

**DOKTORI (Ph.D.) ÉRTEKEZÉS**

**KOVÁCS LÁSZLÓ**

**DEBRECEN  
2022.**

DEBRECENI EGYETEM  
ÁLLATTENYÉSZTÉSI TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

*Doktori Iskola vezető:*

**Dr. Komlósi István**

egyetemi tanár  
az MTA doktora

*Témavezető:*

**Dr. Bársony Péter Phd**

egyetemi adjunktus

**A MONOSZEX IKRÁS PONTYÁLLOMÁNYOK (*CYPRINUS  
CARPIO* L.) KIALAKÍTÁSA ÉS TELJESÍTMÉNYÉNEK  
VIZSGÁLATA AZ INTENZÍV TERMELÉS TÜKRÉBEN**

*Készítette:*

**Kovács László**

doktorjelölt

Debrecen  
2022.

**A MONOSZEX IKRÁS PONTYÁLLOMÁNYOK (*CYPRINUS CARPIO* L.) KIALAKÍTÁSA ÉS TELJESÍTMÉNYÉNEK VIZSGÁLATA AZ INTENZÍV TERMELEÉS TÜKRÉBEN**

**Értekezés a doktori (Ph.D.) fokozat megszerzése érdekében az állattenyésztési tudományok tudományágban**

Írta: **KOVÁCS LÁSZLÓ** okleveles hidrobiológus

Készült a Debreceni Egyetem Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola (Takarmányozás, halbiológia programja) keretében

Témavezető: Dr. Bársony Péter Ph.D

**Az értekezés bírálói:**

Név	fokozat	aláírás
.....	.....	.....
.....	.....	.....

**A bírálóbizottság:**

Név	fokozat	aláírás
elnök:	.....	.....
tagok:	.....	.....
.....	.....	.....
titkár:	.....	.....
.....	.....	.....

Az értekezés védésének időpontja: 20.... ..

## Tartalomjegyzék

<b>1. Bevezetés</b> .....	<b>6</b>
<b>1.1. Témafelvetés és célkitűzések</b> .....	<b>8</b>
<b>1.2. Célkitűzések</b> .....	<b>11</b>
<b>2. Irodalmi áttekintés</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1. A ponty általános bemutatása</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2. A világ, Európa és hazánk pontytermelésének mutatói</b> .....	<b>16</b>
2.2.1. <i>A magyarországi pontytenyésztés számokban</i> .....	<i>17</i>
<b>2.3. Biotechnológiai módszerek alkalmazása a haltenyésztésben</b> .....	<b>19</b>
<b>2.4. Monoszex ikrás pontyállományok kialakításának lehetőségei</b> .....	<b>23</b>
2.4.1. <i>Direkt ivarátfordítás</i> .....	<i>23</i>
2.4.1.1. <i>Hormonkezelések</i> .....	<i>24</i>
2.4.1.2. <i>Környezeti tényezők befolyása</i> .....	<i>26</i>
2.4.2. <i>Indirekt módszer</i> .....	<i>30</i>
<b>2.5. A fél-intenzív tavak takarmányozási lehetőségei</b> .....	<b>34</b>
<b>2.6. Szakirodalom értékelése</b> .....	<b>36</b>
<b>3. Anyag és módszer</b> .....	<b>39</b>
<b>3.1. Monoszex ikrás pontyállományok kialakítása direkt módszerrel</b> .....	<b>39</b>
3.1.1. <i>Ivarszerv differenciálódása előtti kezelés</i> .....	<i>39</i>
3.1.2. <i>Ivarszervek differenciálódása alatti kezelés</i> .....	<i>42</i>
3.1.3. <i>Kísérletek statisztikai kiértékelése</i> .....	<i>44</i>
<b>3.2. Intenzív rendszerben és tógazdaságban nevelt pontyállományok vizsgálata az ivari változók szempontjából</b> .....	<b>45</b>
3.2.1. <i>Monoszex ikrás és vegyesivarú állományok szaporítása és előnevelése intenzív rendszerben</i> .....	<i>45</i>
3.2.2. <i>A 12 hónapos összehasonlító teljesítmény vizsgálat</i> .....	<i>47</i>
3.2.3. <i>Az intenzív rendszerű teljesítményvizsgálat statisztikai kiértékelése</i> .....	<i>51</i>
3.2.4. <i>Tógazdaságban és az intenzív rendszerben nevelt pontyok ivari és méret szerinti összehasonlítása</i> .....	<i>52</i>
<b>3.3. Egynyaras ponty nevelése intenzív és extenzív rendszerek kombinálásával</b> <b>53</b>	
3.3.1. <i>Statisztikai kiértékelés</i> .....	<i>56</i>
<b>4. Eredmények</b> .....	<b>57</b>
<b>4.1. Ivarszerv kifejlődését megelőző kezelés eredményei</b> .....	<b>57</b>

<b>4.2. Ivarszerv kifejlődése alatti kezelés eredményei.....</b>	<b>63</b>
<b>4.3. Az ivar hatása a különböző rendszerekben nevelt pontyállományok eredményeire .....</b>	<b>71</b>
4.3.1. <i>Intenzív teljesítményvizsgálata eredményei.....</i>	<i>71</i>
4.3.2. <i>Tógazdaságban és az intenzív rendszerben nevelt vegyesivarú pontyok ivar és méret szerinti összehasonlításának eredménye .....</i>	<i>74</i>
4.3.2.1. <i>Tógazdaságban nevelt pontyok ivar és testtömeg szerinti összehasonlításának eredményei .....</i>	<i>75</i>
4.3.2.2. <i>Intenzív rendszerben nevelt pontyok ivar és testtömeg szerinti összehasonlításának eredményei .....</i>	<i>77</i>
4.3.2.3 <i>Tógazdaságban nevelt pontyok ivar és biomassza szerinti összehasonlításának eredményei .....</i>	<i>78</i>
4.3.2.4 <i>Intenzív rendszerben nevelt pontyok ivar és biomassza szerinti összehasonlításának eredményei .....</i>	<i>79</i>
4.3.2.5 <i>Tógazdaságban nevelt pontyok ivar és húskihozatal szerinti összehasonlításának eredményei .....</i>	<i>80</i>
4.3.2.6 <i>Intenzív rendszerben nevelt pontyok ivar és húskihozatal szerinti összehasonlításának eredményei .....</i>	<i>82</i>
<b>4.4. Szezonon kívüli szaporítás után intenzíven előnevelt halak, tavi utóneveléseinek az eredményei .....</b>	<b>83</b>
<b>5. Következtetések és javaslatok.....</b>	<b>88</b>
<b>5.1. Következtetések és javaslatok a direkt ivarátfordítással kapcsolatban.....</b>	<b>88</b>
<b>5.2. Következtetések és javaslatok az ivar hatásnak vizsgálatával kapcsolatban a különböző rendszerekben nevelt pontyállományok esetében .....</b>	<b>91</b>
<b>5.3. Következtetések és javaslatok a szezonon kívüli szaporítással, intenzív előneveléssel és kombinált tavi utóneveléssel kapcsolatban .....</b>	<b>92</b>
<b>6. Új tudományos eredmények .....</b>	<b>95</b>
<b>7. Gyakorlatban alkalmazható eredmények .....</b>	<b>98</b>
<b>8. Összefoglalás.....</b>	<b>100</b>
<b>9. Summary.....</b>	<b>103</b>
<b>10. Irodalomjegyzék.....</b>	<b>105</b>
<b>11. Publikációk az értekezés témakörében .....</b>	<b>119</b>
<b>12. Nyilatkozatok .....</b>	<b>122</b>
<b>13. Mellékletek .....</b>	<b>123</b>

## 1. Bevezetés

A hal, mint élelmiszerforrás mindig is nagy szerepet játszott az emberiség életében. Kezdetekben sokáig csak zsákmányállatként tekintettünk rájuk, de később folyamatosan egyre újabb és újabb fajokat vontunk be a termelésbe. Manapság számos termelési technológia létezik, ugyanakkor nehéz eldönteni, hogy mi a leghatékonyabb termékelőállítás receptje. Sajnos erre még nem tudjuk a választ, viszont véleményünk szerint kísérleteink által közelebb kerülhetünk a megoldáshoz. De még mielőtt rátérnék a tényekre, néhány gondolatot és adatot megosztanék a haltermelés jelenlegi helyzetéről.

Rohamosan fejlődő világunkban a népesség növekedésével egyértelműen számolnunk kell. Amíg 2020-ban az emberiség 7,8 milliárd lelket számolt, addig előzetes becslések szerint ez 2050-re elérheti a 9,7 milliárdot is. A robbanásszerű növekedéssel sajnálatos módon az éhezés is egyre fokozottabban lesz jelen. A legkritikusabb területek a fejlődő országok, ahol a gyengébb gazdasági teljesítmény mellett népességrobbanás is megfigyelhető. Ezeken a területeken a megnövekedett élelmiszerigény kielégítésére a halhús, mint olcsón előállítható állati eredetű fehérjeforrás lehet az egyik megoldás. A hal, mint élelmiszerforrás, nemcsak a fejlődő országokban népszerű, hanem a fejlett országokban is, ahol a tudatos, egészséges életmód velejárója (a halhúsnak alacsony a zsírtartalma, vitaminokban és ásványi anyagokban gazdag, jelentős Omega 3 és 6 forrás) (BERCSÉNYI et al., 2011).

A halhúshoz alapvetően halászat vagy akvakultúrás termelés útján juthatunk hozzá. A 2018-as adatokat megvizsgálva a világ bruttó halfogása 83,1 millió tonna, a mesterségesen megtermelt halmennyiség pedig 54,2 millió tonna volt (FAO FISHSTAT J, 2020). A halászati fogások jelentős része ipari felhasználásra kerül, főként hallisztet gyártanak belőle, így közvetlenül az emberi fogyasztásban nem jelennek meg. Az akvakultúrás rendszerekben viszont döntően, például az édesvízi halak esetében, 90% feletti arányban étkezési célú haltermelést folytatnak (FAO, 2020).

Az akvakultúra szektor bővítése mellett és a halászat ellen szólnak az élelmiszer biztonsággal kapcsolatos érvek, a túlhalászat kérdése és a környezetvédelemi szabályozások is. Jelentőségét jól tükrözi, hogy a FAO FISHSTAT J. 2020-as adatai alapján 2018-ban az akvakultúra szektorban összesen 114,5 millió tonna terméket állítottak elő (a halon, kívül ide tartozik, a rák, a kagyló, sőt a vízínövények is).

Ennek a 114,5 millió tonnának majdnem a fele, 54,2 millió tonna volt haltermelés és ennek a mennyiségnek majdnem 85%-át, (45,9 millió tonnát) édesvízi rendszerekben állították elő.

A disszertációmban a ponty termelésének bizonyos fázisait vizsgáltam meg. A ponty (*Cyprinus carpio* L.) jelentőségét jól mutatja, hogy a 4. legnagyobb mennyiségben megtermelt halfaj a világon. Ezt az édesvízi halfajt, jellemzően extenzív- és fél-intenzív tavakban állítják elő.

A világ pontytermelése 2018-ban 4,189 millió tonna volt, melynek több mint 95%-a Ázsiából származik. Kína vezető szerepe egyértelműen megmutatkozik, hiszen a világ pontymennyiségének 71%-át itt állítják elő. Jól mutatja ezt, hogy a második legnagyobb pontytermelő ország Indonézia 13%-át állítja elő a világ termelésének, míg az összes európai ország részesedése együtt is csak 2%. Ha Európát vizsgáljuk, egyértelműen kirajzolódik a Közép-Kelet európai régióvezető szerepe. A legmeghatározóbb ország a termelés szempontjából Lengyelország (20751 tonna), majd Csehország (18430 tonna), valamint a harmadik helyen Magyarország (11462 tonna) követ (FAO FISHSTAT J, 2020). Bár Kínában és a Közép-Kelet Európában is jelentős múltja van a ponty termelésének és gasztronómiájának, mégis látható, hogy nagyságrendbeli eltérés van a két kontinens között. Az óriási különbség egyértelműen a népesség számával és annak élelmiszerellátásával hozható összefüggésbe. Amíg Európában alapvetően a keresztény ünnepekhez és a horgászathoz köthető a ponty fogyasztása, addig az 1,3 milliárd lakosú Kínában a ponty a mindennapi élelmiszerellátás szerves részét képezi.

A hazai haltermelés mesze legfontosabb árucikke a ponty. Ezt mi sem mutatja jobban, minthogy 2018-ban az országban lehalászott összes hal 81,6%-át, az étkezési célú hal 67%-át a ponty tette ki (AKI, 2020). A hazai tógazdaságok kialakulása és jelenlegi működése is teljes mértékben eköré a hal köré szerveződik. Gazdasági jelentőségén kívül, fontos szereppel bír a termelő tavak ökológiai egyensúlyának fenntartásában is.

## 1.1. Témafelvetés

A világ és a hazai pontytermelésről elmondható, hogy az ágazat működése még mindig alapvetően évszázados módszereken alapszik és a termelés intenzifikálása szempontjából messze elmarad más halfajok (lazac, pisztráng, sügérfélék) tartástechnológiájához képest. A pontyot mind a mai napig szinte kizárólag extenzív-halastavakban tenyésztik, legyen szó Európáról vagy Ázsiáról, míg az előbb említett halfajokat ma már gyakran szuperintenzív rendszerekben találhatjuk meg. A termelési szerkezet rugalmatlansága és a változó piaci igények miatt, véleményünk szerint szükség van a pontytenyésztés technológiájának fejlesztésére.

Ha megvizsgáljuk ezt a témát, több megoldási lehetőség körvonalazódik, de minden esetben az elsődleges célunk a termelés hatékonyságnövelése kell, hogy legyen. Ezt vagy a termelési intenzifikálásával lehet elérni, növelve a termelés hatékonyságát és mennyiségét, vagy az extenzifikálásával, ahol a termelés költségeit szeretnénk optimalizálni. Amennyiben az extenzív lehetőségeket vizsgáljuk, arról beszélünk, hogy a jelenleg megtermelt halmennyiséget költséghatékonyabban, olcsóbban állítjuk elő. Az intenzív irányvonal, amiről a dolgozatom is szólni fog, másképpen közelíti meg a témát. Az intenzifikálásának több lehetősége is felmerült, az értekezésem azonban két fő irányvonalat követ. Az első lényege, hogy a tógazdasági tenyészidőszakot megnöveljük azáltal, hogy a pontyot szezonon kívül szaporítjuk és intenzív rendszerben neveljük elő, egészen addig amíg a halak ki nem helyezhetőek a halastavakra. A másik irányvonal a biotechnológiai módszerek alkalmazása, konkrétan monoszex ikrás állományok kialakítása és alkalmazása a pontytermelés során, ugyanis tógazdasági kutatások alapján az ikrás pontyok növekedési potenciálja jobb, mint a tejeseké. Ezeket a szempontokat figyelembe véve az alábbi felvetéseket vizsgáltam meg részletesen:

A halastavi rendszereken belül a ponty estében történtek már intenzifikálására irányuló kísérletek. Ilyenek voltak például a tóban (TAT) rendszerek vagy különböző ketreces megoldások (CSORBAI et al., 2015). A ponty intenzív nevelés során mindig egy nagyon fontos korlátba ütközünk ez pedig magának a halnak az ára. Jellemzően a ponty piaci értéke nem tudja felvenni a versenyt az értékesebb halfajokkal (a tavalyi és az idei étkezési pontynak az ára ugyan ennek ellentmond, hiszen a mostani 1100-1200ft/kg-os ár minden idők legmagasabb pontyárának tekinthető), így nem képes az intenzív rendszerek drágább beruházási és fenntartási költségeit kitermelni.

Egy ilyen rendszer előnye a kontrollált étkezési hal-, és ivadéknevelés, a kevesebb külső környezeti befolyásoló tényező, de gazdaságosan csak magas népesítés és értékesítési ár mellett lehetne profitábilisan termelni (CSORBAI és URBÁNYI, 2018).

Emiatt a mostani piaci viszonyok mellett a pontytermelés fejlesztése során nem lehet kizárólag intenzív rendszerekben gondolkodni, mindenképpen a halastavakat is be kell vonni a termelésbe, ráadásul Magyarországon a művelés alatt álló halastavak összterülete 26.473 hektár és ezek a területek olyan gazdasági és természetvédelmi értéket képeznek, hogy megkerülhetetlen a hasznosításuk (AKI, 2020).

A lazac, a pisztráng és a sügérfélékhez képest a ponty eltérő piaci és termelés technológiai helyzete miatt, olyan fejlesztési megoldásokat kell támogatni, melyek egyaránt kihasználják az extenzív és az intenzív rendszerek előnyeit. Erre az egyik megoldás lehet a jelenlegi halastavak és az intenzív rendszerek olyan kombinálása, ami által lerövidíthetjük az étkezési ponty előállításának idejét, csökkentve a költségeket és a termelés kockázatát.

Jelenleg a magyar tógazdaságokban jellemzően a pontyot három éves üzemformában termelik meg. Kivételek természetesen vannak, de alapvetően ez a klasszikus üzemforma az elterjedt. A három év viszont nagyon hosszú idő. Amennyiben le tudnánk rövidíteni a termelési ciklust az számos előnnyel járna, csökkenne a termelés kockázata (halbetegségek, teleltetés, lehalászások, madárkár, eltulajdonítás) és a termelési periódus is. Ez az oka annak, hogy érdemes a tenyésztésidőszak lerövidítésének lehetőségeivel foglalkozni, amire a mostani ismereteink alapján többféle megoldás is rendelkezésre áll.

A termelés egyik legkritikusabb időszaka a halastavi ivadéknevelés, ahol átlagosan 40-60% elhullással számolhatunk (rosszabb esetben ez a szám elérheti akár a 90-95%-ot is). A halfaj szaporítási idejéből adódóan a késő tavasz, kora nyár, - mikor a táplálkozó lárvák, majd pár héttel később az előnevelt halak kikerülnek az ivadéknevelő vagy az utónevelő tavakba- időjárás szempontból nagyon képlékeny időszak. Egyes években a kihelyezés időpontjában gyakorlatilag nyár van, míg más években inkább kora tavasz, emiatt a halastavak vízének hőmérséklete nagyon széles skálán mozoghat (12-22°C).

Ez a rövid (3-4hét), de nagyon érzékeny időszak, gyakran az egész éves hozamot meghatározhatja és természetesen kihat a következő két év termelésre is. Ebből kifolyólag lehetőségként kell tekintenünk az intenzív, rendszerben temperálható körülmények között történő ivadéknevelésre. A technológia természetesen költségesebb, de jobban ellenőrizhető, és a ponty optimális növekedése jobban kihasználható a tavi neveléssel szemben. Példaként említve, ha a szezonálisan leszaporított, intenzíven előnevelt pontyok mérete első év végére eléri az 500-600 grammot, a következő tenyészidőszakban öszre már a halastavakban minden nehézség nélkül felnevelhető a piaci méretű hal, így a tenyészidőszak 2 évre rövidül (CSORBAI és URBÁNYI, 2018).

Az intenzív, zárt rendszerű nevelés során a külső környezeti tényezők kizárása miatt biztosíthatóvá válhat a szezontól független, folyamatos, nagyüzemi ivadék ellátás is. Ennek alapja az idényen kívül szaporítás. Szakmai tapasztalataink szerint, ha a májusi pontyszaporítást 2-3 hónappal előrehozzuk, akkor már április közepén rendelkezésünkre áll egy nagyobb méretű, ellenállóbb ivadék, ami aztán a tavakba kihelyezhető. Ezzel a módszerrel lecsökkenthetjük a lárvakori nagyarányú elhullást és kihasználhatjuk a tavak tavaszi planktoncsúcsát, javítva a halaink növekedési ütemét és csökkentve a takarmányozási költségeket. Ha megvalósítható a téli ivadéknevelés zárt rendszerben és a következő évben sikeres a tavi utónevelés, az előbbieken leírt logikát követve akár 1,5 évre is lerövidülhet a tenyészidőszak.

A témához kapcsolódó másik intezifikálási lehetőség a monoszex ikrás pontyállományok kialakítása és alkalmazása a termelés során. Évtizedek óta konszenzus van arról, hogy különböző halfajok jelentős ivari kétalakúságot mutatnak, melyek közül legismertebb talán a lazacfélék nőtényeinek és a tilápiák hímjeinek jobb növekedési képessége (CHAKRABORTY et al., 2011; GALBREATH et al., 1994). Mivel több halfaj esetében is az ivar szerint elkülöníthető növekedési és húskihozatali különbségeket észleltek ezért ezen fajok esetében általánossá vált a monoszex állományok alkalmazása.

A ponty esetében tudományosan igazolt, hogy a nőtények növekedési üteme, illetve takarmányértékesítése bizonyos időszakokban meghaladja a hímekét és az, hogy az egyivarú ikrás állományok egyöntetűbben növekednek (KOCOUR et al., 2003; 2005). A technológia alapjait az 1960-as években szovjet kutatók fejlesztették ki, majd mások ezt adoptálták és finomították köztük magyar kutatók is (NAGY et al., 1979; 1981). A kiforrott, több generációnyi tenyészhalat magába foglaló, úgynevezett indirekt monoszex ikrás ponty technológiával a későbbiekben már izraeli és cseh kutatók is végeztek különböző vizsgálatokat (CHERFAS et al., 1996, KOCOUR et al., 2003; 2005).

A témában viszonylag kevés számú szakirodalom ösztönzött arra, hogy kutatásom során, a már ismert, „indirekt” módon alakítsunk ki monoszex ikrás pontyállományokat, majd ezután megvizsgáljuk ezen állományok növekedési és húskihozatali mutatóit recirkulációs halnevelés keretei között, illetve ezzel párhuzamosan tógazdasági tartástechnológiában is összevessük az ikrások és tejesek különbségeit.

## **1.2. Célkitűzések**

A téma felvetés során már kifejtettem, hogy alapvetően az intenzifikálásnak két irányvonalát a termelés technológiai és biotechnológiai módszereket vizsgáltam meg a dolgozatom során.

Egyik fontos célkitűzésünk az volt, hogy egy egyszerű módszerrel, a vízhőmérséklet változtatásával (ami több halfaj esetében is alkalmas az ivararány megváltoztatására), egy könnyen kivitelezhető módszert találjunk monoszex ikrás pontyállományok kialakítására.

Másik célkitűzésünk alapja, hogy a monoszex ikrás pontyállományoknak jobb a növekedésük, takarmányhasznosításuk és egyöntetűbbek a vegyesivarú állományokkal szemben. Viszont ezek a vizsgálatok kizárólag extenzív tógazdasági keretek között történtek, ezért célunk az volt intenzív rendszerben is megvizsgáljuk ugyanezt. A kísérlet során két különböző monoszex ikrás és egy vegyesivarú állomány összehasonlító termelési vizsgálatát végeztük el étkezési méretű halon a Debreceni Egyetem Halbiológiai Laboratóriumának recirkulációs rendszerében. Az ilyen rendszerű pontynevelésről kevés számú szakirodalom van, ezért a teljesítményvizsgálat eredménye mellett a kísérlet új ismeretekkel is szolgált a recirkulációs rendszerben történő étkezési pontyneveléssel kapcsolatosan. Ezzel a kísérlettel párhuzamosan megvizsgáltunk egy klasszikus hároméves tógazdasági termelésből származó állomány adatait is, ahol a halak ivari különbségeit néztük meg, és hasonlítottuk össze az intenzív rendszerből származó eredményekkel.

A disszertációm harmadik és egyben utolsó célja pedig az volt, hogy teszteljük a pontytermelés intenzifikálásának egy olyan kombinációját, ahol a szezononkívüli szaporítást, és a recirkulációs rendszerben történő ivadéknevelést egy halastavi utónevelés követ, ahol a pontyokat klasszikus tartástechnológiával és ezzel párhuzamosan táppal is neveljük. Ilyen típusú kísérletekről jelenleg kevés ismerettel rendelkezünk, ezért célunk volt megvizsgálni, hogy milyen méretű egynyaras halat lehet ily módon nevelni és, hogy gazdaságosan lehet-e működtetni ezt a konstrukciót.

## A kísérletek tényleges célkitűzései és várt eredményei:

**1.-2. Kísérlet:** A kísérletek során a vízhőmérséklet hatását vizsgáltuk egy pontyállomány ivararányára. Az első kísérletben 0-40 napos korban, az ivardifferenciálódás előtti időszakban kezeltük a halakat, míg a második kísérlet során ivardifferenciálódás alatt, (40-85 nap). Mindkét kísérlet esetében három különböző vízhőmérsékletet alkalmaztunk.

- **Átfogó célkitűzés:** Az elsődleges célunk, hogy a szakirodalomban leírt indirekt módszertől eltérően, egy sokkal egyszerűbb módszerrel monoszex ikrás pontyállományokat alakítsunk ki. Ezt a direkt módszert más halfajok esetében már sikerrel alkalmazták, így lehetséges, hogy a ponty esetében is eredményt lehet vele elérni.
- **Hipotézis:** Más halfajok szakirodalmi adatai alapján azt feltételezzük, hogy a ponty ideális nevelési tartományától (20-24°C) magasabb hőmérsékleti kezelések hatására ikrás többségű populáció alakul ki.

**3.-4. Kísérlet:** A harmadik kísérletben az eddigiektől eltérően nem a monoszex ikrás állományok kialakítására, hanem a már meglévő piaci méretű monoszex állományok teljesítményének vizsgálatára összpontosítunk. Emellett a kapott eredményeket alapul véve egy másik kísérletben, tógazdaságban termelt, vegyesivarú pontyállomány ivari különbségeit vizsgáltuk meg.

- **Átfogó célkitűzés:** A szakirodalmi adatok alapján a monoszex ikrás állományok tavi körülmények között jobb növekedési eréllyel bírnak a vegyesivarúakkal szemben. A kísérlet során a vizsgálatunk célja kettős volt. Mivel a pontyot nem szokták recirkulációs rendszerben nevelni, így a kísérlet eredményei információval szolgálnak a termelésének lehetőségéről. A tógazdasági halak ivar szerint vizsgálatából következtetni tudunk az ivarból származó különbségekre.
- **Hipotézis:** Feltételezésünk szerint az egyéves teljesítményvizsgálat során az intenzív recirkulációs rendszerben hasonló eredmények születnek majd, mint a szakirodalomban leírt halastavi kísérletek esetében, vagyis a monoszex ikrás pontyállományok jobb termelési paraméterekkel fognak (átlagtesttömeg, testhossz, FCR, DGR, SGR, megmaradás) rendelkezni, mint a vegyesivarú állományok. Feltételezésünk szerint a halastavi vizsgálatoknál is az ikrások szignifikánsan nagyobbak lesznek tejes társaiknál.

- 5. Kísérlet:** Az ötödik kísérlet során vizsgáltuk a ponty termelési paramétereit egy eddig még nem alkalmazott nevelési rendszerben. A módszer lényege a ponty szezonon kívüli szaporítása (február), intenzív rendszerben történő előnevelése és az így kapott ivadék halastavi utónevelése különböző nevelési (egyfázisú, kétfázisú) stratégiák mellett.
- **Átfogó célkitűzés:** A kísérlet során célunk egy szezonon kívüli, téli pontyszaporításból származó állomány intenzív ivadéknevelésének és két különböző halastavi utónevelési módszernek a vizsgálata.
  - **Hipotézis:** Az ilyen módon nevelt halak második nyaras koruk végére elérik a 2-2,5 kg piaci méretet, de ehhez az kell, hogy első nyaras korukra meghaladják, a minimum 500g átlagtömeget valamint a kombinált technológia jó megmaradást eredményezzen. Szerintünk az idényen kívüli szaporításból származó kombinált intenzív-extenzív technológiában a halak elérik az általunk kitűzött minimális átlagtömeget, valamint sokkal nagyobb testtömeget és jobb megmaradást feltételezünk, mint amit egy klasszikus halastavi egynyaras ivadéknevelés során elérhetünk.

