internete:

- https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjguJnf1_n9AhVr_CoKHcomBoYQFnoECAsQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Ffigis%2Fpdf%2Ffishery%2Fspecies%2F2982%2Fen%3Ftitle%3DFAO%2520Fisheries%2520%2526amp%253B%2520Aquaculture%2520-%2520Aquatic%2520species&usg=AOvVaw2WAWkXB8LRudyHGiopeEdp (žiūrėta 2023-03-25).
68. Aderolu AZ, Seriki BM, Apatira AL, Ajaegbo CU. Effects of feeding frequency on growth, feed efficiency and economic viability of rearing African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) fingerlings and juveniles. *African Journal of Food Science* 2010;4(5):286-290.
 69. Marimuthu K, Umah R, Muralikrishnan S, Xavier R, Kathiresan S. EFFECT OF DIFFERENT FEED APPLICATION RATE ON GROWTH, SURVIVAL AND CANNIBALISM OF AFRICAN CATFISH, *CLARIAS GARIEPINUS* FINGERLINGS. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2011. p. 330-337.
 70. Gratkauskas S. *Clarias gariepinus* (afrikinis šamas) auginimo biotechnologijos. Šilutės valstybinė maisto ir veterinarijos tarnyba. 2015. Nr. 1.
 71. Vlasov VA. Rost i razvitije afrikanskogo soma (*Clarias gariepinus* Burchell) v zavisimosti ot uslovij kormlenija i sodержanija. *Izvestija TCXA*, 2009;3:148-156.
 72. Bonham V, Wing-Keong N. *Clarias batrachus* (walking catfish). *CABI Compendium*. CABI International. 2022.
 73. Prieiga internete: https://indiabiodiversity.org/files-api/api/get/raw/img//Clarias%20batrachus/Clbat_u1.gif (žiūrėta 2023-03-25).
 74. Binoy VV. Catfish *Clarias* is vanishing from the waters of Kerala. *Curr. Sci.* 2010;99:714-714.
 75. Argungu LA, Christianus A, Amin SMN, Daud SK, Siraj SS, Rahman MA. Asian Catfish *Clarias batrachus* (Linnaeus, 1758) Getting Critically Endangered. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2013;8:168-176.
 76. Na-Nakorn . A perspective on breeding and genetics of walking catfish in Thailand. *Aquacult. Asia*. 2004;9:10-12.
 77. Fulton T. W., 1902. The rate of growth of fishes. *Annual Report of the Fishery Board of Scotland*. p. 326–446.
 78. Hamm R. *Die Kolloidchemie des Fleisches*. Berlin and Hamburg, Paul Parey. 1972. p. 275.
 79. Soxhlet F. *Die gewichtsanalytische Bestimmung des Milchfettes*. 1879. p. 232.
 80. LST ISO 936:2000 Mėsa ir mėsos produktai. Bendrojo pelenų kiekio nustatymas (tpt ISO 936: 1998 (E)).

81. King-Brink M., Sebranek J.G. Combustion Method for Determination of Crude Protein in Meat and Meat Products: Collaborative Study, *Ibid.* 1993. p. 787-793.
82. Singh SP, Sharma JG, Ahmad T, Chakrabarti R. Effect of water temperature on the physiological responses of Asian catfish *Clarias batrachus* (Linnaeus 1758). *Asian Fisheries Science* 2013;26(1):26-38.
83. Boyd CE, Torrans L, Tucker CS. Dissolved oxygen and aeration in ictalurid catfish aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society* 2018;49(1):7-70.
84. Datta SN, Kaur VI, Dhawan A, Jassal G. Estimation of length-weight relationship and condition factor of spotted snakehead *Channa punctata* (Bloch) under different feeding regimes. *SpringerPlus.* 2013;2:1-5.
85. Cornforth D. Color—its basis and importance. Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. 1994. p. 34-78.
86. Mehar M, Mekki W, McDougall C, Benzie JA. Fish trait preferences: a review of existing knowledge and implications for breeding programmes. *Reviews in Aquaculture* 2020;12(3):1273-1296.
87. Barton – Garde PA, Bejerholm C. Eating quality of pork – that the leaners have found. *Pig Farming*, 2001. N. 33. p. 56-57.
88. Zielbauer BI, Franz J, Viezens B, Vilgis TA. Physical aspects of meat cooking: Time dependent thermal protein denaturation and water loss. *Food biophysics* 2016;11:34-42.
89. Sahoo SK, Giri SS, Sahu K, Ayyappan S. Experimental hybridization between catfish *Clarias batrachus* (Linn.) x *Clarias gariepinus* (Bur.) and performance of the offspring in rearing operations. *Asian Fisheries Science* 2003;16(1/2):157-166.
90. Rahman MA, Bhadra A, Begum N, Islam MS, Hussain MG. Production of hybrid vigor through cross breeding between *Clarias batrachus* Lin. and *Clarias gariepinus* Bur. *Aquaculture*, 1995;138(1-4):125-130.
91. Olufeagba SO, Okomoda VT. Cannibalism and performance evaluation of hybrids between *Clarias batrachus* and *Clarias gariepinus*. *Croatian Journal of Fisheries: Ribarstvo* 2016;74(3):124-129.
92. Legendre M, et al. A comparative study on morphology, growth rate and reproduction of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840, and their reciprocal hybrids (Pisces, Clariidae). *Journal of Fish Biology* 1992;40(1):59-79.
93. Ndome CB, Ekwu AO, Ateb AA. Effect of feeding frequency on feed consumption, growth and feed conversion of *Clarias gariepinus* x *Heterobranchus longifilis* hybrids. *American-Eurasian Journal of Scientific Research* 2011;6(1):6-12.