## 2. Irodalmi áttekintés

### 2.1. A ponty általános bemutatása

A magyarországi tógazdasági haltermelés legfontosabb halfaja a ponty, így mindenképpen szükséges, hogy tisztában legyünk a biológiai hátterével annak érdekében, hogy a kísérleteinkben kapott eredményeket értelmezni tudjuk. A szakirodalmi áttekintésem első részében bemutatom a ponty rendszertani besorolását, származását, általános biológiáját és a természetben betöltött szerepét.

Elnevezései: Latinul: *Cyprinus carpio* L.. Angolul: Common carp; Németül: Karpfen; Franciául: Carpe; Magyarul: Ponty (INTERNET 1, PINTÉR, 2002; HERMAN, 1887).

A ponty rendszertani besorolása (PINTÉR és PÓCSI 2002) alapján: Törzs: Gerincesek (*Vertebrata*) Osztály: Halak (*Pisces*) Alosztály: Csontos halak (*Teleostei*) Rend: Ponty alakúak (*Cypriniiformes*) Alrend: Pontyalkatúak (*Cyprinoidei*) Család: Pontyfélék (*Cyprinidae*) Alcsalád: Valódi pontyok (*Cyprininae*) Nem: *CYPRINUS* Linné, 1758 Faj: Ponty (*Cyprinus carpio* L., 1758)

A ponty a sugaras úszójú, csontos halak közé tartozik, névadója a pontyalakúak rendjének és a pontyfélék családjának. CSORBAI és URBÁNYI (2018) szerint a modern genetikai vizsgálatok alapján három alfaja létezik:

- európai-transzkaukázusi ponty (*Cyprinus carpio carpio*)
- távol keleti (amuri) ponty (*Cyprinus carpio haematopterus*)
- délkelet-ázsiai (észak-vietnámi) ponty (*Cyprinus carpio viridiviolaceus/ Cyprinus carpio rubrofuscus*) (KIRPICSNYIKOV, 1967; PINTÉR, 1989; HAYNES 2009)

Az eredeti, őshonos, vad alakváltozata mára megritkult a hibridek elterjedése miatt. Ma már a mesterséges tógazdasági tenyészetekből származó nemesített ponty (*Cyprinus carpio carpio morpha domestica*) alkotja régióink pontyállományának közel 90%-át (PINTÉR és PÓCSI 2002). A ponty pikkelymintázata szerint lehet tükrös, pikkelyes, oldalsoros vagy bőrponty. Színe az élőhely függvényében az ezüstartól egészen a sárgás-bronz, kékeszöld, sötétzöld változatokon keresztül, az olajzöld, olajbarna, feketébe átnyúló színig változhat (BALON, 1995; GYÖRE, 1995; BAKOS és GORDA, 2001).

A ponty Magyarország természetes vízrendszereiben mindenhol megtalálható és a mesterségesen kialakított halastavakban, csatornáknban, vizekben is gyakori. Kedveli a sekély, melegebb vizű, nagyobb víztestű, lassú folyású alföldi-síkvidéki folyókat, (középső és alsó folyószakaszokat) tavakat, holtágakat.

A folyókban a dévérzónának jellegzetes hala, de bárhol előfordulhat a paduc zónától egészen a folyótorkolatig (HARKA és SALLAI, 2004).

Jó alkalmazkodó és túlélő képességét az is mutatja, hogy azonosítottak már 38 éves egyedeket, de rekord méretű, 1,2 méteres illetve 40 kilogrammos példány is előkerült már. Jelenleg a legnagyobb ponty, amiről tudunk és bizonyítékunk is van róla 51,2kg volt és 2018-ban Magyarországon fogta egy holland horgász (INTERNET 2).

A ponty tág környezeti tűrőképességű, betegségekkel szemben ellenálló halfaj. Széles pH és vízkeménység, oldott oxigénszint tűréssel rendelkezik, kevésbé érzékeny a hőmérsékleti változásokra, így megél akár a 3-32°C fokos vízben is. Jól alkalmazkodik a vizek magas sótartalmához, de megfigyelések alapján brakk vizekben nem szaporodik. Táplálkozása és növekedése 20-25°C fok között optimális. 8°C alatt és 32°C vízhőmérséklet felett nem táplálkozik, növekedése megáll (KOEHN, 2004; FROESE és PAULY, 2011; FAO, 2020).

Kedvelt ivóhelyei a felmelegedő sekély vizek, megáradt folyók elöntött holtágai, a frissen elárasztott ártéri füves rétek, csöndes, finom szálú hínárral benőtt tórészek (GYÖRE, 1995). Forró égvői területeken általában a természetes ívása a folyók áradásához és az esős évszak kezdetéhez köthető, és évente többször is megtörténhet, míg nálunk az ívást alapvetően a növekvő hőmérséklet váltja ki és április végétől egészen június közepéig elhúzódhat (HORVÁTH, 2011). Ausztráliában például az ívás kétszer, tavasszal és ősszel történik (SMITH, 2005). HORVÁTH (2011) szerint a mérsékelt égvőn, természetes körülmények között, 18-20°C-nál kezdődik a pontyok ívása, ahol a víz oldott oxigéntartalma körülbelül 5-6mg/L.

Ivarérettségüket mérsékelt övben a tejesek 2-3 év, az ikrások 3-4 év alatt érik el, a forró égvői területeken viszont ez az időtartam 1 évre is csökkenhet. Az ívás rendszerint 18-22 °C-os vízben történik. Az ikrások testtömegkilogrammonként 150-200 ezer, 1-1,5 mm átmérőjű ikrát adnak le. Az ikrák optimális vízhőmérsékleten (20-22°C) 3 nap alatt kelnek ki. A 6-7mm-es kikelő lárvák ragasztó mirigyük segítségével 4-5 napig függeszkednek a növényeken. A táplálkozó lárvák először kerekcsigákat (*rotatoria*) esznek, egyhónapos korukban viszont már nagyobb méretű planktonokat fogyasztanak és a növekedésével párhuzamosan fokozatosan térnek át a különböző bentikus táplálékokra (GYÖRE, 1995; KOEHN et al., 2000; KHAN, 2003). A könnyen reprodukálható ívási környezetnek köszönhetően a pontynak jól működő fél-mesterséges, mesterséges szaporítási technológiája van.

## 2.2. A világ, Európa és hazánk pontytermelésének mutatói

A ponty könnyen házasítható, tenyésztése évezredes múltra vezethető vissza és két egymástól független kultúrkörben terjedt el. Az V. századtól kezdődően Kelet és Délkelet Ázsiában (Kínában főként) már ismert volt (HORVÁTH et al., 2002), Közép- és Kelet-Európában pedig a középkortól ismert a templomi szerzetesek körében. A pontytenyésztés technológiája alapvetően mind a mai napig XVI. századi alapokon nyugszik, amit Janus Dubravius cseh szerzetes írt le először és Hermann Ottó az 1800-as évek második felében foglalta össze magyarul (DUBRAVIUS, 1547).

Ha megvizsgáljuk a világ 2019 haltenyésztési adatait, ott egyértelműen a pontyfélék dominálnak. A „top tíz” halfajból hat ebbe a családba tartozik. Legjelentősebb az amur (*Ctenopharyngodon idella*) és a fehér busa (*Hypophthalmichthys molitrix*) (Világ 1. és 2.), a ponty pedig a negyedik, közéjük ékelődik nílusi tilápia (*Oreochromis niloticus*). 2019-ben a világon összesen megtermelt ponty mennyisége 4,4 millió tonna volt (FAO FISHSTAT J, 2021). Itt érdekességként megemlíteném, hogy a legújabb adatbázisok az ezüstkárászt (*Carassius auratus gibelio*), mint gazdasági halfajt nem tüntetik fel. Azonban egy régebbi FAO FISHSTAT J (2021) adatbázis szerint 2010-2015-ben, csak a Kínában előállított ezüstkárász éves mennyisége 2,13-2,75 millió tonna között mozgott. Csak a kínai adatokat nézve ez azt jelenti, hogy az összes halfaj között is 6.-7. helyet foglalja el a világrangsorban.

A világ megtermelt pontymennyiségének 96%-a Ázsiából (Oroszországgal együtt véve) származik, azon belül is elsősorban Kínából, ahol az összes megtermelt ponty 71%-át állítják elő. A maradék 29%-on osztozik a világ többi része. Európa, és ezen belül Magyarország is csak egy marginális részét képezi a világ pontytermelésének, annak ellenére is, hogy hazánkban messze a legfontosabb halfaj.

A ponty nemcsak az akvakultúrában, hanem a halászatban is megjelenik, viszont arányaiban (97% akvakultúra, 3% halászat) messze az akvakultúrának van nagyobb szerepe. Az elmúlt tíz évben az összes megtermelt és kifogott ponty mennyisége 30%-al nőtt, mely növekményt alapvetően az akvakultúrának köszönhetjük és nem pedig a halászatnak. A ponty esetében szinte kizárólag extenzív-tógazdasági termelésről beszélünk, a halászatnak és egyéb intenzív termelésnek jelenleg nincs érdemi jelentősége.

Az Oroszország nélküli európai adatokat nézve ugyanaz a mutató látható, ami világszinten is megfigyelhető. A halászat részesedése szintén csekély és a tógazdasági termelés hasonló arányban dominál. A ponty jóval kevesebb jelentőséggel bír Európában, mint Ázsiában. Ezt jól mutatja, hogy míg 2019-ben atlanti lazacból 1,553 millió tonnát, szivárványos pisztrángból 0,252 millió tonnát termeltek, addig pontyból csupán 0,102 millió tonnát.

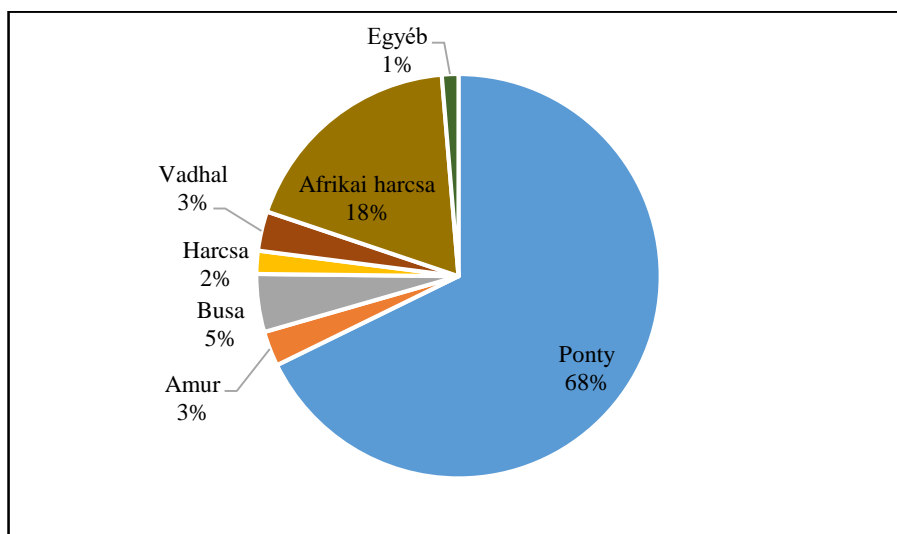
A 2019-ben a legjelentősebb pontytermelő európai ország Lengyelország (21252 tonna) volt, utána következett Csehország (17945 tonna) és Magyarország (11435 tonna). Ezzel egyébként Lengyelország a 10. Csehország a 12. Magyarország a 14. helyet foglalta el a világrangsorban.

### *2.2.1. A magyarországi pontytenyésztés számokban*

Magyarország tógazdasági haltermelése jelenleg 26585 hektárnyi pontycentrikus extenzív-tógazdaságokban történik (AKI, 2021). 2016-tól a kereskedelmi célú halászat tiltott, így a hazai halak kizárólag tógazdaságokból és intenzív rendszerekből vagy horgászatból származhatnak (MAGYAR KÖZLÖNY, 2015/58. SZÁM). Arányaiban az összes magyar haltermelés 80%-át a tógazdasági halak jelentik és csak 20%-ot tesznek ki az intenzív üzemek (AKI, 2020).

2020-ban 17895 tonna pontyot, 4885 tonna afrikai harcsát, 1223 tonna busát (a fehér és a pettyes busa együtt), 739 tonna amurt, 487 tonna harcsát, 834 tonna vadhalat és 350 tonna egyéb halat termeltünk összesen. Jól látható, hogy elsősorban tógazdasági halfajokról van szó, egyedül az afrikai harcsa (*Clarias gariepinus*) jelent kivételt, melyet intenzív rendszerekben állítanak elő.

A kizárólag étkezési célra felhasznált halak közül is egyértelműen látható a ponty meghatározó szerepe (1. ábra).



**1. ábra:** Hazánk étkezési célra megtermelt halainak százalékos eloszlása 2020-ban

Forrás: AKI (2021) (*Saját szerkesztés*)

Az elmúlt évek tendenciáiról megállapítható, hogy 2006 és 2020 közötti időszakban a tógazdaságokban előállított összes ponty mennyisége (I. nyaras, II. nyaras és III. nyaras) tartósan 15000 tonna körül mozgott, az elmúlt négy évben viszont egyértelműen enyhe emelkedés figyelhető meg (AKI, 2021).

Az étkezési célú hal aránya az összes megtermelt halhoz képest 70% között mozgott, ami teljes mértékben megfelel a jelenlegi tartástechnológiának (2020-ban ez az érték 66,5% volt). Ezt az évet azért emeltem ki külön, mert ez volt az első olyan teljes év, amire a COVID-19 világjárvány kihatott. Látható hogy a járvány megjelenése nem volt különösebb hatással a pontytermelés mennyiségére és struktúrájára sem.

Összesítve a hazai adatokat azt láthatjuk, hogy a ponty a legjelentősebb halfajunk, amit alapvetően a horgászigények kielégítésére és étkezési célra termelünk. Sem a fogyasztói (halfogyasztás mennyisége, szezonális javulása), sem a termelői mutatók (nagyobb mennyiségű termelés, intenzifikálás) érdemben az elmúlt évtizedben nem változtak.

A hazai halfogyasztás világszinten alacsonynak mondható, statisztikai adatok alapján az egy főre eső éves halfogyasztás 5,7 kg, melynek a 20%-át a ponty teszi ki (MAHAL, 2017). Magyarország az EU-ban az 1 főre vetített pontyhús-fogyasztásban viszont az első helyen áll 1,16 kg/fő/év átlaggal, míg az EU-s átlag nem éri el a 0,2 kg-ot sem (CSORBAI és URBÁNYI, 2018). Jellemzően élőhalként vásároljuk, vagy kevésbé feldolgozott termék formájában. Az eladásokra erős szezonális jelleg jellemző, az egy évben értékesített étkezési ponty 50%-a a karácsonyi időszakra tehető, habár a horgásztársadalom erősödésével ez az időszakosság kissé csökkent.

Bár a ponty alapvetően a Közép- és Kelet-európai régiókra jellemző halfaj, Franciaországban és Németországban is van hagyománya. A Nyugat-európai országokban viszont a versengő prémium kategóriás haltermékek (pisztráng, lazac, tengeri keszeg, stb.) jelentősen megnehezítik a piaci jelenlétét, így csak egy-két olyan régióban van jelentősége, ahol termelésének történelmi tradíciója van. A ponty legnagyobb hátránya sok más halfajjal szemben, hogy szátkás, az ételeket tekintve pedig a halászlén és a rántott halon kívül kevés más változatban készítik. Jövőbe mutató lehet, hogy a bojlis horgászok körében világszinten növekszik a ponty népszerűsége, így új, növekvő felvevőpiaccá válhatnak a horgásztavak és a rekreációs létesítmények. Azonban mivel a bojlis horgászat elsősorban nagyméretű, 10-15kg-os halat igényel, az ilyen testtömegű pontyok gazdaságos tenyésztés- és tartástechnológiája jelenleg még nem kidolgozott.

### **2.3. Biotechnológiai módszerek alkalmazása a haltenyésztésben**

A modern örökléstani módszereket segítségül hívhatjuk az állatnemesítésben is. Segítségünkre van a beltenyésztés fokának megállapításában, egyivarú állományok kialakításában, steril állományokat létrehozásában, vagy éppen egy újonnan leírt fajt is meghatározhatunk vele. HANCZ (2007) megállapítása szerint a haltermelésben a leggyakrabban alkalmazott örökléstani módszerek a gynogenezis, az androgenezis, a triploid állományok és, a monoszex állományok kialakítása.

A gynogenezis olyan megtermékenyítés, amely során csak a női kromoszómák öröklődnek. A kizárólag anyai öröklődést, mint a beltenyésztés egyik lehetőségét részletesebben majd később a 2.4.2. fejezetben tárgyalom, ugyanis részét fogja képezni az indirekt módszerrel előállított monoszex ikrás ponty állományok előállítása során alkalmazott technológiai lépéseknek.

Az androgenézis kizárólag hím kromoszómák öröklődését jelenti. A gyakorlatban olyan megtermékenyítést alkalmaznak, melynél az ikra genetikai anyagát besugárzással roncsolják, így az utódok kromoszómái csak a spermiumból származnak. Androgenézis során 25-30 kRad dózisú gamma besugárzást alkalmaznak, ez hatásos dózis tokfélék és a ponty esetében egyaránt, de kísérleteztek már dévérkeszeggel (*Abramis brama*) és compóval (*Tinca tinca*) is (BONGERS et al., 1994; BERCSÉNYI et al., 1998; KUCHARCZYK et al., 2014). A módszer alkalmas úgynevezett „szuperhímek” létrehozására is. Ezek a szuperhímek, nőtény egyedekkel keresztezve 100%-ban egyivarú hím populációt eredményeznek (CARRASCO et al., 1999). Az androgenézisnek kiemelkedő szerepe lehet a fajvédelemben is, ugyanis ha egy kiháló félben lévő halfaj spermáját kinyerik és spermamélyhűtéssel tárolják, akkor azt a későbbiekben egy másik hal ikrájában „bölcsőként” használva kikeltethetik, megmentve ezzel az adott fajt. Erre jó példa több tokfajjal végzett sikeres kísérlet (GRUNINA et al., 2006).

A normál halak diploid kromoszóma készlettel rendelkeznek, de sikerült már létrehozni triploid (LIU et al., 2001; 2016) és tetraploid egyedeket is, például ponty és aranyhal (*Carassius auratus gibelio*) esetében. A triploid halak nagy előnye, hogy szaporodásképtelenek, vagyis sterilek. A termelésben az az előnye egy ilyen halnak, hogy az ivartermék termelésére nem kell, hogy energiát és táplálóanyagot fordítson, így a triploid egyedek növekedése kedvezőbb, sőt a nem kívánatos vadívás is elkerülhető a termelő egységekben.

Triploid halakat jellemzően úgy lehet létrehozni, hogy tetraploid és diploid halakat keresztezünk, vagy ha valamilyen módon megakadályozzuk a termékenyítés utáni sarki test kiválását (REFSTIE, 1981). A triploid halaknak két fő felhasználási területe lehetséges.

Az egyik példa az Egyesült Államokban a triploid amur betelepítése az öntöző csatornákba. Az amur segít karbantartani a vizeket, megakadályozza a növények túlburjánzását, ugyanakkor sterilitása miatt nem szaporodik, nem borítja fel a helyi ökológiai egyensúlyt (ALLEN et al., 1987; THOMPSON et al., 1987; BONAR et al., 2002). Másik lehetséges irány az atlanti lazac nemesítésének példája, ahol azt feltételezték, hogy az ivarszerv fejlesztésére képtelen egyedek az energiájukat a gonád fejlesztése helyett hústermelésre fordítják (COTTER et al., 2002). A gyakorlati eredmények viszont ezt nem igazolták. GALBREATH és THOORGARD (1995) diploid és triploid egyivarú nőtény atlanti lazac állományokat hasonlított össze.

Ebben az esetben is a diploid állományok mutattak jobb növekedést és megmaradást. Valószínűsíthető, hogy a gyengébb növekedés annak köszönhető, hogy az ivarszervek hiányával párhuzamosan a különböző növekedési hormonok termelése is csökken, ami végső soron negatívan hat a termelési paraméterekre. Általánosságban elmondható, hogy a haltenyésztésben lazacfélékből, pisztrángfélékből és pontyfélékből hoznak létre triploid állományokat, akár keresztezéseket is, főként a termelési mutatók javítása érdekében (BALASHOV et al., 2017). A modern örökléstani és élettani vizsgálatok új eredményeinek köszönhetően számos vonatkozásban kutatják a triploid egyedeket, mint például anyagcsere problémák és génhibák megjelenése (SAMBARUS et al., 2017; GLOVER et al., 2020).

Több halfajnál is megfigyelhető, hogy a testi növekedés és az ivarszervek differenciálódása arányosan mutatkozik meg (KOCOUR, 2005). A nemi hormonok megjelenése elősegíti a növekedést (HULTA et al., 1985), éppen ezért bizonyos halfajoknál a hímeknek (nílusi tilápia), míg másoknál a nőstényeknek (ponty, pisztráng) gyorsabb az egyedfejlődése (CHERFAS et al., 1996). A jobb növekedési eréllyel rendelkező ivarból kialakított monoszex állományok hatékonyabb termelést, rövidebb tenyésztési időszakot és magasabb hasznot eredményezhetnek.

A következő bekezdésben szeretném bemutatni azokat az eseteket, amikor az egyivarú hím állományok kialakítása a cél, azt követően pedig azokat a fajokat, ahol pont ellenkezőleg, a nőstény állományok élveznek előnyt a termelés során.

A pettyes harcsa esetében (*Ictalurus punctatus*) az egyivarú tejes állomány bír jobb növekedési eréllyel (BARAS, 1999). GOUDIE et al., (1994) pettyes harcsa vizsgálata alapján az egyivarú tejes állományoknak jobb a takarmány értékesítése, mint a halfaj egyivarú ikrás állományának. Hasonló eredményre jutott HENKEN et al., (1987) is az afrikai harcsa esetében.

Az egyivarú tejes állományok kialakítása a nélusi tilápia termelésében a legelterjedtebb. A hím állományok gyorsabb növekedésűek és már 5-8 hónap alatt képesek elérni a kívánt piaci méretet (ROSS, 2000; RAKOCY, 2005).

CHAKRABORTY et al. (2011) extenzív tavi tartás technológiában vizsgálta a nílusi tilápiát és minden termelési paraméterben (testtömeg, testhossz, FCR, SGR%) jobban teljesített az egyivarú hím tilápia állomány a vegyesivarúval szemben. DAN és LITTLE (2000) kísérletében tavi és ketreces nevelésben is gyorsabb növekedésű volt az egyivarú hím állomány (CHAKRABORTY, 2010), és ugyanerre mutat rá DAGNE et al., (2013) és GITHUKIA et al., (2015) is, akik a vegyes ivarú állományok korábban történő ivarérésével magyarázzák a monoszex tejeshöz képest rosszabb termelési paramétereket. SIDDIK (2014) még külön a téli periódust is megvizsgálta, ahol az előbbiekhöz hasonló eredmények születtek.

Más halfajoknál az egyivarú ikrás állományok rendelkeznek jobb növekedési eréllyel. BARAS (1999) szerint a vundu (*Heterobranchus longifilis*) egyivarú ikrás állománya is ilyen halfaj, de az egyivarú ikrás csapósügér (*Perca fluviatilis*) állományok is 20%-al jobb növekedést eredményezhetnek intenzív rendszerben a vegyesivarú állományokhoz képest (STEJSKAL et al., 2009). PONGHTANA et al., (1999) fél éves korukig nevelt monoszex ikrás és vegyesivarú ezüst márnákat tavi körülmények között. A kísérletben bármelyik kezelést is nézzük az ikrások növekedése összességében jobb volt. Habár a két kezelést összehasonlítva a vegyesivarú állományok nagyobb átlagtömeget értek el, de ezt azzal magyarázta, hogy az egyivarú ikrásoknak 70%-os míg a vegyesivarúnak csak 38% volt a túlélési rátája azonos tartástechnológiai feltételek mellett. SHEEHAN et al., (1999) 100g testtömegtől 300g-ig nevelt vegyesivarú szivárványos pisztrángokat és hasonlította össze diploid monoszex ikrás és triploid állománnyal. Eredményei alapján a legjobb növekedést a triploid állomány érte el, de az egyivarú nőstény állomány is szignifikánsan jobb növekedést mutatott, mint a vegyesivarú állomány.

Különböző kísérletek alapján elmondható, hogy a ponty esetében a nőivarú egyedek rendelkeznek jobb növekedési eréllyel. Egyes tanulmányok szerint a tógazdaságban nevelt monoszex ikrás pontyállomány egynyaras korban majdnem 30%-al, míg kétnyaras korban közel 10%-al nagyobb biomassza hozamot termelt, mint a vegyesivarú állomány (KOCOUR et al., 2003, 2005). CHERFAS et al., (1996) szerint a háromnyaras egyivarú ikrás állományok növekedése 8%-al jobb volt a vegyesivarú állományéval szemben. A monoszex ikrás pontyoknak jobb az állomány egyöntetűsége is, ami feldolgozás szempontjából előnyös lehet (BEARDMORE et al., 2001).

Számos Közép-Kelet Európai tanulmány szerint a vegyesivarú pontyállományok esetében is nagyobb testtömegűek, jobb filékihozatalúak lesznek a háromnyaras ikrás egyedek. Ennek oka az, hogy az európai éghajlati viszonyok között a tejesekhez képest később kezdődik el az ivarérésük, amit jól mutatnak a szignifikánsan kisebb GSI (Gonadosomatic index) értékek (GELA et al., 2003; KOCOUR et al., 2007; BUCHTOVÁ, 2009).

#### **2.4. Monoszex ikrás pontyállományok kialakításának lehetőségei**

Az egyivarú ikrás pontyállományok módszereinek bemutatása előtt tisztázni kell, hogy milyen egyéb ivarmanipulációk lehetségesek még.

Két megközelítést vizsgáltam meg:

1, Közvetlenül (direkt) valamilyen külső behatás következtében válik egy halállomány monoszex ikrássá vagy tejesé (illetve valamelyik ivar irányába eltolódik az arány). Ilyen hatások lehetnek hormonindukció (androgén vagy ösztrogén) vagy közvetlen környezeti és élettani hatások (vízhőmérséklet, sótartalom, fény, népesítési sűrűség és egyéb).

2, Közvetett (indirekt) módszer alatt a beavatkozást nem közvetlenül az adott állományon végezzük, hanem egy generációval korábban. A cél olyan anyahalállomány kialakítása, melyeknek majd utódai lesznek egyivarú ikrások vagy éppen tejesek. A módszer bonyolultabb és lassabb, mint a közvetlen módszerek, de elletében az előzővel, itt teljes mértékben elérhető, a 100%-ban ikrás vagy tejes állomány.

##### *2.4.1. Direkt ivarátfordítás*

Közvetett ivarfejlődés befolyásolására számos lehetőség ismert. A haltenyésztésben a legismertebb és leggyakrabban alkalmazott technológia a hormonindukciós módszer, viszont emellett még számtalan olyan példát is láthatunk, ahol a környezeti tényezők változtatásával próbálják meg az ivararányt eltolni. Mivel a hormonális kezelés alkalmazása nagyon sikeres volt, így régebben ez az összes többi módszert háttérben szorította. Manapság, amikor a különböző hormonok használatának kockázatait több esetben is kimutatták, komoly igény mutatkozik, olyan módszerek használatára, ahol ennek a veszélye nem fenyeget. Részben ez volt az oka annak, hogy a kutatásom során szerettem volna megvizsgálni, hogy a ponty ivararánya befolyásolható-e a hőmérséklet változtatásán keresztül.

#### 2.4.1.1. Hormonkezelések

A szakirodalmak alapján különböző hormonok használata a haltenyésztéssel kapcsolatos kutatásokban igencsak elterjedtek. A felhasználási területük általában ivarszinkronizálásra és ivarátfordításra terjed ki. Jelenleg viszont az Európai Unióban tiltott a humán fogyasztási célú állati termékek hormonkezelése, de a halak esetében ivarzás szinkronizálás és ivarátfordítás céljából használatuk megengedett (11/2009. (II. 25) FVM RENDELET, MAGYAR KÖZLÖNY). Ez azt jelenti, hogy a fogyasztásra szánt halakat közvetlenül nem kezelhetjük hormonokkal, de használhatunk hormont ivarszinkronizálás céljából, segítve a halszaporítási munkát.

Amennyiben a cél, hogy az ivararányt tejes irányába toljuk el, akkor általában androgén hormonokat használunk. Ilyen androgén hormonok lehetnek a 17 alfa-metiltesztoszteron, dihidrotesztoszteronok vagy 17 alfa és béta trenbolon és még számos egyéb szer is (SEHGAL et al., 1995; LEET et al., 2011). A szintetikus androgén hormonok, köztük az egyik legelterjedtebb 17 alfa-metiltesztoszteron is számos tanulmány alapján endokrin diszruptornak (EDC) tekinthető, emiatt felhasználása halegészségügyi szempontból vitatott.

Sok példát találhatunk arra, hogy a leginkább termelésbe bevont halakat, például a nílusi tilápiát, pontyot, amurt is androgén hormonnal (főként 17 alfa-metiltesztoszteronnal) kezelik, létrehozva ezzel hím állományokat (LONE és MATTY, 1980; JENSEN 1983). Nem szabad elfelejteni azonban, hogy bizonyos ázsiai országokban, főként a déli és dél-keleti régiókkal (India, Banglades, Pakisztán, Kambodzsa, Mianmar) ellentétben, az Európai Unióval, nem tiltott az étkezési célú halakat hormonnal kezelni. Az egyivarú tejes állományok egyik előnye lehet például, hogy ezen állományok szexuális tevékenysége lecsökken és így elkerülhető a vadívás (MUNIASAMY et al., 2018). A halak gonádja akár az egyed tömegének 26-30%-át is kiteheti, így a korai ivarérés nagy táplálóanyag veszteséggel jár, csökkenti a hústermelés hozamát, így sterilizálás céljából is alkalmaznak nagy dózisú metiltesztoszteront (JHINGRAN, 1982; ALI és RAO, 1989). Harmadrészt bizonyos tanulmányok szerint a halak növekedésére általánosan is stimuláló hatást fejt ki a tesztoszteron (más androgén hormonok is), ezért ilyen célból is alkalmazhatják, összekapcsolva az egyivarú tejes állományok vagy a steril állományok előnyeivel (DEGANI és GALLAGHER, 1985).

Részletesebben megvizsgálva, a 17 alfa-metiltesztoszteron nagyon gyakran használt, széles körben elterjedt szintetikus androgén hormon a haltenyésztésben (COLBORN et al., 1993; SHELTON et al., 1995; DAMSTRA et al., 2002), amely könnyű felszívódásának és az élőszervezetből való gyors kiürülésének köszönhetően terjed el (SUMPTER, 2005). A hormont általában takarmányba bekeverve vagy vízbe történő beoldással juttatják a halak szervezetébe (PIFERRER, 2001; DEVLIN és NAGAHAMA, 2002; MUBARIK et al., 2011).

A vizsgált szakirodalmak is azt igazolják, hogy ponty esetében is az egyivarú tejes vagy steril állomány létrehozásához általában 17 alfa-metiltesztoszteront használnak.

Újabban az a gyakorlat, hogy 17 alfa-metiltesztoszteron helyett Fadrosol-t, egy aromataz enzimműködést gátló anyagot használnak ivarátfordításra. A módszert több halfajnál is sikeresen alkalmazták.

A nílusi tilápián (ALFONSO et al., 2001), a japán lepényhalon (*Paralichthys olivaceus*) (KITANO et al., 2007), a hongkongi sügéren (*Epinephelus akaara*) (LI et al., 2005), a mozambiki tilápián (*Oreochromis mossambicus*) (DAS et al., 2012) és a sárga tuskésharcsán (*Pelteobagrus fulvidrac*) is (SHEN et al., 2015) sikeresen alkalmazták a Fadrosolt hímivarú állományok létrehozására. A pontyot is megvizsgálták, ahol a kezelések dóziszfüggően 60-97%-os hím arányt eredményeztek, így ez a módszer is igen hatékonynak mondható. Sok esetben jobb ivadéknövekedést, nagyobb arányú megmaradást és kevesebb steril egyedet eredményezett a Fadrosolos kezelés a tesztoszteronnal szemben (TZCHORI et al., 2004).

Más a helyzet azokkal a hormonkezelésekkel, ahol egyivarú ikrás állományok kialakítására törekszenek. Az androgén kezelésekkel szemben, a megtalálható kisszámú szakirodalom azt igazolja, hogy sokkal kevesebb kutatás irányul a női nemihormon kezelésekre ivarátfordítás tekintetében. A legismertebb talán a 17 béta-ösztadiol, amely a humán gyógyászatban (fogamzás gátló tabletták, hormonpótlás) széleskörben alkalmazott szer (INTERNET 3).

A hormonok a humán felhasználás során jelentős mennyiségben bekerülnek a természetes környezetünkbe, így vizeinkbe is, ezért ezzel kapcsolatosan sok kutatás a hormonok környezetre gyakorolt hatását vizsgálja. A halak esetében a másodlagos nemi jellegre, ivarszervük fejlődésére és egyéb általános fejlődési és élettani, illetve immunválaszok hatásaira fókuszálnak (MACIUSZEK et al., 2020).

Néhány ilyen vizsgált halfaj a szivárványos pisztráng, atlanti lazac, ezüstlazac (*Oncorhynchus kisutch*), pénzes pér (*Thymallus thymallus*), medaka (*Oryzias latipes*), nagyfejű cselle (*Pimephales promelas*), és a zebradánió (*Danio rerio*) (BJÖRNSSON et al., 1989; LAHNSTEINER et al., 2006; SEKI et al., 2009).

Ettől függetlenül vannak olyan kutatások is, amelyek az ivararányokra is fókuszálnak. Néhány halfaj esetében sikeresen tudtak ikrás többségű állományokat létrehozni 17 béta-ösztadiol segítségével.

A kékkopoltyús naphal (*Lepomis macrochirus*) estében 100%-os ikrás állományt, a medaka (*Oryzias latipes*) esetében 75% feletti ikrás arányt sikerült kialakítani megfelelő koncentráció és expozíciós idő mellett (KOGER et al., 2000; WANG et al., 2008). A ponty esetében az eddig elvégzett kísérletek nem igazolták, hogy az ösztadiol kezelések befolyásolnák az ivararányt (KOMEN et al., 1989).

#### 2.4.1.2. Környezeti tényezők befolyása

Az ivarszerv kifejlődése során a tejes vagy ikrás irányt számos gén határozza meg (YAMAMOTO et al., 2014; SHEN és WANG, 2014), azonban erre a differenciálódásra hatással lehetnek a biotikus és az abiotikus tényezők is. Ha csak a környezeti tényezőket nézzük, a halak esetében az exogén hormonok, a pH, a háttér szín, a fényintenzitás, az oldott oxigén mennyisége, a vízhőmérséklet, az egyedsűrűség, a víz sókoncentrációja és a táplálék ellátottság is befolyásolhatja ezt a folyamatot (STRÜSSMANN et al., 2002; PANDIAN, 2013; DEVLIN és NAGAHAMA, 2002; OSPINA és PIFFERER, 2008).

A felsoroltak közül az egyik legegyszerűbben befolyásolható paraméter a vízhőmérséklet. A vízhőmérséklet változtatásával kapcsolatos kezelések kemikáliáktól mentesek, nem károsítják a környezetet, tehát fogyasztóbarát módszernek minősülnek (VALENZUELA et al., 2003; BAROILLER et al., 2009; SHEN és WANG, 2014).

A hőmérséklet ivararányt befolyásoló szerepét az állatvilágban teknősöknél figyelték meg először, ugyanis a legtöbb teknősfaj nemét a tojást ért hőmérséklet dönti el. Hűvösebb homokban történő kelés hímvivarú, viszont a melegebb kelési környezet nőivaráú többletet eredményez adott populáción belül (STANDORA és SPOTILA, 1985).

Ezt a jelenséget a közönséges ékszerteknősökön (*Trachemys scripta*) végzett megfigyelések (WIBBELS et al., 1991) és a díszes ékszerteknősökön (*Chrysemys picta*) végzett vizsgálatok is igazolták (JANZEN, 1994). A teknősökhöz, egyes krokodil- és gyíkfajokhoz hasonlóan a halak is változó testhőmérsékletű (poikilotherm) állatok, és a szaporodás szervrendszerének működését elsősorban a külső környezeti hőmérséklet befolyásolja (CONOVER, 2004).

A halak ivarának elsősorban genetikai meghatározottsága van, de ennek ellenére előfordulnak olyan halfajok is, melyek ivarfejlődésére a hőmérséklet jelentős hatással van. Az ivar kialakulása szempontjából halak esetében különböző csoportokat figyelhetünk meg:

1. Léteznek olyan halfajok, melyeknek az ivar kialakulása erősen genetikailag determinált (Genetic Sex Determination, GSD).
2. Más csoport esetében az öröklés mellett a hőmérséklet is jelentős szerepet játszik az ivarfejlődésben (GSD + TE, Temperature).
3. Egyes esetekben csak a hőmérséklet (Temperature-dependent sex determination, TSD) bír befolyással,
4. Az utolsó esetben pedig az ivari differenciálódás egy összetett, átfogó környezeti paraméterekre is érzékeny folyamat (Environment-dependent sex determination ESD) (CHARNOV és BULL, 1977; MANKIEWICZ et al., 2013; WILSON et al., 2014; GEFFROY és BARDONNET 2016).

Az összetett környezeti tényezőkről (ESD-ről) már több mint 40 éve gondolják, hogy befolyással bír az ivarfejlődésben, és ezeken belül a hőmérséklet hatása (TSD) a leginkább kutatott terület.

A tisztán hőmérsékleti hatást (TSD-t) nehéz megkülönböztetni a hozzá kapcsolódó genetikai (GSD+TE) ivar meghatározottságtól. Azt azonban elismerik, hogy a TSD működik bizonyos halfajoknál, de a legtöbb esetben nehéz a GSD-re, azaz a genetikai háttérre hatással lenni a vízhőmérséklet segítségével. A hőmérséklettel kapcsolatos ivar differenciálódás érzékenysége bizonyítottan örökölhető és a szelekcióval akár fel is halmozódhat (MAGERHANS et al., 2010; ABOZAID et al., 2011).

Számos halfajnál megállapították, hogy mesterséges körülmények között, az optimális környezeti hőmérsékletükhöz viszonyított alacsony és magas hőmérsékleti hatások, attól függően, hogy melyik életszakaszban érik az egyedeket, jelentősen befolyásolják az ivararányokat (ZANUY et al., 2001; RON, 2006; SFAKIANAKIS et al., 2012). A tartós, természetben előforduló vízhőmérséklet eltérések hatását több módon csoportosíthatjuk halfajok szerint. Az ún. „fm-séma” esetén az adott halfaj magas hőmérséklet hatására, az „mf-séma” esetén pedig az alacsony hőmérséklet hatására lesz az állomány tejes többségű. Egy harmadik változat pedig az „fmf- vagy mfm- séma”, ahol az optimális vízhőmérséklet okoz tejes vagy ikrás többséget egy adott populáción belül. Ezeknek a folyamatoknak a hormonális és enzimatis háttére folyamatosan kutatott téma (YAMAGUCHI és IWASA, 2018).

Különböző halfajokra más-más módon hatnak a vízhőmérsékleti kezelések. Az átláthatóság szempontjából néhány szakirodalmi példát aszerint csoportosítottuk, hogy tejes vagy ikrás többségű állományok alakulnak ki és említést teszünk arról is, ha nincs hatással a kezelés. Történeti szempontból érdekes, hogy az atlanti ezüstös oldalú hal (*Menidia menidia*) volt a legelső, ahol laboratóriumi kísérletekkel igazolták a vizsgált hőmérsékleti hatásmechanizmust (CONOVER, 1981). Mára ez már odáig fejlődött, hogy a hatásmechanizmusok megértését epigenetikai módszerekkel is vizsgálhatják.

Az optimális vízhőmérséklettől magasabb hőfokú kezelés hatására tejes többségű állományok lesznek: a medaka (*Oryzias latipes*), az aranyhal (*Carassius auratus*), a kék tilápia (*Oreochromis aureus*) (SATO, 2005), a guppi (*Poecilia reticulata*), a farkas sügér (*Dicentrarchus labrax*), a mozambiki tilápia (*Oreochromis mossambicus*) és az atlanti ezüstös oldalú hal (*Menidia menidia*) esetében. A kékkopoltyús naphal (*Lepomis macrochirus*) szintén ide tartozik, amennyiben a lárvát 29-34°C hőmérsékleten tartják a kelés utáni 4. napos korától kezdve 60 napos koráig (WANG et al., 2008).

Az argentin ezüstoldalú hal (*Odontesthes bonariensis*) a melegvizű kezelés hatására 100%-ban tejes lett (FERNANDINO és HATTORI, 2018). A japán lepényhal (*Paralichthys olivaceus*) és a déli lepényhal (*Paralichthys lethostigma*) esetében viszont az optimálisnál magasabb és alacsonyabb hőmérséklet hatására is a tejesek aránya nőtt meg a populáción belül (SELIM et al., 2009).

Az optimális vízhőmérséklettől magasabb hőfokú kezelés hatására ikrás többségű állományok jönnek létre a pettyes harcsa (*Ictalurus punctatus*) esetében, de a szivárványos pisztrángnál (*Oncorhynchus mykiss*) is megállapították, hogy kelés utáni 40. naptól 70. napig a legintenzívebb a hőmérséklet hatása és a magasabb hőmérséklet (kezelt 18°C; kontrol 12°C) hatására ikrás többség alakult ki a kontrol állományhoz képest (MAGERHANS és HÖRSTGEN-SCHWARK, 2010).

Az optimálistól alacsonyabb vízhőmérsékleten tartott állományok esetében ikrás többséget mutat a guppi (*Poecilia reticulata*), a farkas sügér (*Dicentrarchus labrax*), a mozambiki tilápia (*Oreochromis mossambicus*) és az atlanti ezüstös oldalú hal (*Menidia menidia*) (CONOVER és FLEISHER, 1986). A farkas sügér esetében a befolyás akkor a leghatásosabb, ha a keléstől számított első naptól kezdődően 17-18 mm-es testhossz kialakulásáig tart és 13°C-on nevelik a halakat. Ekkor a populáció több mint 70%-a lesz nőstény (SAILLANT et al., 2002; PIFERRER et al., 2005).

BROWN et al., (2014) szerint, a kaliforniai grunion (*Leuresthes tenuis*) esetében a hűvösebb hőmérséklet és a hosszabb megvilágítási periódus ikrás többséget eredményez, és az ivarfejlődés érzékeny időszakában hideg kezelést kapott argentin ezüstoldalú hal pedig (*Odontesthes bonariensis*) 100%-ban ikrás lett (FERNANDINO és HATTORI, 2018).

A celebessi vitorlášal (*Telmatherina ladigesii*) ivaralakulására nincs hatással a hőmérsékletváltoztatás. Ilyen esetben több környezeti tényezőt is figyelembe kell venni, például a vízhőmérsékletnek az oldott oxigénszintre gyakorolt hatását, a megfelelő táplálék ellátottságot, az egyedsűrűséget, a szaporodóképességet, a különböző stresszfaktorokat, melyek mind-mind együttesen szabályozzák az ivari determinációt populáció szinten.

A nyúlt homlokú harcsák és keresztezései (*Pelteobagrus fulvidraco*, *P. vachelli* and hybrids [*P. fulvidraco* (♀) × *P. vachelli* (♂)]) esetén sincs hatással a hőmérsékletnek az ivararányokra (ZHANG et al., 2016), de különböző megfigyelések szerint a pénzes pér esetében (*Thymallus thymallus*) sincsen (WEDEKIND et al., 2013). A csapósügérrre sincsen hatással az ivarfejlődés szakaszában a meleg vagy a hideg kezelés, de LIEW és ORBÁN (2013) kutatását alapul véve egy előrehozott meleg hőmérséklet kezelés 40% nőstény és 60% hím arányt eredményezett.

Ezzel a kísérlettel azt is bebizonyították, hogy bár a csapósügér ivarfejlődése genetikailag determinált, de a hőmérséklet mégiscsak hatással van valamilyen szinten az ivardifferenciálódásra (GSD+TE).

A pontyfélék családjába tartozó zebraadánió (*Danio reiro*) a differenciálatlan gonád típusba sorolható. Minden egyed fejlődése eleinte ikrás irányban indul el és csak a kelés utáni 25.-60. nap között dől el a végleges ivar (TAKAHASHI, 1977; UCHIDA et al., 2002; MAACK és SEGNER, 2003; VON HOFSTEN és OLSSON, 2005; WANG et al., 2007), mindegyik befolyással bír a kezelési hőmérséklet is (ABOZAID et al., 2011; ABOZAID et al., 2012; BROWN et al., 2015; LUZIO et al., 2016; RIBAS et al., 2017).

A szakirodalmi adatokat és azt a tényt figyelembe véve, hogy a ponttyal kapcsolatosan nem születtek még ilyen kísérletek, úgy gondoltuk, hogy érdemes megvizsgálni a hőmérsékleti kezeléseket esetleges ivardifferenciáló hatását, mert a ponty genetikailag determinált ivar esetén sem zárható ki a GSD+TE lehetősége.

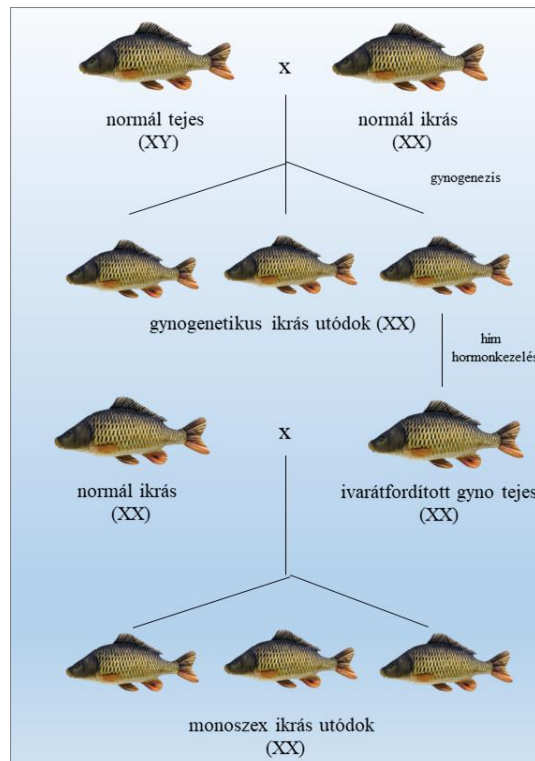
#### 2.4.2. Indirekt módszer

Az indirekt módszer eltér az előzőtől. Ebben az esetben egy korábbi generáció ivarátfordított egyedeit használjuk fel az egyivarú ikrás állományok kialakítására. A tenyészállatok esetében itt van létjogosultsága a hormonkezeléseknek, mert a kezelt halak nem kerülnek emberi fogyasztásra (GOMELSKY et al., 1994). A közvetett módszer folyamatai összetettebbek és költségesebbek a direkt módszerekhez képest. Az ilyen módon létrehozott anyahalak előnye, hogy a szaporodási képessége nem rosszabb a normál halakéhoz képest, így egy biztos anyaállományt fenntartva, a szaporítás évente megismételhető és ezáltal hosszú távon, nagy mennyiségű monoszex hal előállítására lehetséges (GOMELSKY, 1985).

A gyakorlatban a módszert alkalmazzák egyivarú hím és nőstény utódállományok kialakítására egyaránt. Gazdasági szempontból jelentős halfajokat nézve közvetett módszerrel alakítanak ki például egyivarú tejes nílusi tilápia és egyivarú ikrás pontyállományokat is. A két típus hatásmechanizmusa megegyezik, a különbség a létrehozott anyahalaknál van, a „szuperhímek” és „szupernőstények” gyakorlatilag ivari kromoszóma tükörképei egymásnak.

Most az egyivarú ikrás pontyállományok kialakításának közvetlen módszerét mutatom be, részletesen, időrendi sorrendben, megvizsgálva az egyes munkafolyamatokat és azoknak tudományos hátterét.

Az indirekt módszer bonyolult, ezt jól mutatja, hogy a gynogenetikus ikrás halakat ivarát átfordítjuk (úgynevezett neomale-eket hozunk létre), majd a neomal-eket ivarérésük után nőtényekkel szaporítjuk (2. ábra):



**2. ábra:** A monoszex ikrás pontyállomány kialakításának összefoglalása  
(HANCZ, 2007 alapján)  
(Saját szerkesztés)

A módszer első lépése a mesterségesen előidézett gynogenezis. Ez a szaporodásnak olyan formája, amely során az utódok az örökítő anyagot kizárólag a nőivarú szülőtől kapják. Számos olyan halfaj (például az ezüstkárász) ismert, melyek természetes úton is képesek a kizárólag anyai öröklődésre, de mesterséges úton is előidézhetjük. Például a nilusi tilápia, atlanti lazac, szivárványos pisztráng, ezüstmárna és a ponty esetében is (FEIST, 1995; GALBREATH és THORGAARD, 1995; PONGHTANA, 1999; CHAKRABORTY et al., 2011). Mesterséges gynogenezisnél az ikrát olyan spermával termékenyítik meg, amely genetikai anyagát valamilyen sugárzással (röntgen, gamma, UV) roncsoljuk, oly módon, hogy megmarad annak termékenyítő képessége. Az így létrejövő jellemzően haploid zigótában pedig visszaállítjuk a diploid állapotot.

Attól függően, hogy időben mikor történik a „visszaállítás”, beszélhetünk korai (meiotikus) vagy késői (mitotikus) öröklődésről. Az eljárások során a spermiumnak kezdetben a szerepe csak annyi, hogy beindítsa az ikra osztódását.

A sperma besugárzását legelőször szovjet tudósok röntgen-sugarakkal (100-200 kR) végezték el. Ennek hátránya, hogy a röntgensugarak gyenge reaktivitása miatt a kezelés hosszú ideig tart.

A legelsőnek röntgen besugárzás utáni meiotikus gynogenezist alkalmaztak (ROMASHOV et al., 1960). Ezt követően a technológia részletes kidolgozásra került Magyarországon, valamint a világ azon részein ahol pontyos kutatásokat végeztek (az akkori Csehszlovákia, Izrael, Hollandia).

A gamma-sugárzás drága és speciális infrastruktúrát igényel, ugyanakkor gyors és hatékony. Kobalt 60 ágyú segítségével 100 Krad dózisu gamma besugárzással rövid idő alatt el tudjuk érni a kívánt roncsolást (NAGY et al., 1978, KOMEN et al., 1988). Legújabbban az UV-sugárzás terjedt el, ugyanis a berendezés olcsó és szinte teljesen veszélytelenül használható. Hátránya, hogy az UV-sugaraknak kicsi az áthatoló képessége és nagyobb mennyiségű sperma egyenletes besugárzása nehezen oldható meg vele. Manapság ez a módszer a leginkább elfogadott és számos kísérlet igazolta már hatékonyságát (KOMEN et al., 1991).

Bármelyik módszert is választjuk, a következő technológiai lépés az ikrák megtermékenyítése és a haploiditás csökkentése meiotikus vagy mitotikus úton (HORVÁTH és ORBÁN, 1995). Ez a gyakorlatban a besugárzott spermával megtermékenyített ikrák hő vagy nyomás sokkolását jelenti.

Meiotikus anyai öröklődésről beszélünk, ha a meiózis második szakaszában meggátoljuk a poláros test kilökődését és úgy tesszük ismét diploiddá, hogy az anyából két kromoszómakészlet kerül az utódba (CSORBAI és URBÁNYI, 2018). Az utódok két különböző, nagyszülői kromoszóma szett rekombinációjából származó készlettel rendelkeznek, így sem az anyáéval, sem egymással nem azonos a génkészletük.

A másik lehetséges módszer a mitotikus típusú anyai öröklődés, mely a besugárzott spermával megtermékenyített ikrák diploiditását az első testisejt osztódásának gátlásával segíti elő. A gyakorlatban a meiotikus és mitotikus anyai öröklődés között a különbség, hogy míg az előbbinél a megtermékenyített ikrában végbemenő számfelező osztódást, addig az utóbbinál a sejt kettéosztódását, a megduplázódott kromoszómakészletek szétválását akadályozzuk meg az ikra hővel vagy nyomással történő sokkolásával.

Ez a két folyamat időben máskor játszódik le (a meiózis a termékenyítés után közvetlenül, a mitózis a termékenyítés után körülbelül félórával), ebből adódik a két különböző típusú hősokkolás idejének a különbsége.

Mitotikus gynogenezisnél a megfelelő időpontban elvégzett nyomás vagy hősokk (ponty esetében itt csak a melegsokkolás működik) hatására a létrejött utódok két teljesen egyforma kromoszómakészlettel rendelkező dihaploid halak lesznek (HORVÁTH és ORBÁN, 1995). Pontynál sok tanulmány foglalkozik a mitotikus anyai öröklődéssel és a technológia fejlesztésével (YOUSEFIAN et al., 1996; GOMELSKY et al., 1998). Gyakorlatban az ikrákat megtermékenyítés után 30 perccel, egy-két percre tartó 40°C-os vízfürdőbe kell tenni (GOMELSKY et al., 2003).

Markerek segítségével meg lehet állapítani, hogy az utód valóban csak anyai genomot örökölt. Ezek azok a tulajdonságok, melyek könnyen azonosíthatók, például a pikkelyes- tükrös allélpár, a vad-albínó szín allélpár, vagy a hemoglobin kodomináns allélpárja. Az ilyen fajta öröklődés folyamán alkalmazott besugárzás és hőmérsékleti sokk jelentősen csökkenti a termékenyülési és kelési százalékot és későbbiekben az utódok életképességét. Előfordulhat, hogy az utódoknak alig néhány ezreléke éri meg csak az ivarérett kort a nagymértékű beltenyészet és elhullás miatt. A vizsgálatok rávilágítottak arra is, hogy a technika alkalmazása önmagában nem alkalmas egyivarú ikrás állományok nagyüzemi termelésére (HANCZ, 2007).

Az anyai öröklődés során létrejött utódoknak csak később, a kelés utáni 30.-40. nap körül kezd el kifejlődni az ivarszerve, így ivarátfordítással lehetőségünk van befolyásolni a kialakuló ivari fenotípust. Ilyenkor közvetlen módon hormonális ivarátfordítást tudunk végezni. A kezelés nem módosítja a gének szerint kódolt ivart, így sikeres ivarátfordítás után olyan teljes halakat kapunk, melyek XX női kromoszómával rendelkeznek (ivarátfordított női kromoszómájú tejes).

Az első ilyen pontyállomány ivarátfordítását androgén hormonnal, hímvivar irányába magyar kutatók végezték el (NAGY et al., 1981). A kelés utáni 40.-80. nap között, 17 alfa-metiltesztoszteron hormon adagolásával 70-90%-ban hím egyedeket kaptak, csekély elhullás mellett (HULAK et al., 2007; SINGH, 2013; JENSI, 2016).

Az ivarátfordított hím egyedek sperma mennyisége és termékenyítő képessége nem marad el a normál tejesektől és nem mutatnak rendellenességeket sem (GOMELSKY, 1985). Éppen ezért az így kialakított halak ivarérettségük után alkalmasak a termékenyítésre és sikeresen alkalmazhatóak egyivarú ikrás utódállományok létrehozására.