94. Ataguba GA, Annune PA, Ogbe FG. Growth performance of two African catfishes *Clarias gariepinus* and *Heterobranchus longifilis* and their hybrids in plastic aquaria. *Livestock Research for Rural Development* 2010;22(2):1-6.
95. Okomoda VT, Koh ICC, Shahreza MS. First report on the successful hybridization of *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) and *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Zygote* 2017;25(4):443-452.
96. Okomoda VT, Koh ICC, Hassan A, Amornsakun T, Shahreza MS. Performance and characteristics of the progenies from the reciprocal crosses of *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) and *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Aquaculture* 2018;489:96-104.
97. Jantrarotai W, Sitasit P, Jantrarotai P, Viputhanumas T, Srabua P. Protein and energy levels for maximum growth, diet utilization, yield of edible flesh and protein sparing of hybrid *Clarias* catfish (*Clarias macrocephalus* × *Clarias gariepinus*). *Journal of the World Aquaculture Society* 1998;29(3):281-289.
98. Koolboon U, Koonawootrittriron S, Kamolrat W, Na-Nakorn U. Effects of parental strains and heterosis of the hybrid between *Clarias macrocephalus* and *Clarias gariepinus*. *Aquaculture* 2014;424:131-139.
99. Mallya YJ. The effects of dissolved oxygen on fish growth in aquaculture. The United Nations University Fisheries Training Programme, Final Project. 2007.
100. Власов ВА. Рост и развитие африканского сома (*Clarias gariepinus* Burchell) в зависимости от условий кормления и содержания. *Известия ТСХА*, вып. 3. 2009. p. 148-156.
101. Yavuzcan Yildiz H, Robaina L, Pirhonen J, Mente E, Domínguez D, Parisi G. Fish welfare in aquaponic systems: its relation to water quality with an emphasis on feed and faeces—a review. *Water*, 2017;9(1):13.
102. Palm HW, Knaus U, Wasenitz B, Bischoff AA, Strauch SM. Proportional up scaling of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) commercial recirculating aquaculture systems disproportionately affects nutrient dynamics. *Aquaculture* 2018;491:155-168.
103. van de Nieuwegiessen PG, Olwo J, Khong S, Verreth JA, Schrama JW. Effects of age and stocking density on the welfare of African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell. *Aquaculture* 2009;288(1-2):69-75.
104. Trepėnaitienė R. Ekstruduotų pašarų afrikiniams šamams (*Clarias gariepinus*) gaminamų lietuvių įmonėje įtakos augimo intensyvumui, pašaro konversijai bei mėsos kokybei analizė. Magistro baigiamasis darbas. Lietuvos sveikatos mokslų universitetas. Kaunas. 2017. p. 43.

105. Žolynaitė A. Ekstruduotais pašarais ir papildomai dehidratuotomis musių (*Hermetia illucens*) lervomis šertų Afrikinių šamų (*Clarias gariepinus*) augimo ir mėsos kokybės analizė. Magistro baigiamasis darbas. Lietuvos sveikatos mokslų universitetas. Kaunas. 2017. p. 25.
106. Mulytė I. Ekstruduotų pašarų ir papildomos pašarinės žaliavos–fulvo mineralų komplekso įtaka Afrikinių šamų (*Clarias gariepinus*) augimo intensyvumui, pašaro konversijai bei mėsos kokybei. Magistro baigiamasis darbas. Lietuvos sveikatos mokslų universitetas. Kaunas. 2020. p. 32.
107. Rosenau S, Oertel E, Dietz C, Wessels S, Tetens J, Mörlein D, Ciulu M. (2021). Total replacement of fishmeal by spirulina (*Arthrospira platensis*) and its effect on growth performance and product quality of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Sustainability* 2021;13(16):8726.
108. Sattari A, Lambooij E, Sharifi H, Abbink W, Reimert H, Van de Vis JW. Industrial dry electro-stunning followed by chilling and decapitation as a slaughter method in *Heteroclarias* sp. and African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture* 2010;302(1-2):100-105.
109. Chwastowska-Siwiecka I, Baryczka MJ, Kondratowicz J, Winarski R. Comparison of chemical composition and physicochemical properties of meat of males and females of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822). *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 2019;25(5):1044-1051.
110. Zaborskienė G., Januškevičienė G. Mokomoji knyga. Mėsos kokybės įvertinimas. Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, Kaunas. 2012. p. 35-42.
111. Wasenitz B, Karl H, Palm HW. Composition and quality attributes of fillets from different catfish species on the German market. *Journal of Food Safety and Food Quality* 2018;69(2): 57-65.
112. Sobczak M, Panicz R, Sadowski J, Półgęsek M, Żochowska-Kujawska J. Does Production of *Clarias gariepinus* × *Heterobranchus longifilis* Hybrids Influence Quality Attributes of Fillets? *Foods*. 2022;11(14):2074.