## 2.5. A fél-intenzív tavak takarmányozási lehetőségei

Az előző fejezetekben tisztáztuk a monoszex ikrás állományok kialakításának technológiáját, arról azonban nem esett szó, hogy az ezzel kapcsolatos kísérleteket milyen típusú haltermelő rendszerekben és milyen takarmányozási technológia mellett végezték el.

Pontytenyésztésre alkalmasak lehetnek a recirkulációs rendszerek (PRABHU et al., 2017), a ketreces halnevelő rendszerek (ABERY et al., 2005), a tó a tóban rendszerek és a hagyományos tavak egyaránt. Mivel a pontyot általában nem intenzív rendszerben nevelik, ezért kevés a piacon fellelhető intenzív rendszerben használható pontytápok száma. A jelenleg előállított tápok alapvetően halastavi körülményekhez vannak optimalizálva, így amennyiben a pontyot zárt rendszerben szeretnénk nevelni, szükségünk lesz egy méretben és beltartalomban egyaránt megfelelő tápsorra. A tápfejlesztésnél figyelembe kell venni, hogy egy pisztráng vagy lazac táphoz képest a ponty igényeihez igazodva alacsonyabb fehérje tartalom szükséges.

Halastavak esetében a kiegészítő takarmányozást, az energia szükségletet magas keményítő tartalmú gabona magvakkal, főként kukoricával, búzával esetenként őszi árpával, tritikáléval oldják meg (MARKOVIC et al., 2016). Itt is érdemes megvizsgálni a hagyományos kiegészítő takarmányozás helyettesítését valamilyen teljes értékű, erre a célra kifejlesztett táppal. Nem is kell annyira messze menni, ugyanis például Szerbiában már döntően táppal etetnek tógazdaságokban (CSORBAI és URBÁNYI, 2018) is. A táppal történő nevelés egy jó lehetőséget teremt arra, hogy egy intenzívebb, kisebb területigényű, rövidebb tenyésztési időszakú, a trágyázást elhagyó pontytermelés valósulhasson meg (HARDY és BARROWS, 2002; PATHUMNAKUL és PIEWTHONGNGAM, 2010; HEGYI és LEFLER, 2016).

Szintén intenzifikálási lehetőség lehet még a hazai és külföldi pontytájfajták keresztezéseinek vizsgálata. Cseh kutatóknak már sikerült olyan keresztezéseket kialakítaniuk, ahol az egyedek akár 20%-al jobb növekedést produkáltak a tiszta tájfajtához képest, azonos környezeti (halastavi) feltételek mellett. Példaként említeném, hogy magyar tükrös tájfajtát kereszteztek tatai, amuri és ropsha vonalakkal (pikkelyes tájfajták) és minden esetben a keresztezések sokkal jobb növekedést mutattak (LINHART et al., 2002; GELA et al., 2003).

A szakirodalmak alapján a világ pontytermelésének túlnyomó többsége fél-intenzív módon történik (NAYLOR et al., 2000), nagyjából 70 hektárnál kisebb méretű tavakban (INTERNET 4). Az ázsiai régiókban, főként Kínában is a kisebb méretű, de integrált tavi rendszerek az elterjedtek, ahol a hagyományos gabonaféléket táppal együtt használják kiegészítő takarmányozásra (STEFFENS és WIRTH, 2007). Európában a takarmányozás még mindig alapvetően tisztán csak a gabonafélék etetésére épül (MRÁZ et al., 2012). HANCZ (2007) szerint a hazánkban történő pontycentrikus haltermelés ezzel a kiegészítő takarmányozási módszerrel „fél-intenzívnek nevezhető”.

A NAIK-HAKI egy 2018-as kiadványa pontosan meghatározza, hogy mit értenek extenzív és félintenzív termelés rendszer alatt: „A tavi halgazdálkodás a legtöbb országban „extenzív” (kizárólag a természetes hozam hasznosítására alapozott haltermelés), vagy „fél-intenzív” (kiegészítő gabonatakararmányozással növelik a hozamokat) termelési gyakorlatot jelent, ahol a tavakban a haltermelés érdekében betárazott vizet hosszabb-rövidebb ideig visszatartják” (INTERNET 5). Látható, hogy az Ázsiára jellemző a takarmány és táp kombinációja itt meg sem jelenik önálló termelési rendszerként.

Hazánk szempontjából fontos, hogy a Kelet- Közép európai régióban, főként Szerbiában, a 2000-es évektől elindult egy olyan folyamat, amelyben a hagyományos, kiegészítő takarmányozást felváltja a fajspecifikus táppal történő etetés. Ennek a technológiai váltásnak köszönhetően az elmúlt húsz évben Szerbia pontytermelése megduplázódott (MARKOVIC et al., 2016). Míg a FAO adatbázisa alapján a pontytermelés 2000-ben alig 2836 tonna volt addigra 2010-re elérte a 6155 tonnát.

TACON és METIAN (2008) szerint a ponty közönséges gabonamagvakkal történő, kiegészítő takarmányozása kiszorulóban van, és egyre jobban átveszi a helyét a tisztán mesterséges tápokra alapozott etetés. Emiatt azonban felvetődik néhány vizsgálendő kérdéskör is, többek között a mesterséges tápok környezetkárosító, környezetterhelő hatásainak vizsgálata (RUTEGWA et al., 2019). Felvetődött olyan technológiai hátrány is, hogy a tápetetés hatására megváltozik a halak takarmányfelvétele és fokozódik az állományok szétnövése (JURAJDA et al., 2016).

Más tanulmányok a tápok hatását vizsgálták a halak egészségügyi állapotára vonatkozóan (RASKOVIC et al., 2016) és elemezték a már tápon nevelt, fogyasztásra szánt ponty húsmínőségét és zsírsavprofilját (DEJANA et al., 2016). Gondot jelenthet ugyanis, hogy a koncentrált fehérjetartalmú tápok elősegítik a zsírosodást és negatív irányba befolyásolják a halhúsban található Omega-6 és Omega-3 zsírsavak arányát (CANDELLA et al., 2011).

A felvetődő környezetszennyezési és halegészségügyi, halhús minőségi problémákra egy régi-új technológiai lehetőséget is vizsgálnak, az „organikus” pontytenyésztést. Az ilyen típusú haltenyésztés ötlete Indiából származik, lényege, hogy kombináltan tenyésztenek halat és rizst egyszerre, nem használnak kemikáliákat, sem kiegészítő takarmányozást, annak érdekében, hogy a természetes ökológiai egyensúlyba ne avatkozzanak bele (SAIKIA és DAS, 2004).

Ezt a rendszert a mai modern szemléletbe átültetve Németországban, Csehországban és Ausztriában már több ilyen kísérletet végeztek, ahol a halak növekedése mellett (ami egyébként minden esetben elmaradt a hagyományos pontytenyésztés eredményeitől) az egyéb környezeti tényezőket - például a vízi biodiverzitás növekedését- is pozitív eredményként értékelték (BIERMANN és GEIST, 2018; ADÁMEK et al., 2019; ANTON-PARDO et al., 2020). MARKOVIC et al., (2016) ennek a szemléletnek ellentmondóan azt bizonyította, hogy a magas fehérjetartalmú tápok nem okoznak zavart, sőt, maradéktalanul beépülnek a környezeti ökoszisztémába és még közvetve elő is segítik a pontyok növekedését.

## **2.6. Szakirodalom értékelése**

A világ negyedik legnagyobb mennyiségben megtermelt halfaja a ponty, az amur, a fehér busa és a nílusi tilápia után (FAO FISHSTAT J, 2020). Termelési volumenének megoszlása azonban területileg aránytalan. A világon 2018-ban előállított 4,189 millió tonna ponty 96%-át Ázsiában (Oroszországgal együtt) termelték meg, ahol Kína dominanciája egyértelműen kiviláglik (össztermelés 70%-a). A termelés volumenét meghatározza, hogy nagy mennyiségben, sokszor más halfajokkal együtt, a rizsföldeket bevonva tudnak pontyot tenyészteni. Az ország történelméhez, kultúrájához, étkezési hagyományaihoz is nagymértékben hozzátartozik a ponty. Az Európában megtermelt 102,000 tonna ponty a világ termelésének csupán 2%-át jelentette 2018-ban.

Az európai földrészen a ponty, az atlanti lazac és a szivárványos pisztráng után, a harmadik legjelentősebb halfaj, viszont a termelés földrajzi eloszlása igen jellegzetes, elsősorban a Kelet- Közép európai régióra korlátozódik.

A halfaj tág környezeti tűrőképessége (tág víz hőmérséklet és oldott oxigén tűréshatár, opportunistá jellegű táplálkozás) és szaporasága (forró égővi, szubtrópusi éghajlaton akár évi háromszor is leívhat) miatt, a világon szinte bárhol megél és tenyészhető is nagyobb mennyiségben tavi körülmények között. A ponty esetében a globális klímaváltozás (felmelegedés), környezeti változások hatására a megtermelt mennyiség feltételezhetően növekedni fog és egyre több országban lesz majd jelen. Ezt a feltételezést alátámasztja, hogy az elmúlt húsz évben a világ összes pontytermelése a duplájára növekedett (FAO, FISH STAT J, 2020). Európában nem történt ilyen érdemi változás, még a Közép-Kelet európai régióban sem. Sok esetben - például Lengyelországban, Csehországban, Magyarországon is- annyira változóak a számok, hogy csak most, a 2020-as évekre érte el a termelés újra az 1989-es, rendszerváltás körüli szintet.

A regionális „újra növekedés” több tényezőre is visszavezethető. A rendszerváltás utáni gazdasági és tulajdonviszonyok mostanra rendeződtek, nőtt a szektor pénzügyi támogatása (például EU-s pályázatok), több lett a lehetőség a kutatás-fejlesztés területén és csökkent a értékesítés szezonálisitása. Szintén a növekedési pályát erősíti a hagyományok újjáéledése, a „rég elfeledett receptek” divatja és az egészségtudatos életmód alapjaihoz tartozó halhús fogyasztás fontossága. A halhús fogyasztás növekedésében kiemelt szerepe lehetne a marketing tevékenységnek is, de véleményem szerint kevés a hazai pontyot és haltermékeket népszerűsítő hirdetés a különböző televízió, internet és közösségi média felületeken egyaránt.

A szakirodalmakat feldolgozva látható, hogy sok hazai és külföldi kutató, foglalkozik jelenleg a pontytermelés technológiai fejlesztésének kérdéseivel. Amennyiben termelői részről fokozni kívánjuk a megtermelt hal mennyiségét, úgy mindenképpen az intenzifikálás valamelyik módjára van szükség. Gyakorlati szempontból, több lehetőség is rendelkezésünkre áll: 1, Termelő rendszer szempontjából - tó a tóban rendszer, intenzív kistavak, recirkulációs, ketreces rendszerek bevonása. (NASIR és AL-SRAJI, 2012; MILLER és CROWN, 2016, DIMOVSKA és STOJANOVSKI, 2019). 2, biotechnológiai szempontból – jobban teljesítő tájfajta keresztezések, monoszex, triploid, steril állományok lehetnek a megoldások.

A cél, hogy minél költséghatékonyabban, kevesebb takarmány felhasználásával, rövidebb idő alatt, nagyobb népesítés mellett, víztakarékosabb módszerrel tudjunk piaci méretű halat előállítani. Külön kiemelhető, hogy a fél-intenzív tavakban végzett pontyos kísérletekben Európán belül a balkáni régió egyértelműen az élen jár, megelőzve a nagy Közép-európai pontytermelő országokat.

Az intenzifikálási módszerek másik, biotechnológiai szempontú megközelítése alapján a témám az egyivarú ikrás pontyállományokat érinti, mint egyfajta megoldási lehetőség a feltett kérdésre.

A Közép Kelet-európai kontinentális éghajlatnál az egyivarú ikrás állományoknak növekedési előnyei megmutatkoznak, amennyiben egy vagy két-nyaras pontyot állítanak elő halastavi körülmények között (KOCOUR et al., 2003, 2005). A későbbi korosztályok esetében ez a növekedési előny eltűnik. Véleményem szerint, hiányoznak a vizsgálatok olyan földrajzi területekről, például az egyenlítői vagy szubtrópusi éghajlatokról, ahol folyamatosan meleg vízben, jó tápanyag ellátottság mellett nevelnének ilyen állományokat. Kevés szakirodalom található a kisebb méretű, intenzív tavi nevelésről, tápetetés mellett, és a recirkulációs vagy ketreces rendszerekben történő pontynevelésről is nagyon kevés információval rendelkezünk.

Étkezési szempontból az is felvetődik, hogy vajon jó-e nekünk az ikrás ponty vagy sem? Tapasztalatok azt mutatják, hogy a haltej önmagában is egy kedvelt fogás, ezért többnyire a fogyasztók jobban kedvelik a tejes halakat. Másik különbség, hogy az ikrás halaknak -amennyiben nagymennyiségű ikrát halmoznak fel-, elvékonyodik a hasfaluk, a húruk pedig elzsírosodik, valamint a nagy mennyiségű ikrának köszönhetően nagyobb lesz az ivarszerv tömege a húskihozatal kárára, mint a tejesek esetében. Az egyivarú tejes pontyokat megvizsgálva említi néhány szakirodalom, hogy lehetséges a kialakításuk androgenezissel (BONGERS et al., 1999), ugyanakkor nagyon kevés gyakorlati tapasztalat található ezzel kapcsolatosan. Arra látható példa, amikor különböző okok miatt (vadívás elkerülése miatt, egyéb halakkal való összeívás, jobb növekedés elérése) főként Dél és Dél-kelet Ázsiai országok alkalmaznak hormonkészítményeket, és így hoznak létre monoszex hím pontyállományokat (MUBARIK et al., 2011). A gondot csak az jelenti, hogy az EU-ban és a hozzánk hasonló élelmiszer biztonsági szabályozásokkal rendelkező országokban nem engedélyezett a közvetlenül hormonkezelt halak étkezési fogyasztása (11/2009. (II. 25) FVM RENDELET, MAGYAR KÖZLÖNY).

### 3. Anyag és módszer

Az értekezéshez szükséges kísérleteket a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Halbiológiai Laboratóriumában található keltető egységben, akváriumaiban és különböző recirkulációs rendszerekben végeztük el.

Az állatkísérletek elvégzéséhez rendelkeztem a szükséges etikai engedéllyel:

*Állatkísérletek elmélete és gyakorlata – B kurzus.*

*Akkreditációs szám: AB4.0/2016*

*Oklevél szám: 360/2017/DEMÁB*

A vizsgálataim négy témakörrel foglalkoztak:

- 1, Monoszex ikrás pontyállományok kialakítása, direkt módszerrel, víz hőmérsékleti kezelése segítségével. (1. és 2. kísérlet)
- 2, Monoszex ikrás és vegyesivarú pontyállományok teljesítményeinek vizsgálata, recirkulációs rendszerben. (3. kísérlet)
- 3, Tógazdasági viszonyok között az ivari különbségek vizsgálata a halak testtömegére és vágási %-ra vonatkozóan. (4. kísérlet)
- 4, Idényen kívüli szaporítás után az állományok előnevelése intenzív rendszerben, majd különböző halastavi utónevelési stratégiák alkalmazása. (5. kísérlet)

#### 3.1. Monoszex ikrás pontyállományok kialakítása direkt módszerrel

##### 3.1.1. Ivarszerv differenciálódása előtti kezelés

A kísérlethez szükséges állományt szezonon kívüli indukált pontyszaporítás keretében előállítottunk elő. A szaporításra 2 ikrás és 3 tejes Hajdúszoboszlói tükrös tájfajtájú anyahalat választottunk ki. A halakat KUCHARCZYK et al., (2008) protokollja alapján szaporítottuk le. A sikeres szaporítás után az ikrák a keltető egységben 3 nap alatt keltek ki 22°C fokos víz hőmérsékleten.

Kelés után, a még levegőt nem vett állományt kilenc részre osztottam, majd azonos telepítési sűrűség mellett három különböző hőmérsékletű (22°C, 25°C, 29°C-os) csoportot alakítottam ki. A vízhőmérsékleti kezeléseket akváriumi rendszerben hajtottuk végre (3. ábra).



**3. ábra:** A 150 liter/ egységnyi hasznos víztérfogatú akváriumrendszer (Saját felvétel)

A kísérlet alatt a pontyokat 40 napos korukig neveltük. Minden egységet egyedi levegőztetéssel, szivacszűréssel és hőmérsékletszabályozással láttunk el, az akváriumok hasznos víztérfogata 150 liter volt. A téglalap alakú akváriumokat 2 sorban helyeztünk el, a rendszert összesen 9 darab egység alkotta (1. táblázat).

*1. táblázat*

A kísérleti akváriumok elrendezése

T29	T29	T29	T24	T24
	T22	T22	T22	T24

A kísérleti állományokat 22°C-on, 25°C és 29°C-on neveltük. Valamennyi beállítást 3-3 ismétlésben hajtottunk végre. A mesterséges megvilágítás időtartama napi 14 óra volt (06:00 – 20:00 óra között).

A vizsgálatot akváriumonként 30-30, összesen 270 darab ponty lárvával állítottuk be. A kihelyezés előtt, a frissen kelt lárvákra való tekintettel, nem mértük le a halak nedves testtömegét és testhosszúságát, azokat majd csak a kísérlet végén, egyedileg határoztuk meg, amihez két tizedes pontosságú digitális mérleget (VWR SE 422 – 0,01g) és milliméterpapírt használtunk. A standard és teljes testhossz adatokat Image J szoftver segítségével értékeltük ki.

Az oldott oxigén mennyiségét és koncentrációját (mg/liter, %) és a vízhőmérsékletet minden akváriumban naponta mértük HACH LANGE HQ30d műszer segítségével. Minden akváriumban hetente ellenőriztük a víz kémhatását, illetve a különböző, vízben előforduló nitrogénformákat (ammónia, nitrit) HACH LANGE DR3900 spektrofotométer segítségével. A kezelés alatt mért vízminőségi paramétereket az 2. táblázatban szemléltettem.

## 2. táblázat

A kísérleti akváriumok vízminőségi paraméterei

	T22	T25	T29
Vízhőmérséklet (°C)	21,87±0,69	25,12±0,99	29,12±0,66
Oldott oxigén (mg/l)	8,17±0,52	7,87±0,16	7,21±0,34
Oldott oxigén (%)	93,2±3,2	91,2±6,3	90,2±4,4
pH	8,5±0,0	8,6±0,1	8,6±0,1
Nitrit (mg/l)	0,2±0,0	0,2±0,0	0,3±0,2
Ammónia (mg/l)	0,1±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0

A halakat először élőeleséggel (*Artemia sp.*) etettük, majd tápra szoktattuk. A kicsi tápadagok miatt kézzel etettünk, napi 3 alkalommal, 9:00-12:00-16:00 órákor. A kísérlet során naponta egy alkalommal, az el nem fogyasztott takarmányt és a halak ürülékét szilikon csővel eltávolítottuk, emellett hetente egyszer 50% vízcserét hajtottunk végre.

A 40 napos kísérlet végén kezelésként megmértük 30 darab hal egyedi testtömegét, standard testhosszát, teljes testhosszát és meghatároztuk a kondíciófaktorukat is. A három kísérleti állományt 60-60 darabra leválogatva 1000 liter/egységnyi hasznos víztérfogatú recirkulációs rendszerben neveltük tovább 12 hónapos korukig. Az utónevelés idején 36% nyersfehérje és 8% nyerszsír összetételű saját gyártású tápot etettünk.

Az ivarmegállapítás során a halakat szegfűszegolaj segítségével túlaltattuk, majd feltártuk az ivarszervüket. Kezelésenként 40 darab hal adataiból határoztuk meg az átlag testtömegeket (g) és az átlag standard testhosszokat (cm). A halak és a gonádok tömegét két tizedes jegy pontosságú VWR SE 422 digitális mérleggel mértük le. A gonádok azonosítását VWR VisiScope BL224T1 digitális mikroszkóp segítségével végeztük el.

### 3.1.2. Ivarszervek differenciálódása alatti kezelés

A kísérletben résztvevő hajdúszoboszlói tükrös tájfajtájú állományt a Bocskai Halászati Kft. keltetőházában szezonális pontyszaporítás során állítottuk elő. A szaporítást követően, a már levegőt vett 3 napos lárvákat a DE MÉK Halbiológiai Laboratóriumába szállítottuk. Az állományokat ekkor még nem elkülönítve, 1 darab 150 liter víztérfogatú akváriumban helyeztük el és  $22 \pm 1,5^\circ\text{C}$  víz hőmérséklet mellett neveltük. A pontylárvák elsőként élőeleséget, sórákot (*Artemia sp.*) kaptak, majd fokozatosan tápra szoktattuk őket.

A negyvennapos korokban az állományt kilenc részre osztottuk, majd azonos telepítési sűrűség mellett három különböző hőmérsékletű ( $24^\circ\text{C}$ ,  $28^\circ\text{C}$ ,  $32^\circ\text{C}$ ) csoportot alakítottunk ki.

A víz hőmérsékleti kezeléseket az előbbieken már bemutatott 150 literes akváriumrendszerben hajtottuk végre. A kísérlet során a pontyokat kelés után 40-85 napos koruk között kezeltük.

Az akváriumokat 2 sorban helyeztünk el, a rendszert összesen 9 darab egység alkotta (3. táblázat).

3. táblázat

A kísérleti akváriumok elrendezése

T32	T32	T32	T28	T28
	T24	T24	T24	T28

A kísérletet akváriumonként 20-20, összesen 180 darab ponty ivadékkal állítottuk be. A kihelyezés előtt lemértük a halak nedves testtömegét, testhosszúságát, valamint a kísérlet végén is egyedileg határoztuk meg a paramétereket. A testtömeget két tizedes pontosságú digitális mérleggel (VWR SE 422 – 0,01g), a standard és teljes testhosszt 1 mm-es beosztású vonalzóval mértük meg.

A víz oldott oxigén mennyiségét és koncentrációját (mg/liter, %), valamint a víz hőmérsékletét minden akváriumban naponta mértük HACH LANGE HQ 30d műszer segítségével. A mesterséges megvilágítás időtartama napi 14 óra volt (06:00 – 20:00 óra között). A víz kémhatását szintén HACH HQ 30d-vel hetente, illetve a különböző vízben előforduló nitrogénformákat (ammónia, nitrit) szintén hetente ellenőriztük HACH LANGE DR3900 spektrofotométer segítségével. A kezelés alatt mért vízminőségi paramétereket az 4. táblázatban szemléltetem:

4. táblázat

A kísérlet vízminőségi paraméterei

	T24	T28	T32
Víz hőmérséklet (°C)	24,3±0,9	28,3±0,8	31,8±0,8
Oldott oxigén (mg/l)	6,8±0,6	6,2±0,6	5,9±0,5
Oldott oxigén (%)	83,4±7,0	81,6±6,1	80,9±5,6
pH	8,7±0,1	8,7±0,1	8,7±0,2
Nitrit (mg/l)	0,3±0,2	0,2±0,1	0,3±0,2
Ammónia (mg/l)	0,2±0,1	0,0±0,0	0,0±0,0

A halak takarmányozása *ab libitum* történt. A halak napi takarmánymennyiségét kézzel juttattuk ki, napi 3 alkalommal, 9:00-12:00-16:00 órákor. Ha szükséges volt akváriumtisztítást és 20% vízcsere-t végeztünk el.

A 45 napos kísérlet végén kezelésként megmértük 30 darab hal egyedi testtömegét, standard és teljes testhosszát, és meghatároztuk a kondíciófaktorukat is. Az állományokat 1000 liter/egységnyi víztérfogatú recirkulációs rendszerben neveltük tovább 12 hónapos korukig.

Kezelésként 50 darab hal adataiból határoztuk meg az átlag testtömegeket (g) és az átlag standard testhosszokat (cm). A kísérleti halak ivarszervét érzéstelenítéses túlaltatás (szegfűszegolaj segítségével) után feltártuk. A halak és a gonádok tömegét két tizedes jegy pontosságú VWR SE 422 – 0,01g digitális mérleggel mértük le. A gonádok azonosítását VWR VisiScope BL224T1 digitális mikroszkóp segítségével végeztük el.

### 3.1.3. Kísérletek statisztikai kiértékelése

Az akváriumban elvégzett kísérletek végén az alábbi termelési paramétereket határoztuk meg:

- A kísérletek végén meghatároztuk a halak megmaradását (élő egyedek száma / kihelyezési darabszám) \* 100), illetve minden egyes akvárium esetében megmértük az ivadékok egyedi nedves testtömegét és standard és teljes testhosszát
- Kondíciófaktor,  $K = W/L^3 \times 100$ , ahol W: nedves testtömeg (g), L: standard testhossz (mm)
- Relatív takarmány együttható,  $FCR (g/g) = F/(W_f - W_i)$ , ahol: F: a kísérlet során elfogyasztott takarmány (g),  $W_f$ : végső testtömeg (g),  $W_i$ : kezdő testtömeg (g)
- Speciális növekedési ráta,  $SGR \% = (\ln W_f - \ln W_i) / t \times 100$ , ahol:  $W_f$ : végső testtömeg (g),  $W_i$ : kezdő testtömeg (g), t: napok száma

Az utónevelések végén megmértük a halak egyedi testtömegét, standard testhosszát, meghatároztuk a halak kondíciófaktorát és mellette lemértük a halak ivarszervének tömegét, meghatároztuk az átlagos gonádtömeget és a GSI indexet, és kiszámoltuk az ivararányokat:

-GSI (%)= (gonádtömeg (g) / testtömeg (g))\*100 képlettel

-Ivararányok= (tejes egyed/összes darabszám)\*100 illetve (ikrás egyed/ összes darabszám)\*100

A statisztikai vizsgálatokat IBM SPSS 22 programmal végeztük el:

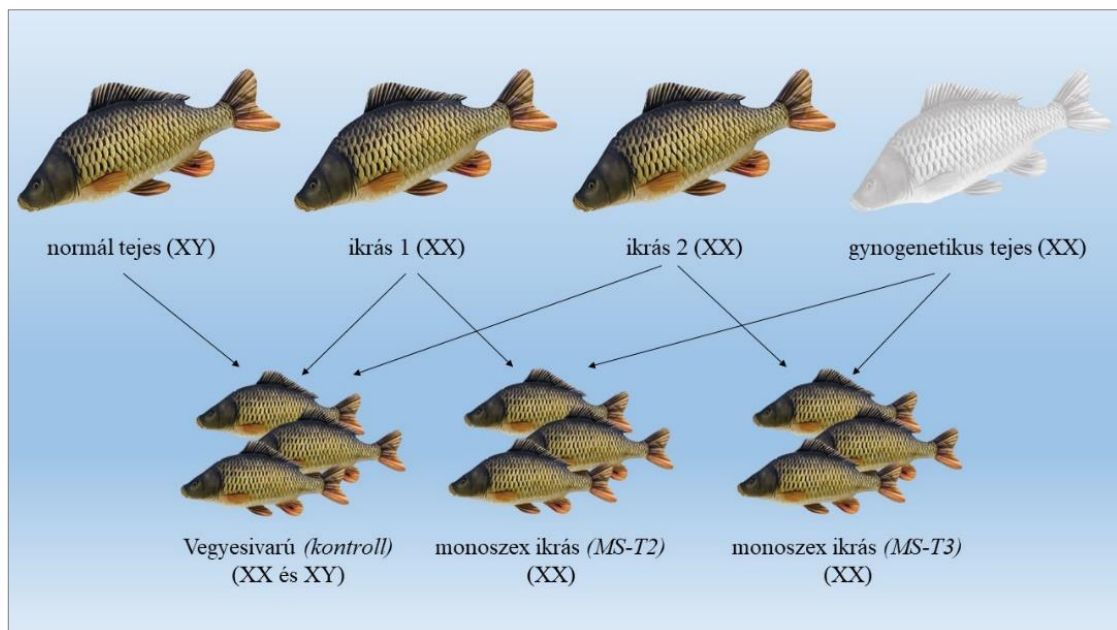
- Az akváriumban elvégzett kísérletek adatainak (testtömeg, kondíciófaktor, SGR%, FCR) kiértékelését egytényezős varianciaanalízissel, egy utas ANOVA LSD teszttel határoztuk meg.
- Az akváriumban elvégzett kísérletek megmaradásainak összehasonlítására  $\chi^2$  próbát alkalmaztunk.
- Az utónevelt 12 hónapos halak esetében a kezelések közötti paraméterek összehasonlítására és az egy adott csoporton belüli tejes-ikrás egyedek paramétereinek vizsgálatára kéttényezős variancia analízist (two-way ANOVA), Tukey's HSD-t post hoc tesztet használtunk,

A megmaradások valamint az ivararányok összehasonlítását az előbbiektől eltérően, R Software Package 3.0. programmal végeztük és illeszkedés vizsgálatot hajtottunk végre, ahol  $\text{Chi}^2$  próbát alkalmaztunk az ivararányok különbségének meghatározására.

### 3.2. Intenzív rendszerben és tógazdaságban nevelt pontyállományok vizsgálata az ivari változók szempontjából

#### 3.2.1. Monoszex ikrás és vegyesivarú állományok szaporítása és előnevelése intenzív rendszerben

A kísérleti állományokat Szarvason a NAIK-HAKI dolgozóival együttműködve alakítottuk ki. Egy-egy tatai palaszürke ikrásnak az ivartermékét külön-külön, egy 3. generációs albinó gynogenetikus tejes (Aquaexcel 6. kád 0415D4BD57 gyno „Papi”) tejjel termékenyítettük meg. Emellett egy normál tejjessel és az ikrák másik részével egy „féltestvér” kontroll állományt is létrehoztunk (4. ábra).



4. ábra: Az egyivarú ikrás és vegyes ivarú állományok kialakítása (Saját szerkesztés)

A szaporítás menete standard protokoll alapján történt, az ikrák a megtermékenyítés után Zugger-edényekben kerültek és 23°C fokon 2 nap után keltek ki. Az ilyen módon kialakított három állomány a *kontroll* – vegyesivarú, az *MS-T2* – monoszex ikrás és *MS-T3* monoszex ikrás kezelések lettek. Az állományokat kezelésként elkülönítve 50 liter víztérfogatú akváriumokban helyeztük el.

A pontylárvák elsőként élőeleséget, sórakot (*Artemia sp*) kaptak. Az állományok 5 naposan kerültek a laboratóriumba. Az előnevelés és a tápraszoktatás 1m<sup>3</sup> összes víztérfogatú recirkulációs rendszerben történt standard módon (HORVÁTH és TAMÁS, 2011). A rendszer biológiai szűrőjeként biofilter golyók szolgáltak, a fizikai szűrést japán filter látta el. A csíráatlanítás UV lámpával történt. A napi vízcsera körülbelül 5% volt. A nevelés során az átlag hőmérséklet 22±0,2 °C volt (5. ábra).



**5. ábra:** A 1000 liter egységnyi hasznos víztérfogatú recirkulációs rendszer (*Saját felvétel*)

Az előnevelési fázis nyújtott volt, 9 hónapig tartott mikor is a halak átlagtömege elérte a 120g-ot. Ekkor egy ivarszerv vizsgálatot végeztünk el. A 3 kialakított csoport (kontroll, MS-T2, MS-T3) 30-30 egyedének ivarszerv vizsgálata az mutatta, hogy: a kontrol állomány esetében 50% ikrás 50% tejes; MS-T2 esetében 100% ikrás; MS-T3 kezelésnél 100% ikrás volt az ivararány.

Az egyivarú ikrások fejükön és a hátúszójuk tövében jellegzetes, az albínó-vad hibridre jellemző fehér csík volt látható, míg a vegyesivarúak hagyományos tatai palaszürke megjelenésűek voltak.

### 3.2.2. A 12 hónapos összehasonlító teljesítmény vizsgálat

A kísérletet a laboratórium recirkulációs rendszerében folytattuk le. A halnevelésre 12 darab, 1000 liter egységnyi hasznos víztérfogatú polipropilén körmedence állt rendelkezésre (6. ábra).



**6. ábra:** Az 1000 liter egységnyi hasznos víztérfogatú recirkulációs rendszer egyik körmedencéje, benne a monoszex ikrás állomány példányaival (*Saját felvétel*)

Biológiai szűrőként műanyag golyók szolgáltak, a csírátlantás a biofilter torony befolyó ágára telepített UV lámpával történt, a salakanyagot és takarmány maradványokat dobszűrő távolította el. A napi vízcsere körülbelül 6-7% volt.

A 9 hónapos állományokat kilenc részre osztottuk, majd azonos telepítési sűrűség mellett három, átlag testtömegükben megegyező, azonos kezelést (kontroll, MS-T2, MS-T3) alakítottunk ki. A kísérlet során a pontyokat 9 hónapos koruktól kezdve 21 hónapos korukig (357 napon át) neveltük. A kör alakú polipropilén kádak 2 sorban helyezkedtek el, a kísérleti rendszert összesen 9 darab egység alkotta (5. táblázat).

*5. táblázat*

A kezelések elhelyezése a recirkulációs rendszerben

x	MS-T3	kontroll	MS-T2	MS-T3
kontroll	MS-T2	MS-T3	kontroll	MS-T2

A vizsgálatot medencénként 30-30 (kezelésenként 90), összesen 270 darab ponttyal állítottuk be. Fontos kiemelni, hogy a halak ebben a mérettartományban már fel tudták venni a nekik gyártott saját készítésű tápot. A későbbiekben a biomasz növekedés miatt a népesítési sűrűséget módosítottuk 10 majd 8 darabra medencénként (kezelésenként 30 majd 24 darab) (5. táblázat).

Itt az volt a lényeg, hogy a kísérlet ideje alatt, főként az utolsó periódusokban, 30 kg/1000 liter biomassza tömeg állítsunk be, biztosítva ezzel, hogy ne terheljük túl a halnevelő rendszert.

5. táblázat

A kezeléenként kihelyezett hal mennyisége, kezeléenként biomassza (kg)/ 1000 liter változásai a kísérlet ideje alatt

<b>kísérleti napok</b>	<b>0</b>	<b>57</b>	<b>113</b>	<b>168</b>
kontroll	3,9	7,1	15,8	13,1
MS-T2	3,9	7,1	15,3	12,4
MS-T3	3,9	7,1	17,6	12,8
darabszám/ kezelések	90	90	90	30
<b>kísérleti napok</b>	<b>189</b>	<b>246</b>	<b>302</b>	<b>357</b>
kontroll	13,8	25,1	30,7	32,2
MS-T2	12,2	21,9	27,5	29,5
MS-T3	13,5	25	31,8	27,6
darabszám/ kezelések	30	30	30	24

A kihelyezés előtt lemértük a halak nedves testtömegét, standard testhosszúságát, valamint a kísérlet közben több alkalommal és a kísérlet végén is egyedileg határoztuk meg a növekedési paramétereket.

A testtömeget különböző egy és két tizedes pontosságú digitális mérleggel (MSZ Méréstechnika Kft. MODEL-7515 – 0,01g és VWR LP 6501 – 0,1g), a standard testhosszt 1 mm-es beosztású mérőszalaggal mértük meg.

A víz oldott oxigén tartalmát és koncentrációját (mg/liter, %), valamint a víz hőmérsékletét naponta mértük HACH LANGE HQ30d műszer segítségével. A mesterséges megvilágítás időtartama napi 14 óra volt (06:00 – 20:00 óra között) a kísérlet teljes időtartama alatt.

A víz kémhatását szintén HACH HQ 30d-vel hetente, illetve a különböző vízkémiai paramétereket (összes keménység, karbonát, ammónia, nitrit, nitrát, összes foszfát szint) is hetente ellenőriztük HACHLANGE DR3900 spektrofotométer segítségével, a recirkulációs rendszer random három medencéjéből vett mintáiból (6. táblázat).

6. táblázat

A kísérlet alatt mért összesített vízminőségi paraméterek 56 napos ciklusonként átlagolva

kísérleti napok	0-56	57-112	113-168*	189-245	246-301	302-357
víz hőmérséklet (°C)	18,50±2,12	21,5±1,0	23,9±1,7	24,7±1,4	22,4±2,3	20,1±3,2
oldott oxigén szint (mg/l)	8,00±0,58	7,7±0,4	6,6±1,0	5,4±0,9	7,6±1,2	7,8±0,1
oldott oxigén szint (%)	85,20±4,61	87,8±3,7	78,7±9,9	65,7±8,7	84,2±4,5	86,1±6,8
pH	7,80±0,20	8,0±0,1	8,0±0,1	8,0±0,5	7,8±0,3	7,8±0,3
összes keménység (gH)	14,60±1,80	12,4±1,5	13,4±0,5	13,5±1,3	15,1±0,8	15,2±0,5
karbonát (kH)	11,40±1,10	10,3±2,6	8,3±0,5	10,9±1,8	9,3±0,7	9,4±0,4
ammónia (mg/l)	0,03±0,08	0,1±0,2	0,2±0,3	0,2±0,3	0,0±0,0	0,0±0,0
nitrit (mg/l)	0,03±0,02	0,1±0,1	0,1±0,0	0,3±0,2	0,1±0,1	0,1±0,1
összes foszfát (mg/l)	2,90±1,80	<b>6,9±4,3</b>	<b>9,0±2,8</b>	0,6±0,5	1,1±0,6	1,1±0,6

\* A 168. napon történő mérést követően egy 21 napos szerviz periódust iktattunk be. A 21 napos periódus alatt egy általános rendszerkarbantartást, takarítást és fertőtlenítést végeztünk. A karbantartás befejezése és a biofilter baktérium flórája újra épülése után folytatódott a kísérlet az eredetileg használt rendszerben. A szervizperiódus után a víz összes foszfát mennyisége lecsökkent, megszűnt a rendszer foszfát terheltsége. Erre a néhány napra a halak átkerültek egy tartalék recirkulációs rendszerbe, ahol a takarmányozás továbbra is folyamatosan, azonos mennyiségben történt

A napi takarmányadagok a halbiomassza tömegének 1%-2,5%-a között mozogtak a víz hőmérséklet, a halak növekedése és a pillanatnyi étvágy függvényében. A kísérlet teljes ideje alatt a halakat 36% fehérje, és 8% zsírtartalomú, nagy szemcseméretű (3-4,5mm), saját gyártású táppal etettük. A halak napi takarmányadagját önetetőkből juttattuk ki, napi 5 alkalommal (8:00, 10:00, 12:00, 14:00 és 16:00). A halak, kísérlet időtartama alatti növekedését a 7. ábrán látható képeken mutatom be.



**7. ábra:** A kísérleti halakról mérés közben készült felvételek (*Saját felvétel*)

A 12 hónapos kísérlet közben havonta legalább egyszer testtömeg és testhosszmérést végeztünk. A kísérlet végén megmértük az összes hal egyedi testtömegét, standard testhosszát, meghatároztuk a kondíciófaktorukat, az SGR%-ot, a napi növekedési rátát, valamint az FCR értéket.

A kísérlet legvégén lemértük továbbá a halak fejhosszát, testmagasságát, testszélességét, és a faroknyél hosszát, meghatároztuk a profil-, keresztmetszeti-, fej- és faroknyél indexüket egyaránt.

Minden kezelésből kiválasztottunk négy darab átlagos testtömegű példányt, melyeket a teljesítményvizsgálati kódex alapján feldolgoztunk. A feldolgozott halaknak lemértük az élősúlyát, a pikkelytömegét, a halak tisztított tömegét, a belsőségnek és a fejnek a tömegét, a kopoltyú és az úszók tömegét és meghatároztuk a tisztított tömeg százalékokat és a filékihozatait is.

### *3.2.3. Az intenzív rendszerű teljesítményvizsgálat statisztikai kiértékelése*

A 12 hónapos kísérlet közben minden 56. nap után, valamint a kísérlet legvégén az alábbi termelési paramétereket határoztuk meg:

- A halak megmaradása, (élő egyedek száma / kihelyezési darabszám) \* 100)
- Kondíciófaktor,  $K = W/L^3 \times 100$ , ahol W: nedves testtömeg (g), L: standard testhossz (mm)
- Speciális növekedési ráta,  $SGR \% = (\ln BW_f - \ln BW_i) / t \times 100$ , ahol:  $W_f$ : végső testtömeg (g),  $W_i$ : kezdő testtömeg (g), t: napok száma
- Napi növekedési ráta,  $DGR (g/nap) = (W_f - W_i) / t$ , ahol:  $W_f$ : befejező biomassa tömeg,  $W_i$ : kezdő biomassa tömeg, t: kísérleti napok száma
- Relatív takarmányozási együttható,  $FCR (g/g) = F/(W_f - W_i)$ , ahol: F: a kísérlet során elfogyasztott takarmány (g),  $W_f$ : végső testtömeg (g),  $W_i$ : kezdő testtömeg (g)

A statisztikai vizsgálatokat IBM SPSS 22 programmal végeztük el. A kezelések termelési paramétereinek összehasonlító vizsgálatát egytényezős ANOVA Tukey's HSD post hoc teszttel határoztuk meg 5% szignifikancia szint mellett.

#### *3.2.4. Tógazdaságban és az intenzív rendszerben nevelt pontyok ivari és méret szerinti összehasonlítása*

A második idetartozó kísérletünkben, az előzőtől eltérően nem recirkulációs rendszerben, hanem tógazdaságban nevelt pontyokat vizsgáltunk meg, de összehasonlítottuk az intenzív rendszer eredményeivel is. Fontos megjegyezni, hogy az intenzív rendszerben nevelt halak esetében csak a vegyesivarú állományok eredményeit használtuk fel, mert a monoszex ikrás állományok esetében nincs értelme az ivarok közti különbségeket vizsgálni.

A tógazdasági vizsgálatot a Hortobágyi Halgazdaság Rt. Halfeldolgozó elepi üzemében hajtottuk végre. Három alkalommal (2021. szeptember 18, szeptember 25 és október 3) alkalmanként 100 darab halat, összesen 300 háromnyaras Hortobágyi tükrös tájfajtájú pontyot boncoltunk fel. A mérésekhez 50 g pontosságú digitális mérleget használtunk. Megmértük az élősúlyt, majd a pikkelyezés és uszony eltávolítást követően megvizsgáltuk nemét, lemértük az ivarszervek tömegét és eltávolítottuk a belsőszerveket, hogy megállapítsuk a tisztított tömeget is.

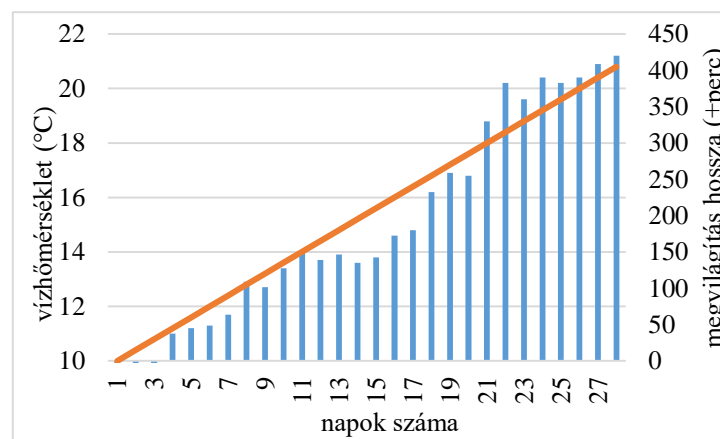
A lemért halakat >1,5 kg; 1,5-1,8 kg; 1,8-2,1 kg; 2,1-2,4 kg; 2,4-2,7 kg; 2,7-3,0 kg; 3,0-3,3 kg; súlykategóriákba soroltuk és nemek szerint megmértük az átlagtömegüket, biomasszájukat, a feldolgozás során kapott tisztított tömeget és kiszámoltuk a hasznos húskihozatal arányt. A húskihozatali eredmények összehasonlító vizsgálatát egytényezős ANOVA LSD post hoc teszttel határoztuk meg 5% szignifikancia szint mellett, a súlykategóriák ivararányának összehasonlításához pedig  $\chi^2$  próbát használtunk. A testtömeg és a nemek közti kapcsolatot polinomiális trendvonal illesztéssel is vizsgáltuk, ami az eredmények gyakorlati hasznosítást teszi lehetővé. Ezt a metodikát nemcsak a tógazdasági halak esetében alkalmaztuk, hanem az intenzív rendszerben nevelt állományoknál is.

### 3.3. Egynyaras ponty nevelése intenzív és extenzív rendszerek kombinálásával

A doktori disszertációm utolsó kísérletsorozatának lényege a tenyésztidőszak meghosszabbítása az egynyaras ponty nevelése során. Gyakorlati szempontból ennek az egyetlen lehetséges megoldása, ha a ponty szaporítását időben előre hozzuk, ezáltal a tavasz elejére már olyan méretű hallal rendelkezünk, ami alkalmas a halastavi kihelyezésre. Ezzel a módszerrel akár 60-70 napot is nyerhetünk egy szezonban, ami nagymértékben elősegíti az nagyméretű egynyaras ivadék előállítását.

A program végrehajtásának érdekében 2020. februárjában a Debreceni Egyetem Halbiológiai Laboratóriumában egy idényen kívüli pontyszaporítás keretében, ismert protokoll szerint (KUCHARCZYK et al. 2008) leszaporítottunk egy pontyállományt. A szaporítás anyahalai a Bocskai Halászati Kft 2018-as szezonális szaporításából származó, a labor intenzív rendszerében felnevelt hajdúszoboszlói pikkelyes tájfajtájú halak voltak.

Az anyahalak felkészítése, egy erre a célra kialakított 2000-2000 liter hasznos víztérfogatú hűtő-fűtő rendszerrel és levegőztetéssel ellátott, négyzet alakú anyahalas kádakban történt meg. A felkészítés **2020. január 8.-tól kezdődően 27 napon** keresztül tartott. Ezalatt az idő alatt a medencék víz hőmérsékletét és a megvilágítás hosszát (az akkori természetes nappal hosszához viszonyítva – 8 óra 45 perc) (INTERNET 6), folyamatosan növeltük, egészen a szaporítás napjáig (8. ábra).



**8. ábra:** A felkészítés során a víz hőmérséklet és a megvilágítás hosszának a változása  
(Saját szerkesztés)

A 28 napos felkészítés során a víz hőmérsékletet 7,4°C-ról 21,2°C-ra emeltük, a megvilágított időszak pedig 405 perccel lett több (10 óra 45 perc napi világitásról 15 óra 30-ra) a kiinduláshoz képest. A felkészítés során az anyahalak takarmányt nem kaptak.

A felkészített halak indukált szaporítása és az ikra keltetése HORVÁTH és TAMÁS (2011) protokollja alapján történt. Érdekesség, hogy amíg halastavi körülmények között a ponty 2-3 év alatt ivarérett és tenyésztésbe legkorábban 4 évesen kerül, addig mi 1,5 éves korú már ivarérett halakkal dolgoztunk. A megtermékenyített ikrákat Woynárovich-féle termékenyítő oldattal duzzasztottuk, majd a ragadósság elvétele után (tejjel) Zugger-üvegekben keltettük ki, **három nap** alatt, 22°C-os vízhőmérsékleten.

Ezután **február 8-tól március 10-ig** az állományokat 350 liter/egység víztérfogatú intenzív recirkulációs rendszerben neveltük tovább 22°C fokon. Amikor a halak kinőtték a rendszert (március 10.) áthelyeztük őket egy nagyobb egységbe, ahol 1000 liter/egységnyi hasznos víztérfogatú medencékbe kerültek, 22°C vízhőmérséklet mellett. Az ivadéknevelés itt fejeződött be egy hónappal később, április 10.-én. Az előneveléskor először élőeleséggel (*Artémia sp.*) etettünk 7 napos korukig, majd fokozatosan szoktattuk át tápra a halakat (3 nap vegyes etetés majd csak száraztáp).

Az előnevelés **2020. április 10.-én** fejeződött be, ekkor a halak, kelés után számított 64 naposak voltak. A meglévő állományból 3000-3000 darab 1 grammos halat még aznap kitelepítettünk, a hajdúszoboszlói Bocskai Halászati Kft. telephelyén található 2 darab 0,6 hektáros trágyázással előkészített előnevelő tavakba (9.ábra). Amíg az állományok egyik fele egyfázisú, fél-intenzív kistavas nevelés mellett tápot fogyasztott mindvégig, addig a másik fele egy kistavas előnevelési „tápos” fázis után, extenzív termelőtőbe került, így lehetőségünk nyílt megvizsgálni a kétfázisú tavi utónevelés eredményeit is (7. táblázat). A halak kihelyezésekor a tavak vízhőmérséklete 16°C volt, a kihelyezett biomassa pedig 3kg/tó.



**9. ábra:** Az egyik 0,6 hektáros előnevelő tó (Saját felvétel)

Az egy és kétfázisú tavi utónevelés összefoglaló táblázata

1 fázisú nevelés	2 fázisú nevelés
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2020. április 10.-én betelepítés (3000 db)</li> <li>- Végig a 0,6 hektáros tóban maradtak</li> <li>- Előkészített, planktonban gazdag tóba kerültek, ahol vissza szoktak az élőeleségre</li> <li>- Élőeleség preferencia</li> <li>- Visszaszoktatás a tápra</li> <li>- Etetés gyári táppal</li> <li>- Lehalászás novemberben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2020. április 10.-én betelepítés (3000 db)</li> <li>- Előkészített, planktonban gazdag tóba kerültek, ahol vissza szoktak az élő eleségre</li> <li>- Élőeleség preferencia</li> <li>- Visszaszoktatás a tápra</li> <li>- Etetés gyári táppal</li> <li>- Július 13.-án lehalászás</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Áthelyezés egy 35 hektáros tóba</li> <li>- Kukoricadarával, extrahált napraforgóval történő takarmányozás</li> <li>- Lehalászás októberben</li> </ul>

Az április 10.-én kihelyezett állomány júniusig csak csekély mennyiségű tápot fogyasztott, mivel a tavakban lévő planktonállomány mennyisége olyan sok volt, hogy a halak egyértelműen a planktont preferálták és nem álltak rá a tápra. A „valódi” tápos etetés igazából csak a júniusi hónapban kezdődött meg, ekkora fogyott el a plankton a tóból, így a halak kénytelenek voltak tápot enni. A takarmányozás során 33%-os fehérje és 9%-os zsírtartalmú, kereskedelmi forgalomban kapható pontytápot etettünk, amit önetetők segítségével juttattunk ki. A napi takarmányadagokat a biomassa 3-4 %-ban határoztuk meg. Az állományok testtömeg gyarapodásának ellenőrzését havi rendszerességgel, dobóhálós próbahalászat segítségével végeztük el, amelynek során 70 egyed adatai alapján határoztuk meg az átlagos testtömeget. A kísérlet ideje alatt a következő időpontokban mértük le az egyfázisú nevelés állományát: április 10, május 1, május 22, június 17, július 13, augusztus 4, augusztus 25, szeptember 18, szeptember 29, november 4. Az egyfázisú nevelés esetében a szeptember 18.-i próba halászat után ad libitum etettük a halaknak, egészen a november 4.-i lehalászásig.

A másik 0,6 hektáros tóban az intenzív előnevelés **április 10.-től július 13.-ig** történt. Ezalatt minden mérés, módszertan megegyezett az egyfázisú nevelés alatt alkalmazottakkal. A különbség csak a **július 13.-i lehalászás után** volt, a halak ekkor kerültek át az extenzív, 35 hektáros nevelő tóba.

A kétfázisú nevelés etetési protokollja eltér az előbbtől, itt ugyanis a kistavas nevelés során még tápetetés, de a nagytavas nevelés idején már csak hagyományos, kiegészítő takarmányozás történt kukoricadarával és extrahált napraforgóval. A következő 8. táblázat bemutatja a kétfázisú nevelés során alkalmazott takarmányozási protokollt.

8. táblázat

A kétfázisú nevelés során bevetett táp és kiegészítő takarmány mennyisége (kg)

	2 mm-es táp (kg)	Kukoricadara (kg)	Extrahált napraforgó (kg)
Április	25		
Május	85		
Június	200		
Július		439	
Augusztus		896	465
Szeptember		1914	500
Összesen	310	3249	965

A kétfázisú nevelés során a következő időpontokban történtek a próbahalászatok: Kistavas mérések - április 10, május 1, május 22, június 17, július 13. Nagytavas mérések - augusztus 4, augusztus 25, szeptember 18, szeptember 29.

### 3.3.1. Statisztikai kiértékelés

Az intenzív nevelés kiértékeléséhez lemértük a teljes állományt, a tavi neveléskor az az állomány 10%-át. Így kiszámoltuk az egyedi testtömegeket és meghatároztuk az átlag testtömegeket. Mivel a tartástechnológiák statisztikailag nem összehasonlíthatók így a kiértékelésüknél csak leíró statisztikát alkalmaztunk.

- A halak megmaradása (élő egyedek száma / kihelyezési darabszám) \* 100
- Relatív takarmányozási együttható,  $FCR (g/g) = F/(W_f - W_i)$ , ahol: F: a kísérlet során elfogyasztott takarmány (g),  $W_f$ : végső testtömeg (g),  $W_i$ : kezdő testtömeg (g)

## 4. Eredmények

### 4.1. Ivarszerv kifejlődését megelőző kezelés eredményei

Mivel a ponty ivarszervének differenciálódása a kelés utáni 80.-ik napra tehető (KOMEN et al., 1992), így az első kísérlet célja az volt, hogy reprezentálja az ivarszerv differenciálódását megelőző életszakaszban a különböző hőmérsékletek hatását egy adott populáción belüli az ivararányokra.

A kísérletet frissen kelt lárzával végeztük, ezért sem testhosszt sem nedves testtömeget nem mértünk. A 40 napos kísérlet végén mért eredményeket a 9. táblázat mutatja. Az eredmények vizsgálata során az SPSS 22-vel lefutott, egytényezős varianciaanalízis (ANOVA) LSD tesztje ( $p < 0,05$ ) alapján kijelenthető, hogy nincs szignifikáns különbség a kezelések befejező átlag testtömegei között. Ugyanezen vizsgálat alapján, a T25 csoportnak szignifikánsan nagyobb a teljes testhossza, a standard testhossz esetén pedig a T25 kezelés mellett, a T22-es csoport halai is szignifikánsan nagyobbak voltak a T29-es kezelés halaitól. A legmelegebb vízben nevelt csoport halai esetében a hosszuknak a növekedésben történő megrekedése már rögtön az ivadéknevelés elején tapasztalható volt, amit valószínűleg az optimum hőmérséklettől történő eltérés okozott. A testhossz eredményei igazolják, hogy a pontylárva növekedési optimumának jobban megfelel a 22-25°C körüli hőmérsékleti tartomány, mint a 29°C hőmérséklet vagy az annál magasabb. RÉALIS-DOYELIE et al., (2018) is ugyanilyen eredményre jutott. Ők a ponty lárva hőmérsékleti optimumát 22-24°C közé tették.

9. táblázat

A halak termelési paraméterei a 40. napos kísérlet végén

	T22	T25	T29
Befejező átlag testtömeg (g)	0,22±0,01	0,25±0,01	0,19±0,01
Átlag teljes testhossz (mm)	11,8±1,6 <sup>ab</sup>	12,9±2 <sup>b</sup>	11,3±2 <sup>a</sup>
Átlag standard testhossz (mm)	9,7±1,1 <sup>b</sup>	9,8±1,5 <sup>b</sup>	9,2±1,4 <sup>a</sup>

( $p < 0,05$ )

A 40 napos halak megmaradásra lefutott  $\chi^2$  próba alapján, a három hőmérsékleti csoportot (T22-T25-T29) összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy a különböző hőmérsékleti kezeléseknél szignifikáns hatása van. Mivel a  $\chi^2$  próba esetén megoszlást vizsgálunk, ezért a szignifikáns eltéréseket nem jelöltük betűvel.

A kezdeti, kezelésenként 90 darab halból a legjobb megmaradási százaléka a T25-ös csoportnak volt 86,6%-al (összesen 78 darab hal), a második a T29-es csoport volt 72,3%-al (összesen 65 darab), míg a legrosszabb eredményt a T22-es csoport halai mutatták 66,7%-al (összesen 60 darab).

Az T25-ös csoport legjobb megmaradása nem volt meglepetés, hiszen ahogy már korábban is említettem ez a hőmérséklet talán a legoptimálisabb a pontyok fejlődésére. Amíg a növekedésben az alacsonyabb hőmérséklet bizonyult kedvezőbbnek az ivadéknevelés során, addig a megmaradás esetében a magasabb hőmérsékleti tartomány volt a kedvezőbb.

Néhány ponty lárvával végzett kísérlet esetében a megmaradás igen nagy szórást mutatott az optimális 24-25°C fokon. BISWAS et al., (2021) szintén hasonló korú, 28°C-on nevelt lárvái esetében 93% megmaradást mértek és csak a 36°C-on nevelt halak mutattak rosszabb, 79,8% megmaradást. TANCK et al., (2000) 14-18°C-ra hűtötte a lárvák vizét 180 napon át és a hűtés 21 napján, amikor már 20°C alatt volt a víz hőmérséklet még akkor is 95% megmaradást tapasztalt. Az eredmények és a saját vizsgálatunk alapján arra következtethetünk, hogy a pontylárva hőmérsékleti tűrőképessége a megmaradás tekintetében, széles skálán mozog, ugyanakkor érdemes majd megvizsgálni, hogy nevelési fázis korai szakaszában az eltérő hőmérsékletek vajon a későbbiekben kihatnak-e a halak fejlődésére.

A 40 napos kezelések után az állományokat leszelektáltuk csoportonként 60 darabra, az egyenlő növekedési feltételek biztosítása érdekében. A későbbiekben ezután 1000 liter/egységnyi hasznos víztérfogatú recirkulációs rendszerben neveltük a halakat, egészen 12 hónapos korukig, azonos feltételek mellett. A halak utónevelésére azért volt szükség, hogy a halak ivarát minden kétséget kizárólag meg tudjuk állapítani, és a hosszabb nevelési idő arra is alkalmas volt, hogy vizsgáljuk az első év során a halak növekedését intenzív rendszerben.

A 12 hónapos halaknak megvizsgáltuk a testhosszát, testtömegét, kondícióját, gonád tömegét és a GSI indexét egyaránt. Az eredmények kiértékelésére vegyes elrendezésű, két utas független faktoriális ANOVA, Tukey's HSD tesztet ( $p < 0,05$ ) használtunk. A két faktor közül az első a hőmérséklet volt, a második pedig az ivar. A két tényező közös vizsgálata feltárja, hogy egy adott kezelés során melyik ivarnak van statisztikailag nagyobb súlya (vagy épp nincs) a kapott eredményre vonatkozóan.

Az 10. táblázat az egy éves vizsgálat végén, a kezelések összevont eredményeit mutatja, vagyis alapvetően a hőmérsékleti kezelésekre fókuszál. Ebben a táblázatban nem tüntetjük fel az ikrások és a tejes közti különbségeket, hanem az állományokat együttesen vizsgáljuk.

10. táblázat

Az 12 hónapos halak összevont eredményei

	T22	T25	T29
Befejező átlag standard testhossz (cm)	14,0±1,8 <sup>b</sup>	14,4±1,5 <sup>b</sup>	12,7±1,5 <sup>a</sup>
Átlag testtömeg (g)	135,6±69,7 <sup>b</sup>	140,9±45,7 <sup>b</sup>	111,9±44,9 <sup>a</sup>
Kondíciófaktor (K)	4,8±0,6 <sup>a</sup>	4,6±0,8 <sup>a</sup>	5,5±1,9 <sup>b</sup>
Átlag gonád tömeg (g)	3,3±2,2	3,1±2,6	4,0±2,7
GSI index (%)	2,6±2,1 <sup>a</sup>	2,3±1,8 <sup>a</sup>	3,8±2,4 <sup>b</sup>

(p < 0,05)

A 11. táblázatból jól látható, hogy a T29-es kezelés szignifikánsan rosszabb eredményeket mutatott a testhossz és testtömeg vonatkozásában a T22-es és a T25 csoporttal szemben, viszont a T22-es és a T25-ös csoport halai között nem volt kimutatható különbség. Ha megnézzük a 40 napos előnevelés befejező eredményeit láthatjuk, hogy a T29-es csoport már akkor is kisebb testhosszal rendelkezett és ez a különbség az egyéves nevelés végéig megmaradt. A kondíciófaktor esetében pont ellenkező eredmények születtek. A T29-es csoportnál szignifikánsan jobb kondíciófaktor értékeket kaptunk, mint a másik két csoport esetében. Habár mind testtömegben, mind pedig testhosszban a T29-es csoport halai elmaradtak a másik két csoport halaitól, az arányok változásának köszönhetően a kondíciófaktor esetében eltérő eredményeket kaptunk. Ennek függvényében kijelenthetjük, hogy a T29-es csoport halai sokkal zömökebben voltak, és ezt a statisztika is egyértelműen alátámasztotta. A testhossz és testtömegén kívül megvizsgáltuk a halak ivarszervtömegét is, mivel a testtömeghez viszonyított ivarszervtömeg utal az ivarszerv fejlettségére. A gonádfejlettség megállapítására a GSI index használtuk, amely az előbbieken említett testtömeg és gonádtömeg arányát vizsgálja. A gonádtömegek esetében a csoportok között nem volt eltérés, viszont a halak kisebb mérete miatt a T29 csoport GSI indexe (GSI index= 3,8±2,4) szignifikánsan nagyobbak bizonyult a másik két kezelésnél.

A nagyobb GSI index valószínűleg nemcsak a T29-es csoport halainak kisebb testtömege miatt alakult ki, hanem lehetséges, hogy ebben a magasabb kezdeti vízhőmérséklet is szerepet játszott, bár ezt igazolni nem tudjuk.

A következő *11. táblázatban* megvizsgálhatjuk, hogy hőmérsékleti kezelésenként milyen eltérések voltak tapasztalhatók az ivar függvényében.

*11. táblázat*

Az egy éves halak termelési paramétereinek bemutatása kezelésenként, ivar szerint elkülönítve

T22		
	tejes	ikrás
Befejező átlag standard testhossz (cm)	13,6±1,6 <sup>a</sup>	14,5±2,0 <sup>b</sup>
Befejező átlag testtömeg (g)	123,5±39,9 <sup>a</sup>	150,8±56,9 <sup>b</sup>
Kondíciófaktor (K)	4,8±0,7 <sup>b</sup>	4,8±0,6 <sup>a</sup>
Átlag gonád tömeg (g)	4,0±2,4 <sup>b</sup>	2,4±1,6 <sup>a</sup>
GSI index %	3,5±2,4 <sup>b</sup>	1,6±0,7 <sup>a</sup>
(p <0,05)		
T25		
	tejes	ikrás
Befejező átlag standard testhossz (cm)	13,7±1,4 <sup>a</sup>	15,0±1,4 <sup>b</sup>
Befejező átlag testtömeg (g)	124,5±39,8 <sup>a</sup>	155,2±46,2 <sup>b</sup>
Kondíciófaktor (K)	4,7±0,8 <sup>b</sup>	4,5±0,8 <sup>a</sup>
Átlag gonád tömeg (g)	4,4±3,2 <sup>b</sup>	1,9±1,2 <sup>a</sup>
GSI index %	3,5±2,0 <sup>b</sup>	1,3±0,8 <sup>a</sup>
(p <0,05)		
T29		
	tejes	ikrás
Befejező átlag standard testhossz (cm)	12,8±1,6 <sup>b</sup>	12,5±1,2 <sup>a</sup>
Befejező átlag testtömeg (g)	105,8±55,7 <sup>a</sup>	118,0±30,3 <sup>b</sup>
Kondíciófaktor (K)	4,8±1,0 <sup>a</sup>	6,2±2,2 <sup>b</sup>
Átlag gonád tömeg (g)	5,6±2,7 <sup>b</sup>	2,4±1,4 <sup>a</sup>
GSI index %	5,5±2,1 <sup>b</sup>	2,1±1,3 <sup>a</sup>
(p <0,05)		

A testhosszokat megvizsgálva látható, hogy a T22-es és a T25-ös csoportban az ikrások szignifikánsan hosszabbak voltak a tejeseknél, viszont a T29-es csoport esetében pont az ellenkezője volt megfigyelhető. A testtömegek esetében ilyen típusú eltérés nem tapasztaltunk.

Mindhárom kezelésnél az ikrás halak szignifikánsan nagyobbak voltak a tejeseknél. A kondíciófaktor eredményei esetében pedig egyértelműen kijelenthető, hogy az a testhosszal párhuzamosan mozogott, így amíg a T22-es és a T25-ös csoport esetében a hímek kondíciófaktora szignifikánsan nagyobb volt, addig a T29-es csoport halainál ez pont fordítva történt. Bár általában nem ilyen hosszú időintervallumnál szokták nézni, de megvizsgáltuk az SGR értékeket is a 40. naptól számítva, egészen a halak egyéves koráig. Az eredmények alapján kijelenthetjük, hogy a csoportok között nincs szignifikáns eltérés (12. táblázat).

12. táblázat

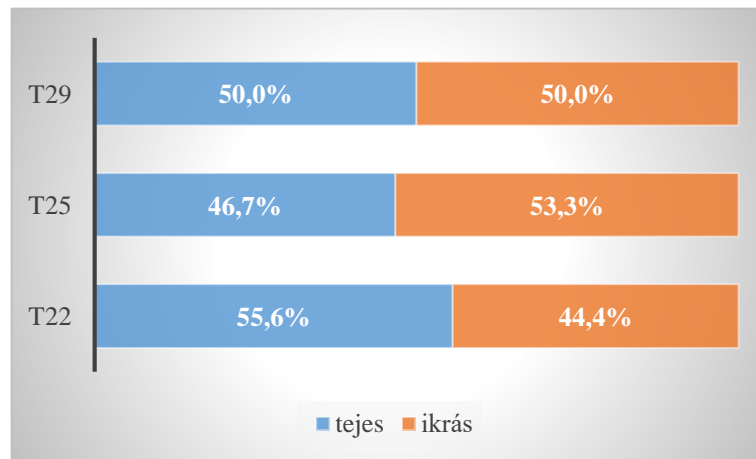
A kezelések SGR% értékei 40. naptól egy éves korukig számítva

T22	T25	T29
2,00	1,97	1,99

Ez olyan tekintetben informatív, hogy amíg a 40 napos halak esetében habár nem voltak szignifikáns eltérések a testtömegek között és az SGR értékek sem tértek el egymástól, a kísérlet végére mégis a T29 kezelés halai szignifikánsan kisebb testtömeget mutattak a T22-es és a T25-ös csoport halaihoz képest.

A gonádméret és a vele szorosan összefüggő GSI index elemzése azt mutatja, hogy mindegyik kezelés esetében a tejesek gonádmérete és GSI indexe egyaránt szignifikánsan nagyobb volt az ikrásokénál, ami alátámasztja azt a tényt, hogy a tejes halak hamarabb lesznek ivarérettek (GELA et al., 2003; KOCOUR et al., 2005; KOCOUR et al., 2007; BUCHTOVÁ, 2009). Ezzel összefüggésben a tejesek testmérete is kisebb, ami igazolja HULTA et al., (1985) feltevését, miszerint a számos halfajnál a nemi hormonok megjelenése, felhalmozódása gátolja a növekedést.

Annak ellenére, hogy az előzőekben számos termelési paramétert megmutattunk a 40-napos kísérlet és az egyéves utónevelés esetében is, nem szabad elfelejtenünk, hogy a lárvanevelési kísérlet elsődleges célja az volt, hogy megvizsgáljuk tudjuk-e befolyásolni a hőmérséklet változtatásával az állomány ivararányát. A kísérlet befejeztével az egyéves halak ivarszerveinek feltárása után erre a feladatra is sor került. Az eredményeket a 35. ábrán ábrázoltuk. Láthatjuk, hogy a T22 kezelés 55,6% - 44,4%, a T25 46,7% - 53,3%, a T29 pedig 50% - 50% tejes-ikrás arányt mutatott (10. ábra).



**10. ábra:** A T22, T25, T29 kezelések ivararánya (Saját szerkesztés)

Az eredmény egyértelműen azt mutatja, hogy az ivararányok viszonylatában nincsen jelentős eltérés a kezeléseken belül, alapvetően a kezelések hasonló százalékokat mutatnak. Ezt alátámasztja a  $\chi^2$  próbával végzett statisztikai értékelés is, mely szerint a tejes-ikrás ivararányok között nincs szignifikáns eltérés egyik kezelés esetében sem. A kapott eredmények megfelelnek egy „normális” pontyállomány esetében a közel 50:50%-os tejes-ikrás aránynak (DWIVEDI és MAYANK, 2013).

A vizsgálatunknak ellentmond BISWAS et al., (2021) eredménye, ők ugyanis 36°C-on, kelés utáni 7.-13. napig kezelték az adott ponty állományt és 99%-os tejes arányt kaptak. A mi kísérletünk esetében viszont a legmagasabb hőmérsékleti csoport csak 29°C volt, ami elég nagy különbség a 36°C hoz képest ahhoz, hogy érdemi eltérést mutasson. A 36°C már olyan magas érték, ahol a halak már a bőven túl vannak az optimális hőmérsékleti tartományon.

Érdekes téma lehet a jövőben, hogy a kísérletünk és BISWAS et al., (2021) vizsgálatát összevetve, hogy mi az a 29°C és 36°C közötti hőmérsékleti tartomány ahol már eredményesen tudjuk befolyásolni az ivarfejlődést és mennyi a kezelés ideális ideje és hossza. Ez azért is fontos, mert ha a célunk egy tejes többségű állomány létrehozása, akkor egy optimalizált hőmérsékleti kezelés esetében minimálisra tudjuk csökkenteni a halakat ért káros hőstresszt (túl sokáig tart egy ideálisnál magasabb hőmérsékleti kezelés), illetve a kivitelezés szempontjából leegyszerűsíthető, idő-és energiatakarékos megoldást tudunk választani (csak addig a pár napig kezeljük, a halakat, amíg szükséges).

#### **4.2. Ivarszerv kifejlődése alatti kezelés eredményei**

A második hőmérsékletes kísérletet nem kelés után azonnal, hanem a halak 40. napos korától indítottuk el, így a kísérlet indulásakor már lehetséges volt a kezdő testtömegek és testhosszok megállapítása. A kísérlet 45 napig tartott és a kísérlet végén felvettük a halak paramétereit és vizsgáltuk azok megmaradását is. A kísérlet kezdetkor az SPSS 22 program egytényezős varianciaanalízisével (ANOVA, LSD teszt,  $p < 0,05$ ) megvizsgáltuk, hogy a kezdeti paraméterek homogének-e. Az eredmények egyértelműen bebizonyították, hogy a kísérlet kezdetkor nem voltak szignifikáns különbség a kezelések között a testtömeg, a teljes testhossz, a standard testhossz és a kondíciófaktor vonatkozásában.

A kísérlet befejezésével újra megmértük a fenn említett paramétereket. A befejező értékek esetében, a T24 csoport halainak szignifikánsan nagyobb volt a testtömege, teljes testhossza, és standard testhossza, mint a T32-es csoport esetében, a T28-as csoport mutatói pedig az összes vizsgált paraméternél a két érték között helyezkedtek el, de szignifikánsan nem tért el sem a T24-es sem pedig a T32-es csoport értékeitől. Látható, hogy az optimálisnál magasabb hőmérséklet esetében, a halak testtömege és testhossza, a hőmérséklet emelkedésével párhuzamosan csökkent. Egyetlen termelési paraméter esetében volt más az eredmény, ez pedig a kondíciófaktor. A kondíciófaktor esetében azt tapasztaltuk, hogy a T24-es csoport halainak szignifikánsan kisebb volt a kondíciófaktora, mint a T32-es csoport halainak, a T28-as csoport halai pedig ugyanúgy, mint a korábbiakban köztes értéket mutattak.

Ezen eredmények alapján kijelenthető, hogy habár alacsonyabb hőmérsékleten a halak szignifikánsabban hosszabbak voltak és testtömegük is nagyobb volt, a magasabb hőmérséklet inkább a testhosszra volt negatív hatással mintsem a testtömegre, melynek eredményeképpen a magasabb hőmérséklet tömörebb, tömzsibb halat eredményezett (13. táblázat).

A legmelegebb vizű T32 csoport esetében a növekedésben való megrekedést már rögtön az ivadéknevelés elején tapasztaltuk, ami újra igazolja, hogy az optimum hőmérséklettől való eltérés szinte azonnal érezteti a hatását. A vizsgálat megerősíti RÉALIS-DOYELIE et al. (2018) állítását, miszerint a pontylárva növekedésének hőmérsékleti optimuma 22-24°C közé tehető.

13. táblázat

A 40.-85. napos kísérlet termelési paraméterei

	T24	T28	T32
Kezdő testtömeg (g)	0,71±0,23	0,73±0,21	0,72±0,22
Befejező testtömeg (g)	3,99±1,37 <sup>b</sup>	3,67±0,79 <sup>ab</sup>	3,27±1,15 <sup>a</sup>
Kezdő teljes testhossz (cm)	2,75±0,19	2,79±0,19	2,77±0,24
Befejező teljes testhossz (cm)	5,23±0,68 <sup>b</sup>	4,97±0,46 <sup>ab</sup>	4,69±0,61 <sup>a</sup>
Kezdő standard testhossz (cm)	2,53±0,19	2,57±0,18	2,56±0,24
Befejező standard testhossz (cm)	4,97±0,60 <sup>b</sup>	4,82±0,45 <sup>ab</sup>	4,49±0,55 <sup>a</sup>
Kezdő kondíciófaktor (K)	4,30±0,70	4,21±0,64	4,18±0,55
Befejező kondíciófaktor (K)	3,18±0,44 <sup>a</sup>	3,27±0,37 <sup>ab</sup>	3,48±0,44 <sup>b</sup>

(p<0,05)

A kezdeti, kezelésenként 60 darab halból, a legjobb megmaradást a T32 csoport mutatta 100%-al (összesen 60 darab hal), a második a T28-es csoport volt 93,3%-al (összesen 56 darab), míg a legrosszabb eredményt egyértelműen a T24-es csoport halai mutatták 78,8%-al (összesen 47 darab). Az eredmények Chi<sup>2</sup> próbával elvégzett statisztikai elemzése alapján viszont kijelenthető, hogy nincs szignifikáns különbség a különböző csoportok megmaradási értékei között. A Chi<sup>2</sup> próba esetén a megoszlást vizsgálunk, ezért a szignifikáns eltéréseket nem jelöltük betűvel. Mivel a kísérleti akváriumok alul voltak népesítve, így feltételezhetően a megmaradási eredmények nem hatottak ki a növekedésre. Az T32-es csoport legjobb megmaradása némileg meglepetés volt, ugyanakkor, amíg a megmaradás esetében a magasabb hőmérsékleti tartomány volt a kedvezőbb, a növekedésben az alacsonyabb hőmérsékletek bizonyultak jobbnak.

Kiszámítottuk a növekedés vizsgálata szempontjából érdekes SGR% értékeket (14. táblázat) is, ami, a már korábbi eredmények alapján nem mutatott meglepetést. A legjobb eredménye a T24-es csoportnak volt és a hőmérséklet növekedésével az SGR értékek is romlottak.

14. táblázat:

A 40-85 napos kezelések SGR % értékei

T24	T28	T32
3,84	3,59	3,36

Látható a kapott testhossz, testtömeg, FCR és SGR értékek alapján, hogy már lárva- és ivadékkorban kialakultak a különbségek. A T24-es csoport halai már 85. napon szignifikánsan jobb termelési paraméterekkel rendelkeztek a T32-es csoport halaihoz képest. A hőmérséklet kezelési kísérlet lezárása után következett az utónevelés fázisa azonos feltételek mellett. Ezt azért is lehet fontos kiemelni, mert ahogyan láthattuk az előző 4.1. fejezetben, a lárvakori növekedéskülönbségek az utónevelés során is megmaradtak, sőt akár jelentős, szignifikáns különbségeket is eredményezhettek az egyéves korú halak termelési eredményeiben.

A 40-85 napig tartó vizsgálat alatt mértük a bevitt takarmányt és néztük az összes biomassa alakulását is. Ezalapján ki lehetett számítani az FCR (g/g) értékeket, amit a 15. táblázat tartalmaz.

15. táblázat:

A 40-85 napos kezelések FCR (g/g) értékei

T24	T28	T32
0,97±0,40	1,06±0,15	1,10±0,1

A kapott eredmények összhangban állnak a növekedési eredményekkel, miszerint minél közelebb esik a hőmérséklet kezelés az ponty lárva hőmérsékleti optimumához, annál jobb a takarmány értékesítése is.

A 85 napos állományokból csoportonként kiválasztottunk 45 darab halat, melyek homogének voltak és az adott csoport átlagsúlyát mutatták, annak érdekében, hogy egyes csoportok összevethetők legyenek az utónevelés befejeztével. A későbbiekben 1000 liter/egységnyi hasznos víztérfogatú recirkulációs rendszerben neveltük a halakat, egészen 12 hónapos korukig, azonos feltételek mellett.

A halak utónevelésére azért volt szükség, hogy a halak ivarát minden kétséget kizárólag meg tudjuk állapítani, és a hosszabb nevelési idő arra is alkalmas volt, hogy megnézzük a halak növekedését az első év során, intenzív termelési körülmények között.

A 12 hónapos halaknak, a 4.1. kísérlethez hasonlóan megvizsgáltuk a testhosszát, testtömegét, kondícióját, gonádtömegét és a GSI indexét. Az eredmények statisztikai kiértékelése során vegyes elrendezésű két utas független faktoriális ANOVA, Tukey's HSD tesztet ( $p < 0,05$ ) használtunk. A teszt első vizsgálati szempontja, hogy nézi a különböző paraméterek közti különbséget a hőmérsékleti kezelések függvényében, míg a második faktor, az egy kezeléson belüli, ikrás és tejes egyedek közti különbségekre fókuszál, vagyis ezzel feltárja, hogy egy adott kezelés során melyik ivarnak van statisztikailag nagyobb súlya (vagy épp nincs) a kapott eredményre vonatkozóan.

Az 16. táblázat az egyéves vizsgálat végén a kezelések összevont eredményeit mutatja, vagyis a különböző hőmérsékleti kezelések közti összefüggéseket tárja fel. Ebben a táblázatban nem tüntetjük fel az ikrások és a tejes közti különbségeket, így az állományokat együttesen vizsgáljuk.

16. táblázat

Az 12 hónapos halak összevont eredményei (érték $\pm$ SD) (n=50)

	T24	T28	T32
Befejező standard testhossz (cm)	18,1 $\pm$ 2,6	17,4 $\pm$ 1,9	17,3 $\pm$ 1,7
Befejező testtömeg (g)	194,6 $\pm$ 89,2 <sup>b</sup>	158,5 $\pm$ 57,3 <sup>a</sup>	156,1 $\pm$ 49,3 <sup>a</sup>
Kondíció faktor (K)	3,0 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>	2,9 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	2,9 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>
Gonád tömeg (g)	2,2 $\pm$ 2,9	2,0 $\pm$ 2,2	2,0 $\pm$ 2,5
GSI index (%)	1,0 $\pm$ 1,0	1,2 $\pm$ 1,0	1,1 $\pm$ 1,0

( $p < 0,05$ )

A 17. táblázat eredményei alapján kijelenthető, hogy a T24-es kezelés halai szignifikánsan nagyobb testtömeggel rendelkeztek, mint a T28-as és a T32-es kezelések halai. A T28-as és T32-es csoportok halai között viszont nem volt szignifikáns eltérés. Ha megnézzük az utónevelés elején, a 85 napos halak testtömegét, látható, hogy már akkor is a T24 kezelés halainak volt a legnagyobb az átlag testtömege, vagyis az előnevelés során kialakult szignifikáns különbség megmaradt az utónevelés alatt is. A kondíciófaktor esetében hasonló eredmények születtek. A T24-es csoportnál szignifikánsan nagyobb kondíciófaktor értéket kaptunk, mint a másik két csoport esetében.

Testtömegben és testhosszban is a T24-es csoport halai nagyobbak voltak a másik két csoport halaitól. Ennek függvényében kijelenthetjük, hogy a T24-es csoport halai sokkal nagyobb méretűek és zömökebben voltak, vagyis egyértelműen fejlettebbek, amit a statisztika is egyértelműen alátámasztott. A gonádtömegek esetében a csoportok között nem volt eltérés, viszont a halak nagyobb mérete miatt a T24 csoport GSI indexe (GSI index= $1,0 \pm 1,0$ ) kisebbnek bizonyult a másik két kezelésnél, de ez a különbség szignifikánsan nem volt kimutatható csak tendenciájában. Látható a T24-es csoport nagyobb gonádtömegei alapján, hogy a fejlettebb halakhoz fejlettebb ivarszerv is párosult. Az összehasonlított eredmények alapján azt lehet feltételezni, hogy a T28 és T32 kezelés esetében a 40-85 napig történt, optimálistól magasabb víz hőmérséklet negatív hatása konzerválódott az utónevelés végéig, vagyis a kezdeti lemaradást a halak nem tudták behozni, hiába voltak az utónevelés alatt azonos tartástechnológia feltételek.

A következő 17. táblázatban megvizsgálhatjuk, hogy hőmérsékleti kezelésként milyen eltérések voltak tapasztalhatók az ivar függvényében.

17. táblázat

Az egy éves halak termelési paramétereinek bemutatása kezelésként, ivar szerint elkülönítve (érték  $\pm$  SD)

T24		
	tejes	ikrás
Befejező standard testhossz (cm)	18,3 $\pm$ 2,9	18,0 $\pm$ 2,5
Befejező testtömeg (g)	204,1 $\pm$ 101,9	187,2 $\pm$ 78,9
Kondíciófaktor (K)	3,1 $\pm$ 0,5	3,0 $\pm$ 0,2
Gonád tömeg (g)	3,6 $\pm$ 3,9 <sup>b</sup>	1,0 $\pm$ 0,8 <sup>a</sup>
GSI index %	1,6 $\pm$ 1,3 <sup>b</sup>	0,5 $\pm$ 0,3 <sup>a</sup>
(p<0,05)		
T28		
	tejes	ikrás
Befejező standard testhossz (cm)	17,5 $\pm$ 1,7	17,3 $\pm$ 2,0
Befejező testtömeg (g)	160,5 $\pm$ 56,0	156,7 $\pm$ 59,5
Kondíciófaktor (K)	2,9 $\pm$ 0,2	2,9 $\pm$ 0,3
Gonád tömeg (g)	2,6 $\pm$ 3,0 <sup>b</sup>	1,5 $\pm$ 0,9 <sup>a</sup>
GSI index %	1,5 $\pm$ 1,3 <sup>b</sup>	0,9 $\pm$ 0,4 <sup>a</sup>
(p<0,05)		
T32		
	tejes	ikrás
Befejező standard testhossz (cm)	17,2 $\pm$ 1,7	17,3 $\pm$ 1,8
Befejező testtömeg (g)	153,2 $\pm$ 50,3	158,7 $\pm$ 49,2
Kondíciófaktor (K)	2,9 $\pm$ 0,2	3,0 $\pm$ 0,2
Gonád tömeg (g)	2,5 $\pm$ 3,5 <sup>b</sup>	1,5 $\pm$ 0,9 <sup>a</sup>
GSI index %	1,4 $\pm$ 1,4 <sup>b</sup>	0,9 $\pm$ 0,5 <sup>a</sup>
(p<0,05)		

A testhosszokat megvizsgálva látható, hogy a T24-es és a T28-as csoportban a tejesek hosszabbak voltak az ikrásoknál, viszont a T32-es csoport esetében pont az ellenkezője volt megfigyelhető, igaz szignifikáns különbség nem volt megállapítható egyik esetben sem.

A testtömegek esetében ilyen típusú eltérés nem volt, azok közel azonosak voltak, kivéve a T24-es kezeléskor, ahol a tejesek szignifikánsan nagyobb átlagtömegűek lettek. A kondíciófaktor eredményei esetében egyértelműen kijelenthető, hogy az a testhosszal párhuzamosan mozogott, de egyik kezelés esetében sincs szignifikáns különbség az ivarok között.

Általában nem ilyen hosszú időintervallumnál szokták nézni, de megvizsgáltuk az SGR értékeket is a 85. naptól számítva, egészen a halak 12 hónapos koráig. Az eredmények alapján kijelenthetjük, hogy a csoportok között nincs szignifikáns eltérés (18. táblázat).

*18. táblázat*

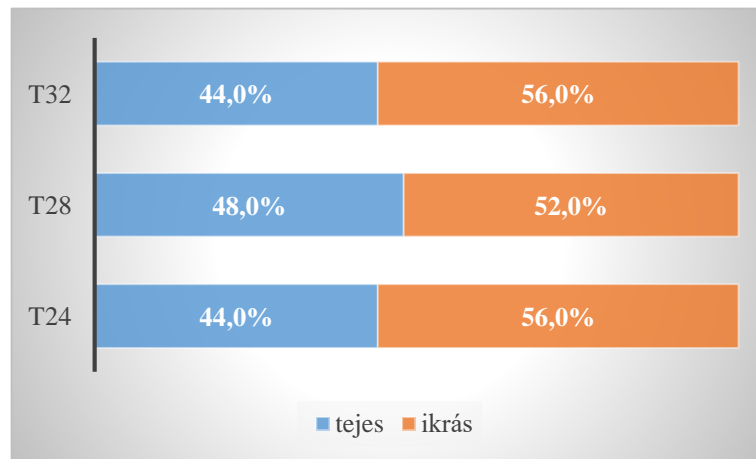
A kezelések SGR% értékei 85. naptól egy éves korukig számítva

T24	T28	T32
1,39	1,34	1,38

Ez olyan tekintetben informatív, hogy amíg a 85 napos halaknál nem voltak szignifikáns eltérések a halak testtömege között és az SGR értékek sem tértek el egymástól, a kísérlet végére mégis a T24 kezelés halai szignifikánsan nagyobb testtömeget mutattak a T22-es és a T25-ös csoport halaihoz képest. A kísérleti akvárium szakasz jobb SGR értéke az utónevelés során is megmaradt a T24-es kezeléskor.

Az 4.1. vizsgálathoz hasonlóan az összes kezelés gonádméret és a vele szorosan összefüggő GSI index elemzése azt mutatja, hogy mindegyik kezelés esetében a tejesek gonádmérete és GSI indexe egyaránt szignifikánsan nagyobb volt az ikrásokénál. Azt, hogy a tejes halak hamarabb lesznek ivarérettek mások is megfigyelték (GELA et al., 2003; KOCOUR et al., 2005; KOCOUR et al., 2007; BUCHTOVÁ, 2009). Ezzel összefüggésben a tejesek testmérete az előző, ilyen típusú kísérletünkkel szemben, most nem volt egyértelműen kisebb az ikrásokéhoz képest, a T24-es kezeléskor láthatóan nagyobb is volt, igaz statisztikailag a kezeléseken belül nem volt növekedésbeli különbség az ivarok között.

Az előzőekben számos termelési paramétert megmutattunk a 45-napos kísérlet, és az egyéves utónevelés esetében is, de nem szabad elfelejtenünk, hogy a lárva nevelési kísérlet elsődleges célja jelen kísérletben is az volt, hogy tudjuk-e befolyásolni a hőmérséklet változtatásával az állomány ivararányát. A kísérlet befejeztével az egyéves halak ivarszerveinek feltárása után megállapítottuk a különböző hőmérsékleti kezeléseknél az állományok ivararányát. Az így kapott eredményeket az *11. ábrán* prezentáljuk.



**11. ábra:** A T24, T28, T32 kezelések ivararánya (*Saját szerkesztés*)

Az eredmény egyértelműen azt mutatja, hogy az ivararányok viszonylatában az előző 4.1. kísérlethez hasonlóan nincsen jelentős eltérés a kezeléseken belül, alapvetően a kezelések hasonló százalékokat mutatnak. Ezt alátámasztja a  $\chi^2$  próbával végzett statisztikai értékelés is, mely szerint a tejes-ikrás ivararányok között nincs szignifikáns eltérés egyik kezelés esetében sem. A kapott eredmények ezúttal is megfelelnek egy „normális” pontyállomány esetében a közel 50:50%-os tejes-ikrás aránynak (DWIVEDI és MAYANK, 2013).

### 4.3. Az ivar hatása a különböző rendszerekben nevelt pontyállományok eredményeire

#### 4.3.1. Intenzív teljesítményvizsgálata eredményei

A teljesítmény vizsgálatot kilenc hónapos korú, ismert testtömegű és testhosszú vegyesivarú és monoszex ikrás pontyokkal kezdtük el. A kísérlet első napján a halak 270 naposak voltak, míg a pontosan egy évig tartó kísérlet végére 627 naposak, azaz nagyjából 1,5 éves halakról beszélhetünk.

Érdekesség, hogy az egyivarú ikrás és a vegyesivarú állományok között már a nevelés elejétől kezdve fenotípusos különbségeket tapasztaltunk. A monoszex ikrás halak nyurgább testfelépítésűek voltak, míg a vegyesivarúak magasabb háttal rendelkeztek (12. ábra).

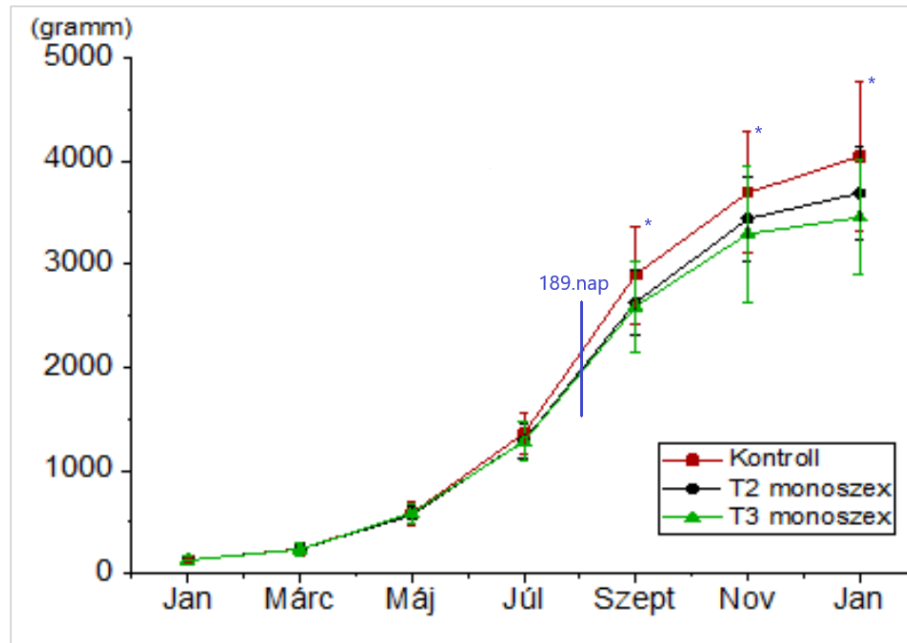


**12. ábra:** Egy vegyesivarú magasabb hátú egyed (felső) és egy a nyurgább alakú monoszex ikrás egyed (alsó) oldal felvétele (*Saját felvétel*)

A kísérlet ideje alatt folyamatosan mértük a halak növekedési ütemét (SGR%: kontroll=0,96±0,10; MS-T2=0,95±0,12; MS-T3=0,96±0,11;). Mértük a takarmányfelvételt és annak hatékonyságát, a relatív takarmányozási együtthatót (FCR g/g: kontroll=1,56±0,12; MS-T2=1,61±0,10; MS-T3=1,58±0,08) is.

Az eredményekről elmondható, hogy a lefutott egytényezős varianciaanalízis ANOVA, LSD post hoc teszt alapján nincsen szignifikáns különbség az állományok növekedése és takarmány hasznosítása között.

Az átlagtömegek vizsgálatát a 18. ábrán mutatom be. A lefutott egytényezős varianciaanalízis ANOVA, LSD post hoc teszt eredményei alapján a vegyesivarú csoport a kísérlet végére szignifikánsan nagyobb átlagtömeget ért el. Az ábra azt is szemlélteti, hogy ez a szignifikáns különbség a kísérlet 189. napjától volt jelen (ekkor a halak 1,3 évesek) és a kísérlet végéig megmaradt (13. ábra).



**13. ábra:** A kontroll vegyesivarú és a monoszex ikrás állományok átlag testtömegei a kísérlet ideje alatt (Saját szerkesztés)

A testhosszt megvizsgálva más képet kapunk. A monoszex ikrás állományok már a kísérlet elejétől szignifikánsan nagyobb testhosszal rendelkeztek, azaz nyurgább testalkatúak voltak. Ez a különbség megmaradt a kísérlet végéig.

A kapott testtömeg és testhossz eredményeket alátámasztják a kondíciófaktor (K) eredményei is, amely során a lefutott egytényezős varianciaanalízis (ANOVA, LSD post hoc teszt) alapján a kontroll állománynak magasabb a K faktor értéke. Ez azt jelenti, hogy a kontroll állomány halai az egyivarú ikrásokhoz képest nagyobb testtömeget mutattak, de rövidebb testhosszal rendelkeztek, vagyis fenotípusosan „magasabb hátú, tömörsibb” halak voltak. Míg az étkezési igények szempontjából egy magas hátú ponty a kedvezőbb, addig egy nyurgább, vadasabb megjelenésű hal a horgásztársadalom számára lehet vonzóbb.

Az általunk elvégzett kísérlet arra mutatott rá, hogy intenzív rendszerben nem mutatkozik meg az egyivarú ikrás állományok növekedési előnye. Jelen kísérletben a monosex ikrás állomány statisztikailag is alátámaszthatóan elmaradt a vegyesivarú állományok szemben a testtömege és az  $1\text{m}^3$ -re vetített biomasszára vonatkozóan (19. táblázat).

19. táblázat

A kezelések átlag testtömegei (g) és az  $1\text{m}^3$ -re levetített összes biomasszája (kg) a kísérlet végén

	Átlag testtömeg (g)	Biomassza ( $\text{kg}/1\text{m}^3$ )
Kontroll	$3692 \pm 590,5^b$	$32,3 \pm 3,2$
MS-T2	$3438,8 \pm 415,4^a$	$29,5 \pm 2,5$
MS-T3	$3294,1 \pm 659,1^a$	$27,6 \pm 2,6$

A vizsgálatunk arra mutat rá, hogy ugyanúgy, mint a tógazdaságok esetében, az étkezési méretű halnál alapvetően nincs különbség az ivarok növekedése között. Kutatói szemszögből ugyan van szignifikáns különbség a méréseink között, de ennek a gyakorlatban nincs jelentősége, mert mindegyik hal értékesíthető étkezési méretű piaci halként. Az intenzív rendszerben történt nevelés során az elsődleges szempont a nevelés időtartama. Szemben a tógazdaság jellemzően háromnyaras periódusával, itt 1,7 év alatt értük el a piaci méretet.

Emellett nem véletlenül piaci méretig neveltük az állományokat, ugyanis ha már étkezésre szánt halakról beszélünk, mindenképpen érdemes megvizsgálni a feldolgozás szempontjából fontosabb húskihozatali paramétereket is, melyeket a 20. táblázat mutat be.

20. táblázat

A halak átlagos (átlag  $\pm$  SD) termelési paraméterei

	Kontroll	MS-T2	MS-T3
Testtömeg (g)	4042,9 $\pm$ 728,8 <sup>b</sup>	3691 $\pm$ 445,7 <sup>a</sup>	3454,6 $\pm$ 553,4 <sup>a</sup>
Teljes testhossz (cm)	48,7 $\pm$ 3,4 <sup>a</sup>	51,0 $\pm$ 2,0 <sup>b</sup>	50,6 $\pm$ 2,7 <sup>b</sup>
Standard testhossz (cm)	45,4 $\pm$ 3,1 <sup>a</sup>	47,6 $\pm$ 1,7 <sup>b</sup>	47,3 $\pm$ 2,3 <sup>b</sup>
Kondíciófaktor (K)	4,3 $\pm$ 0,7 <sup>b</sup>	3,4 $\pm$ 0,3 <sup>a</sup>	3,2 $\pm$ 0,3 <sup>a</sup>
Fejhossz (cm)	12,3 $\pm$ 1,0 <sup>b</sup>	11,5 $\pm$ 2,1 <sup>a</sup>	11,1 $\pm$ 0,5 <sup>a</sup>
Testmagasság (cm)	20,4 $\pm$ 1,6 <sup>b</sup>	18,2 $\pm$ 1,3 <sup>a</sup>	17,4 $\pm$ 1,1 <sup>a</sup>
Testszélesség (cm)	11,0 $\pm$ 1,2 <sup>b</sup>	10,4 $\pm$ 0,7 <sup>a</sup>	10,1 $\pm$ 0,9 <sup>a</sup>
Farok nyélhossz (cm)	5,6 $\pm$ 0,9 <sup>a</sup>	6,9 $\pm$ 0,6 <sup>c</sup>	6,3 $\pm$ 0,6 <sup>b</sup>

A vágási paraméterek közötti különbségeket egytényezős varianciaanalízissel ANOVA, LSD post hoc teszttel ellenőriztük. Érdemes megfigyelni, hogy már az előbbieken kifejtett nyurgább monoszex ikrás testfelépítést tükrözi, a szignifikánsan nagyobb testhossz, a szignifikánsan kisebb kondíciófaktor, a nagyobb faroknyélhossz, valamint a kontroll állományok szignifikánsan nagyobb testmagassága is. Ez összeségében azt jelenti, hogy a kontroll halak magasabb és szélesebb háttal rendelkeztek, vagyis több hús volt megtalálható rajtuk.

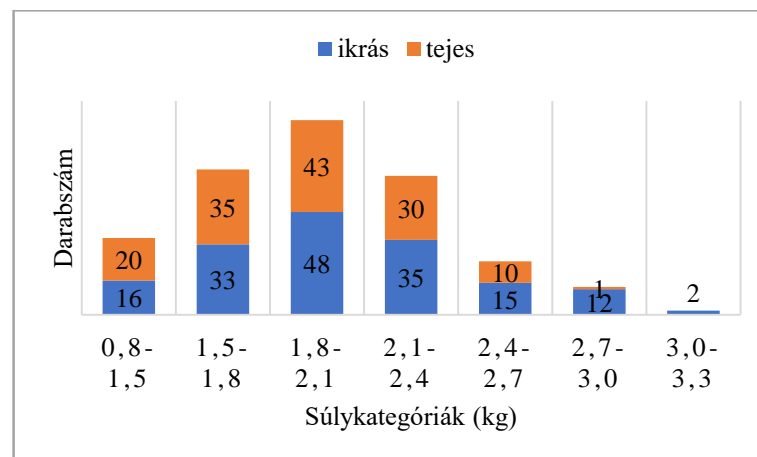
#### 4.3.2. Tógazdaságban és az intenzív rendszerben nevelt vegyesivarú pontyok ivar és méret szerinti összehasonlításának eredménye

Az előbbieken bemutatott intenzív rendszerben nevelt állományok közül a vegyesivarú állományok eredményeiről úgy gondoltuk összehasonlítható, egy szintén vegyes ivarral végzett tavi nevelés eredményeivel. A vizsgálat lényege, hogy megvizsgáljuk, van-e különbség a tejesek és ikrások között a két különböző termelési rendszer vonatkozásában. A tavi és az intenzív rendszerben nevelt pontyok testtömegét és biomasszáját különböző súlykategóriákba csoportosítottuk, melyek megmutatják, hogy egy adott kategórián belül hogyan alakul az ikrások és tejesek testtömege és biomasszája.

Az eredmények alapján mérettartományonként százalékos arányokat tüntettünk fel. A gyakorlati szempontokat figyelembe véve, a tavi és intenzív rendszerben nevelt pontyok testtömeg és biomassza eredményeire polinomiális trendfüggvényt illesztettünk. Ezen függvények segítségével a kísérletünk alapján megállapítható, hogy bizonyos súlykategóriákon belül, hogyan változik az ikrások és a tejesek aránya, ezáltal könnyebbé válik akár az étkezési hal ivarának a becslése is. Ez azért is lehet fontos, mert különböző fogyasztói igények merülhetnek fel az ikrás és a tejes halak felé, így ez a gyakorlatban megkönnyítheti az ikrás vagy tejes egyedek kiválasztását.

#### 4.3.2.1. Tógazdaságban nevelt pontyok ivar és testtömeg szerinti összehasonlításának eredményei

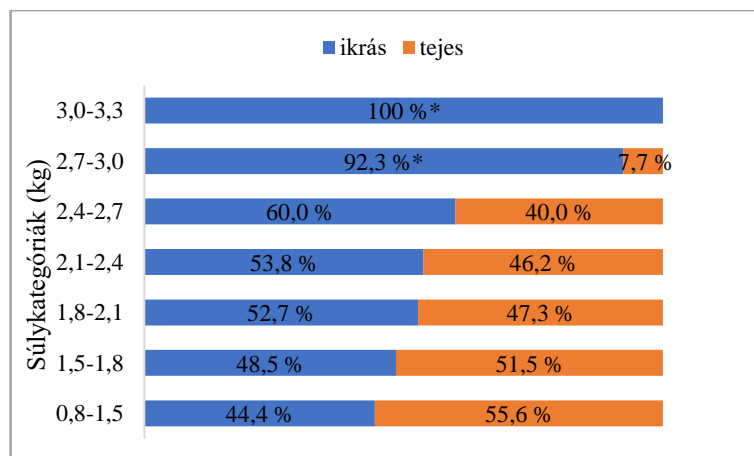
Ahogy az előző fejezetben ismertettem, először megvizsgáltam a tógazdaságban nevelt pontyok ikrás és tejes egyedeinek darabszámát az általam felállított súlykategóriák szerint. Így az *14. ábra* azt szemlélteti, hogy a kísérlet végén feldolgozott 300 darab háromnyaras ponty tejes-ikrásai hogyan oszlanak el a kategóriákon belül.



**14. ábra:** Különböző tömegű háromnyaras pontyok darabszámai ivar szerint

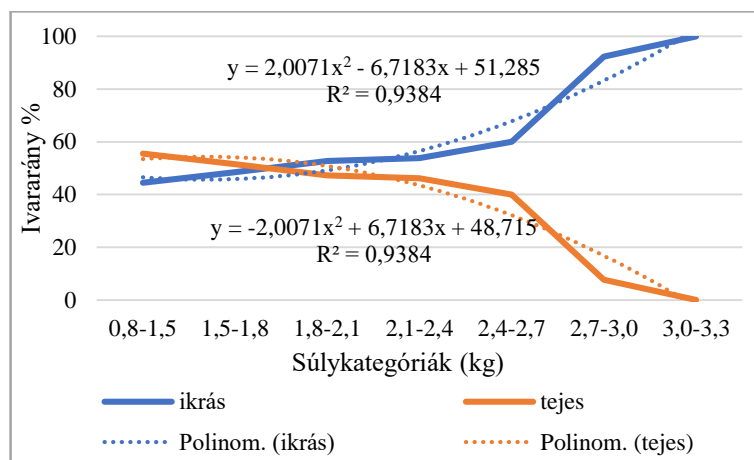
(Saját szerkesztés)

Látható, hogy tömegeloszlás szerint a legtöbb darab hal 1,8-2,1 kg között volt. Ezt megerősíti az is, hogy az összes lemerített hal átlagtömege  $2,05 \pm 0,34$  kg volt. Az ivararányokat levetítettük %-os aránypárok formájába és elvégeztük a  $\chi^2$  próbát (*15. ábra*).



**15. ábra:** Különböző tömegű háromnyaras pontyok arányai ivar szerint  
(Saját szerkesztés)

A 15. ábrát megvizsgálva látható, hogy a 2,4-2,7 kg, 2,7-3,0 kg és 3,0-3,3 kg között szignifikánsan több az ikrások előfordulási aránya. Ezt az arányt figyelembe véve készítettem el a polinomiális trendfüggvényt, amely megmutatja, mennyire szorosan kapcsolódik az ivar előfordulása a hal testtömegéhez (16. ábra).

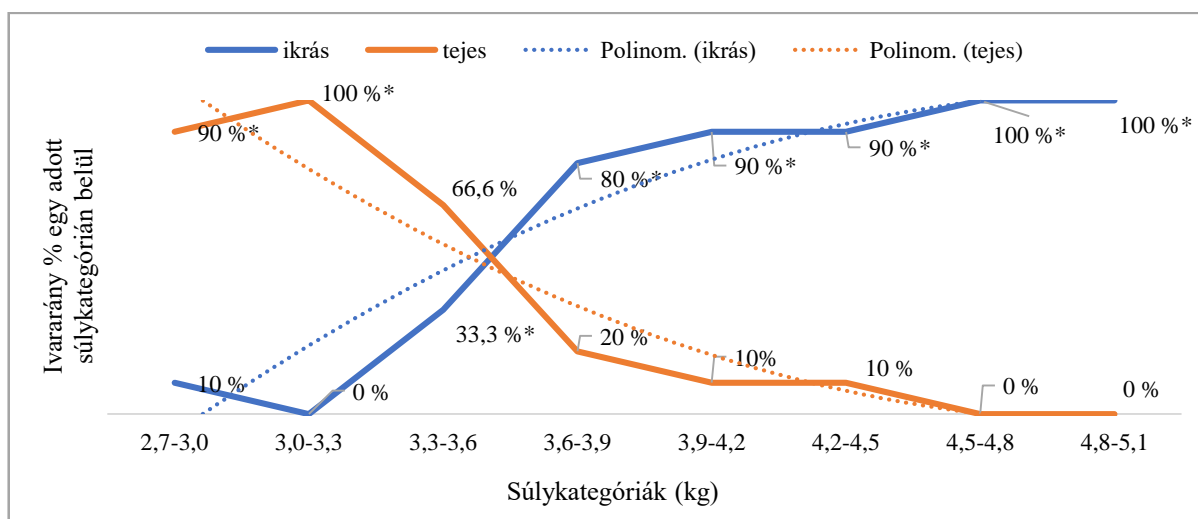


**16. ábra:** Tógazdasági halak ivar és tömeg összefüggése (Saját szerkesztés)

Az ábra alapján megállapítható, hogy a nagyobb súlykategóriák esetében egyre nagyobb valószínűségű az ikrások előfordulása. A tömeg és az ivar szoros kapcsolódását jól mutatják a magas  $R^2$  értékek is (ikrások= 0,9384; tejesek=0,9384).

4.3.2.2. Intenzív rendszerben nevelt pontyok ivar és testtömeg szerinti összehasonlításának eredményei

A tógazdasági testtömegvizsgálatok után az intenzív rendszerben nevelt halak eredményeit is megvizsgáltuk. Igaz ebben az esetben lényegesen nagyobb testtömegű és kevesebb darabszámú (n=24) és csupán kétnyaras halakról van szó, mégis értékes összehasonlítási alap lehet, az intenzív és a tógazdasági technológia trendjeinek vizsgálata. Bár az 4.3.2. pontban bemutatott recirkulációs rendszerben nevelt állományok egyrésze monoszex ikrás állomány - ahol ennek a vizsgálatnak nincs értelme, hiszen nem tudjuk az ikrásokat a másik ivarhoz hasonlítani - ugyanakkor a vegyesivarú állomány eredményeit fel tudjuk használni. A kevés darabszám miatt csak a polinomiális trendfüggvény ábráját tüntettem fel, amelyen egyúttal leolvasható az adott súlykategóriákon belüli ivararány % is (17. ábra).



**17. ábra:** Intenzív rendszerben nevelt pontyok ivar és tömeg összefüggése  
(Saját szerkesztés)

Ezen az ábrán is látható, hogy az intenzív rendszerben nevelt halak közül a magasabb súlykategóriák esetében (3,6-3,9 kg és afeletti) szignifikánsan nagyobb az ikrások darabszáma, 2,7-3,0 kg és 3,0-3,3 kg és a 3,3-3,6 kg között pedig szignifikánsan nagyobb a tejesek aránya. A magas  $R^2$  értékek (ikrás=0,9012; tejes=0,9014) szintén szoros összefüggést mutat a súly és az ivar megállapításában.

A tógazdasági vizsgálat eredményeihez hasonlóan az intenzív rendszerben is egy állományon belül a nagyobb tömegű hal nagyobb eséllyel lesz ikrás, mint tejes. A kísérletben lemerített halak átlagtömege 4,04 kg volt, ehhez képest a függvények metszéspontja a 3,3-3,6 kg közötti kategóriába esett.

#### 4.3.2.3 Tógazdaságban nevelt pontyok ivar és biomassza szerinti összehasonlításának eredményei

Ha tógazdasági termelésről beszélünk, nem elég az átlagtömegeket vizsgálni. Mivel a takarmányozás hatékonyságát, a megtermelt hal mennyiségét, halbiomasszára vetítve mérjük így annak vizsgálata szintén kiemelt jelentőséggel bír. A halastavi termelés során az állomány egyöntetűségét sokkal nehezebb biztosítani, mint intenzív körülmények során. Ez a mi esetünkben is jól látható, ahol a halak átlagtömege 0,8 kg-tól egészen 3,3 kg-ig terjedt, Ezek alapján különböző súlykategóriákat állítottam fel a vizsgálat érdekében. A legnagyobb, 2,4 kg-nál nagyobb testtömegű halaknál egyértelműen ikrás többség volt megfigyelhető, míg a többi sávban az arányok kiegyenlítették voltak. Amennyiben kategóriánként, részletesebben lebontva megnézzük a biomasszát a következő eredményt láthatjuk (21. táblázat).

21. táblázat

Biomassza tömegek és százalékos arányok a súlykategóriákon belül ivar szerint

	ikrás (kg)	tejes (kg)	kategóriánként (kg)	ikrás %	tejes %
0,8-1,5	19,65	26,70	46,35	42,3	57,7*
1,5-1,8	55,41	60,69	116,1	47,7	52,3
1,8-2,1	95,03	82,45	177,48	53,5	46,5
2,1-2,4	79,78	67,43	147,21	54,1	45,9
2,4-2,7	37,99	25,39	63,38	59,9*	40,1
2,7-3,0	33,50	2,78	36,28	92,3*	7,7
3,0-3,3	6,24	0,00	6,24	100*	0
<b>Összes</b>	<b>327,60</b>	<b>265,44</b>	<b>593,04</b>	<b>55,2</b>	<b>44,8</b>

Az eredmények alapján látható, hogy az ikrások összes biomasszája nagyobb volt ugyan, de a Chi<sup>2</sup> próba alapján nem volt szignifikáns eltérés a két ivar eredményei között. Súlykategóriákra lebontva viszont megfigyelhető, hogy a legalsó (0,8-1,5 kg) csoport esetében szignifikánsan nagyobb volt a tejesek aránya, a legfelső kategóriák (2,4 kg felett) esetében pedig szignifikánsan nagyobb volt az ikrások aránya. Az egész állományt nézve a legtöbb halbiomassza 1,8-2,1 kg és 2,1-2,4 kg között volt, de még az 1,5-1,8 kg csoporthoz is sok hal tartozott. Vagyis egyértelműen látszik, hogy egy háromnyaras tógazdasági nevelés során a legtöbb hal tömege valószínűleg 1,5-2,5 kg közé fog esni.

Mivel az összeredményeket tekintve nincs, szignifikáns eltérés ez azt jelenti, hogy a lehalászott populáción belül a legkisebb méretű halak nagyobb valószínűséggel tejesek, míg a legnagyobb méretű halak arányaiban is nagyobb valószínűséggel ikrások. A tavi kísérlet eredményei alapján megállapítható, hogy a magasabb súlykategóriák esetén nagyobb a valószínűsége az ikrás egyedeknek. 3,3 kg feletti tömeg esetén háromnyaras tavi ponty esetén szinte biztosan ikrás egyed lesz, alacsonyabb súlykategóriáknál, főleg 1,5 kg alatt pedig szignifikánsan nagyobb a valószínűsége a tejes halaknak.

#### 4.3.2.4 Intenzív rendszerben nevelt pontyok ivar és biomassza szerinti összehasonlításának eredményei

Intenzív rendszerben is megvizsgáltuk az ivar és a biomassza összefüggéseit. A következő, 22. táblázat megmutatja, a vegyesivarú állomány biomassza paramétereit.

22. táblázat

Adott súlykategóriában (kg) található halak biomasszája ivar szerint (n=24)

(kg)	ikrás	tejes
2,7-3,0	2,73	8,45*
3,0-3,3	0	3,34*
3,3-3,6	3,51	10,2*3
3,6-3,9	11,4*	3,85
3,9-4,2	11,85*	3,97
4,2-4,5	13,05*	4,26
4,5-4,8	9,89*	0
4,8-5,1	4,93*	0
Biomassza	57,36	34,1
Darabszám	14	10
Átlagtömeg	4,09	3,41
Összes átlag	4042,9	

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a 24 darabos állományból 14 ikrás és 10 tejes volt, a tejesek biomasszája kevesebb (34,1 kg), mint az ikrásoké (57,36 kg), de mindez nem csak a kevesebb darabszámmal magyarázható, mert átlagtömegben is elmaradnak az ikrásokkal szemben (ikrások= 4,09 kg; tejesek=3,41 kg).

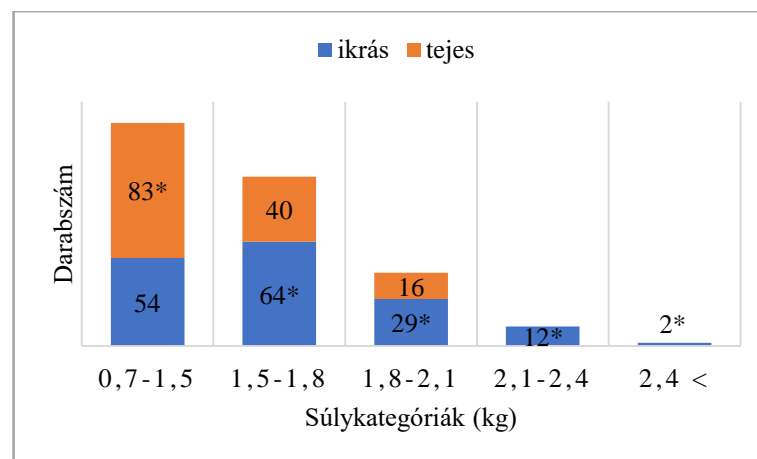
Mindez azt jelent, hogy a recirkulációs rendszerben végzett pontykísérletünk során az ikrások alapvetően nagyobb növekedést és nagyobb biomassza tömeget értek el mint tejes társaik.

#### 4.3.2.5 Tógazdaságban nevelt pontyok ivar és húskihozatal szerinti összehasonlításának eredményei

Az előbbi fejezetekben a halak átlagtömegét és biomasszáját vizsgáltuk, de érdemes kitérni a halak húskihozatalára is. Ha megvásárolunk egy pontyot, a tömege nem tükrözi pontosan, hogy mennyi halhúst fogunk a konyhában kinyerni, ugyanis az előkészítés során lepikkelyezzük, kiszedjük a belsőségeit, eltávolítjuk az úszókat, sőt sok esetben a fejet is. Éppen ezért hasznos húskihozatal alatt az ételhez ténylegesen felhasznált halhús mennyiségét értjük.

Vizsgálatunk szerint idetartozik a hal tisztított törzse valamint a feje. Ez alapján megnéztük az állományainkat és az ikrásoknak  $80,4 \pm 3,1$  % a tejeseknek pedig  $76,9 \pm 3,4$  % volt a hasznos húskihozatala.

A hasznos húskihozatalt számszerűsítettük és a kapott tömegek alapján különböző súlykategóriákba soroltuk. Az 18. ábra azt szemlélteti, hogy a különböző tömegű feldolgozott termék milyen darabszámban származnak tejestől vagy ikrástól.



**18. ábra:** Különböző ivarú halak húskihozatalának eredményei ivar szerint  
(Saját szerkesztés)

Az 19. ábra eredményei alapján megállapítható, hogy a legtöbb vizsgált hal húskihozatala 0,7-1,5 kg között volt. Ebben a kategóriában szignifikánsan több tejes található, míg a nagyobb húskihozatali kategóriákban szignifikánsan több az ikrás hal.

Az eredmény összehangban van az átlag testtömegeknél kapott eredményekkel. Mivel a nagyobb testtömegű halak gyakrabban ikrások ezért a nagyobb halhústömeg gyakrabban származik ikrás egyedtől. Az eredmények alapján az is megállapítható, hogy a 2,1 kg feletti húskihozatala már csakis ikrás egyedeknek volt.

A 23. táblázat megmutatja, hogy egy adott kategóriába mennyi halhús tartozik és ezen belül mennyi a tejes és ikrás húskihozatali arány.

23. táblázat

A húskihozatal össztömege és aránya ivar szerint

	ikrás (kg)	tejes (kg)	kategóriánként (kg)	ikrás húskihozatal arány %	tejes húskihozatal arány %
0,7-1,5	68	172,44	240,44	28,2	71,8*
1,5-1,8	106,78	66,3	173,08	61,6*	38,4
1,8-2,1	56,49	31,2	87,69	64,4*	35,6
2,1-2,4	26,80	0	26,80	100*	0
2,4-2,7	4,90	0	4,90	100*	0

Az elvégzett Chi<sup>2</sup> próba alapján az eredményekből megállapítható, hogy a 1,5 kg-os kategória felett az ikrások hasznos húskihozatala szignifikánsan nagyobb, míg 1,5 kg alatt szignifikánsan kisebb volt, mint a tejesek esetében. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy az eredményeink alapján egy háromnyaras tógazdasági termelés után feldolgozott hal hasznos húskihozatala (fej + tisztított törzs tömeg), ha meghaladja a 1,5 kg-ot akkor statisztikailag alátámasztva nagyobb valószínűséggel származik ikrás egyedből, amennyiben pedig 1,5 kg alatti akkor nagyobb a valószínűsége, hogy a feldolgozott hal tejes volt. Amennyiben pedig a hal tömege meghaladta a 2,0kg-ot kísérletünkben gyakorlatilag kijelenthetjük, hogy mindenképpen ikrás halról van szó.

4.3.2.6 Intenzív rendszerben nevelt pontyok ivar és húskihozatal szerinti összehasonlításának eredményei

Az intenzív kísérlet végén a vegyesivarú állományon belül összesen 4 tejes és 4 ikrás halat bontottunk szét a teljesítményvizsgálati kódex alapján. A következő, 24. táblázat azt mutatja be, hogy milyen átlagtömegűek voltak a feldolgozott halak, és az élősúlyhoz viszonyítva milyen arányt képviseltek a különböző részek.

24. táblázat:

A feldolgozott étkezési méretű halak arányszámjai

	Kontroll (ikrás)	Kontroll (tejes)
Élősúly (g)	3895±210,0	3627,6±186,5
Tisztított törzs tömeg %	56,3±2,8	57,4±0,5
Pikkely tömeg %	3,0±1,3 <sup>a</sup>	3,0±0,0 <sup>a</sup>
Fej tömeg %	14,3±2,7 <sup>ab</sup>	13,9±0,2 <sup>ab</sup>
Belsőség tömeg %	19,7±1,9	18,9±0,2
Kopoltyú tömeg %	1,7±0,6	1,7±0,2
Úszó tömeg %	5,0±1,2	5,1±0,1

A lefutott egytényezős varianciaanalízis alapján kijelenthető, hogy konyhai feldolgozás szempontjából nincs szignifikáns különbség az ikrás és tejes ivarú halak között (25. táblázat).

25. táblázat:

A feldolgozott halak húskihozatali %-ai

	Élősúly (g)	Filé kihozatali %	Fej + törzs %	Tisztított törzs %
Kontroll (ikrás)	3895±210,0	45±2,7	70,6±2,7	56,3±2,8
Kontroll (tejes)	3627,6±186,5	46,1±2,1	71,3±0,3	57,4±0,5

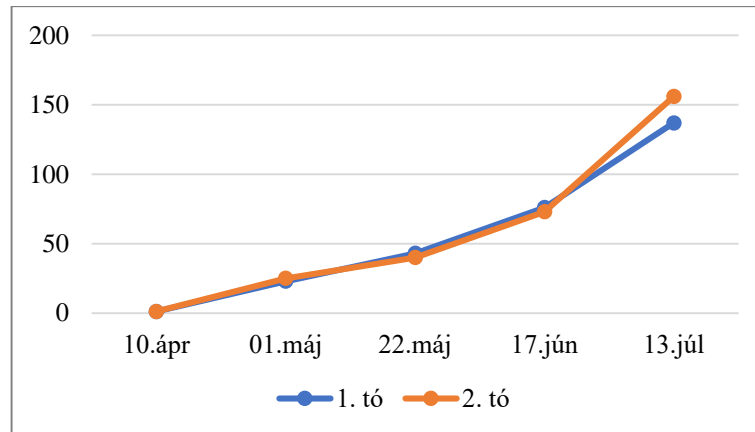
Gasztronómiai szempontból itt a fejnek lehet még jelentősége, mivel a halászlé esetében tapasztalat, hogy sokan a hal fejét is felhasználják a tisztított törzs mellett (a tisztított törzs felvágásával kapjuk a pontypatkókat). Bár a fej tömegnél kimutatható statisztikai eltérés, a gyakorlati felhasználást illetően megállapítható, hogy nincs különbség az egyivarú ikrás állományok és a vegyesivarú állományok ikrás és tejes egyedei között, szemben a tógazdasági eredményekkel, ahol a nagyobb tömegű halaknál szignifikánsan nagyobb az ikrások aránya a nagyobb testtömegek esetében.

#### 4.4. Szezonon kívüli szaporítás után intenzíven előnevelt halak, tavi utóneveléseinek az eredményei

Az ebben a fejezetben bemutatott eredményeink egy kicsit eltérnek a klasszikus kísérletek eredményeitől, hiszen jelen esetben a feladatunk, egy, a gyakorlat számára használható komplex termelés technológia kidolgozása volt. Célunk, hogy a ponty szaporításának előre hozásával kiaknázzuk a tavaszi planktoncsúcsot, melynek segítségével az egynyaras ponty jóval nagyobbra nőhet a szezon végére, mint a hagyományos tartástechnológiai módszerrel. Ennek egyenes következménye, hogy a hároméves üzemforma két évre csökkenthető, úgy hogy közben a piaci hal mérete nem változik.

A február 8.-ai szezonon kívüli szaporításkor 90%-os kelést tapasztaltunk. Innentől kezdve az április 10.-ig tartó intenzíven nevelt állományok 80%-os megmaradást mutattak és a nevelés végére elérték az 1gr-os átlagtömeget. A mérés után még aznap, április 10.-én került sor a halak halastavi kihelyezésére.

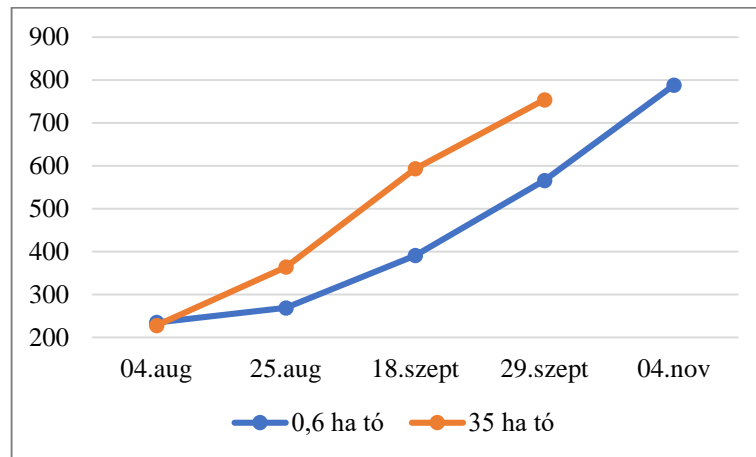
Kísérletünk másik részében az intenzív előnevelés után az állományokat megvizsgáltuk egy **egyfázisú** és egy **kétfázisú** tavi nevelés vonatkozásában is. Az egyfázisú tavi nevelés során az április 10.-én kihelyezett 1gr-os ivadékok a november 4.-i lehalászásig egy 0,6 ha-os tóban nevelkedtek. Ez idő alatt végig kereskedelmi forgalomba kapható gyári táppal etettük őket. A kétfázisú tavi nevelés annyiban tér el az előzőtől, hogy az április 10.-i kihelyezés után július 13.-ig nevelkedtek egy másik, de hasomlóan 0,6 ha-os tóban, ahol az előbbivel megegyező módon végig kereskedelmi forgalomban kapható gyári tápot kaptak. Ezt a nevelő tavat viszont július 13.-án lehalasztuk és a benne lévő teljes halállomány átkerült egy 35 ha-os extenzív tóba polikultúrás népesítésben, más halfajok mellé, ahol a szeptember 29-i lehalászásig kukoricadarát és extrahált napraforgót kapott kiegészítő takarmányként. A nevelési fázisok adatait külön-külön megvizsgálva a *19. ábra* azt mutatja be, amikor még az egyfázisú és a kétfázisú nevelési stratégia halai a két különböző 0,6 ha tóban nevelkedtek azonos paraméterek mellett.



**19. ábra:** Az egyfázisú és kétfázisú nevelés halainak átlagtömege (gramm)  
(Saját szerkesztés)

Mindkét nevelőtónak az eredményei hasonlóan alakultak. A halak az 1. tóban 137g-os, míg a 2. tóban 156g-os átlagsúlyt értek el (ezután kerültek át a 2. tó halai a 35ha-os tóba). Az eredmények alakulásához az is hozzátartozik, hogy mindkét tóba a tavaszi plankton csúcs ideje alatt helyeztük ki a halakat. Az intenzív nevelés alatt már tápraszkotatott halak, a bőséges planktonmennyiségnek köszönhetően azonnal visszatértek a természetes táplálék fogyasztásához és csak fokozatosan, a kísérlet első felének a vége felé (a június 17.-i mérés után) sikerült őket újra a mesterséges tápra átállítani. A tény, hogy a halak azonnal visszaálltak a természetes táplálékra, nagyon fontos megfigyelés, hiszen a termelők gyakran azért ódzkodnak az intenzív ivadékneveléstől, mert félnek, hogy tavi körülmények között a halak nem állnak vissza a természetes táplálékra. A kísérlet egyértelműen bebizonyította, hogy ennek semmi alapja nincs, a halak amint planktonnal találkoznak, azonnal elkezdik fogyasztani azt.

A következő 20. ábra már a kísérlet második felét mutatja be. Július 13.-a után a kétfázisú nevelés halait áthelyeztük a 35 ha-os tóba, az egyfázisban nevelt halak pedig maradtak a 0,6 ha nevelő tóba.



**20. ábra:** A különböző nevelési stratégiák átlagtömegei (*Saját szerkesztés*)

Az egyfázisú nevelés november 4.-ig lehalászása során 754g átlagtömegű halakat, a kétfázisú nevelés szeptember 29.-ig lehalászásakor során 788g átlagtömegűeket kaptunk. Az eredmények a hagyományos tógazdaság első éves eredményeihez viszonyítva képest jónak számítanak, mivel az AKI (2021) adatai alapján 2020-ban az egynyaras ponty átlagsúlya 104g volt.

Az átlagtömeg eredményei mellett megvizsgáltuk mindkét nevelési fázis megmaradási százalékát, FCR értékeit és az 1 hektárra vetített nettó hozamokat is (26. és 27. táblázat).

26. táblázat

Az egyfázisú nevelés megmaradási %, FCR és Nettó kg hozam/ha eredményei

	Egyfázisú
Megmaradási %	59%
FCR	1,27
Nettó kg hozam/ ha	2316 kg

27. táblázat

Az kétfázisú nevelés megmaradási %, FCR és Nettó kg hozam/ha eredményei

	Kétfázisú
1. nevelési szakasz (április 10.- július 13.)	
Megmaradási %	67,5 %
FCR	0,99
Kétfázisú	
2. nevelési szakasz (július 13.- szeptember 29.)	
Megmaradási %	86%
FCR	4,21*
Nettó kg hozam/ ha a teljes kísérlet idejére (április 10.- szeptember 29.) vetítve	1312 kg
Megmaradási % a teljes kísérlet idejére (április 10.- szeptember 29.) vetítve	58%

\*A kétfázisú tavinevelés második szakaszában hagyományos abraktakarmányozást alkalmaztunk (kukoricadara, extrahált napraforgó)

A megmaradási eredményeket megnézve az egyfázisú nevelés 59%-os és a kétfázisú nevelés 58%-os megmaradása azonosnak tekinthető. Az egyfázisú és kétfázisú nevelés FCR értékeit nem lehet egymással összevetni, az eltérő etetési stratégia, népesítési sűrűség, használt tóterület stb. változók miatt. Ugyanakkor elmondható, hogy az egyfázisú  $FCR=1,27$  eredménye igencsak jónak tekinthető.

Az egy hektárra vetített nettó hozamot megvizsgálva az egyfázisú nevelésnek 2316 kg/ha, a kétfázisúnak 1312 kg/ha hozama volt. Ezeket az eredményeket összevetve a 2020-as magyarországi tógazdaságban nevelt pontyok hozamával (438 kg/ha) biztatónak mondható (AKI, 2021).

## **5. Következtetések és javaslatok**

A dolgozatomban elvégzett kísérletsorozat átfogó célja a pontytermelés hatékonyságnövelése volt. Vizsgáltuk annak a lehetőségeit, hogy minél költséghatékonyabban, tudjunk pontyot termelni a jelenlegi hazai viszonyok között, illetve azt, hogy lehetséges-e jobb növekedési és húskihozatali eredményeket elérni az általunk végzett kísérletek alapján.

A hatékonyságnövelés témakörét nagyon sokféle módon megközelíthetjük. A pontytáp fejlesztéstől kezdve, a tenyésztidőszak lerövidítésén át, a különböző termelő rendszerek kölcsönös előnyeinek kihasználásáig. Az általunk elvégzett tudományos munka alapvetően három szempontból közelítette meg a témát:

### **5.1. Következtetések és javaslatok a direkt ivarátfordítással kapcsolatban**

A monoszex ikrás pontyállomány szakirodalmak alapján tógazdasági környezetben jobb növekedési eredményt mutat egy normál, vegyesivarú állománynál. Ezen a tényen kívül, a fogyasztói oldalról manapság egyre gyakrabban felmerül az igény egy adott ivarra (tejes - jobb húskihozatal, eladhatóbb ivartermék, jobb húsminőség; ikrás - nagyobb testtömeg, nagy ikramennyiség). Az ilyen monoszex populáció előállítása bonyolult és költséges, ezért más halfajoknál szerzett tapasztalatok alapján, a direkt ivarátfordítás kísérleteinknek célja az volt, hogy már működő, egyszerű, költséghatékony módon állítsunk elő monoszex ikrás (vagy tejes) állományokat. Ha a más halfajoknál bevált módszerek a pontynál is működnek, akkor elhagyhatóak lennének a szakirodalmi áttekintésben is bemutatott bonyolult eljárások (hormonkezelés illetve a technológia igényes indirekt módszer is) és mindenki számára könnyen elvégezhető lenne a ponty ivarának a befolyásolása.

Következtetések: A pontylárvákon elvégzett ivardifferenciálódás előtt (kelés után 0.-40. nap – 22°C; 25°C; 29°C) és az ivardifferenciálódás alatt (40. nap-85.nap – 24°C; 28°C; 32°C) alkalmazott vízhőmérsékleti kezelésekkal nem lehetett befolyásolni a pontyállományok ivararányát. A kísérletek során nem alakult ki szignifikánsan nagyobb tejes vagy ikrás arány egy adott állományon belül.

Minden hőmérsékletes kísérlet esetében igaz volt, hogy azok a csoportok, melyek hőmérséklet tekintetében a ponty optimumához (20-24°C) legközelebbi tartományon nevelkedtek, minden esetben jobb növekedést produkáltak. A lárwanevelés fázisa alatt a magasabb hőmérsékletű kezelések a növekedésbeli lemaradásukat az utónevelés során nem tudták ledolgozni, pedig az állományokat azonos körülmények között tartottuk.

Ebből is látszik, hogy a lárwanevelés végén tapasztalt, akár milliméterekben és milligrammokban mért eltérések a jövőben nagy biomassza különbségeket eredményezhetnek.

Tapasztalataink alapján kijelenthető, hogy a lárwanevelés alatt fokozott odafigyelés szükséges, ugyanis az ebben a korban összeszedett lemaradás intenzív körülmények között nagyon nehezen ledolgozható. Összeségében kijelenthető, hogy meg kell találnunk azt a vízhőmérsékleti tartományt, ahol a pontylárvák jobban táplálkoznak, a takarmány is hatékonyabban hasznosul, de vigyáznunk kell, hogy ez a hőmérséklet ne legyen túlzott mértékben magas, hiszen akkor lecsökken a halak étvágya és a növekedésük is rosszabb is lesz (FAO, 2020).

A kísérletek során megvizsgáltuk kezelésként az ikrások és tejesek közötti különbségeket is és azt az eredményt kaptuk, habár nem minden esetben, de az ikrás egyedek jobb növekedést produkálnak és ennek oka a tejesek korai ivarérese volt, melyek az ivaréres pillanatától kezdve a bevitt energia és fehérje jó részét az ivarsejtek fejlesztésére fordították a növekedés helyett. Mindezt alátámasztja, hogy minden kezelés esetében szignifikánsan nagyobb volt a csoportokon belüli tejesek gonádtömege és GSI indexe, mint a nőstény társaiknak. Az intenzív rendszerben történő, folyamatosan optimális körülményeket biztosító nevelés mellett a tógazdasági neveléshez viszonyítva gyorsabban, akár egy év alatt előállítható ivarérett tenyészhal. Gyakorlati tapasztalataink is azt mutatták, hogy sok esetben rendkívül fejlett és a hal méretéhez viszonyítva nagyméretű volt a gonád, találoztunk olyannal is, hogy egyéves halból spontán módon ivarterméket nyertünk mind a tejes mind az ikrás ivarnál egyaránt. Mivel összeségében jobb ütemben, de a gyakorlatot nézve nem markánsan nőttek nagyobbra az ikrás egyedek, feltételezésünk szerint az intenzív tartás technológia egyéb paramétereit (táp, vízhőmérséklet, népesítési sűrűség) jobban befolyásolják a halak növekedését, mint az ivari változó.

Javaslatok: Eredményeink alapján érdemes lenne szélsőségesebb vízhőmérsékleteket is tesztelni, akár az optimumtól lényegesen hidegebb illetve melegebb értékeket kipróbálva. Feltételezésünket alátámasztja a BISWAS et al., 2021-ben megjelent publikációja, amely szerint 36°C-on, a kelés utáni 7.-13. napig kezelt pontyállomány esetében 99%-os tejes állományt értek el.

Kísérletünk során alapvetően az ikrásokra fókuszáltunk a jobb növekedésük miatt, ugyanakkor nem biztos, hogy a ponty esetében ez a megfelelő irány. Manapság a piac egyre gyakrabban keresi a tejes halakat, ugyanis a hím ivarú egyedek gonádjá, a haltej kedvelt a hazai gasztronómiában és a filé vagy a patkó minősége is kedvezőbb, a vastagabb hasalji húsnak köszönhetően.

Másik hátránya az ikrásoknak, hogy ha eléri a három éves kort és a megszokott piaci méretet (1,5-3,5 kg), addigra a gonádjuk is arányaiban fejlettebb lesz a tejesekéhez képest, vagyis a belsőség testtömeghez viszonyítva nagyobb arányt képvisel ezzel csökkentve a filé kihozatalát.

Bár a dolgozatban nem tüntettem fel, még mindig megmarad lehetőségként, hogy hormonok segítségével alakítsunk ki közvetlen módon, egyivarú állományokat. A 17 alfa-metiltesztoszteront használata egyivarú tejes pontyállományok kialakítására fogyasztási célból bizonyos országokban engedélyezett. Előnyként jelölik meg azt, hogy ez a hormon hatékonyon fordítja át az ivart, könnyen kiürül a halak szervezetéből és nem jelent veszélyt emberi fogyasztás során sem (MUBARIK et al., 2011). Az Európai Unió szabályozások ennél jóval szigorúbbak, viszont kutatási célból itt is lehet hormont használni egyivarú állományok kialakítására. A szakirodalmak alapján mi is végeztünk, végül a dolgozatomban fel nem tüntetett kísérletsorozatot, melyek alapján gyakorlati tapasztalatot szereztünk arról, hogy ha kelés után 40.-80. napig tápba kevert 500ppm metiltesztoszteronnal kezeltük a normál, vegyesivarú halakat, akkor gyakorlatilag 100%-ban tejes állományt kaptunk (néhány steril, illetve nem kifejlett ivarszervtől eltekintve, melynek mennyisége elenyésző volt). Sok olyan kutatást végeznek és terveznek jelenleg is ahol előnnyel jár egy egyöntetűbb, monoszex állomány, ugyanis egy ilyen kísérlet során az ivarok közötti különbség, mint lehetséges változó kiiktatható.

## **5.2. Következtetések és javaslatok az ivar hatásnak vizsgálatával kapcsolatban a különböző rendszerekben nevelt pontyállományok esetében**

Kísérletünkben intenzív rendszerben neveltünk monoszex ikrás és vegyesivarú állományokat és ezen eredményeket összehasonlítottuk tógazdaságban nevelt állományokkal. A piaci méretű halak esetében az ivarra, mint változóra fókuszáltunk, azt vizsgálva, hogy milyen hatással lehet az ivar a különböző termelési paraméterekre.

Következtetések: Az eredményeinkből arra következtethetünk, hogy intenzív rendszerben nincs szükségünk monoszex ikrás állományokra, mert nem fog érvényesülni, a tógazdasági kísérletekben tapasztalt növekedési előnyük. Ennek oka, hogy mesterséges körülmények között, elsősorban az optimális víz hőmérsékletnek és a tápetetésnek köszönhetően, mindkét nem ivarérése viszonylag hamar bekövetkezik, ezáltal megszűnik a növekedésbeli különbség, így nem alakul ki a két nem között nagyságrendbeli eltérés. Ezzel ellentétben tógazdasági körülmények között az ikrások egy évvel későbbi ivarérése nagyobb testtömeget eredményez.

Amennyiben intenzív rendszerben nem alkalmazzuk a monoszex állományokat erőforrást spórolunk, mert nem kell költeni a monoszex ikrás állományok kialakítására. Az intenzív rendszerekben az ivar helyett a növekedési ütemet sokkal inkább a víz hőmérséklet, a vízminőség és a tápanyag-ellátottság fogja befolyásolni.

Azonban, ha megvizsgáljuk a tógazdasági eredményeket az rajzolódik ki, hogy egy vegyesivarú állomány esetében az ikrás egyedek tömege és biomasszája is szignifikánsan nagyobb a tejeseknél, vagyis kísérletünk alátámasztja a KOCOUR et al., 2003; 2005 kísérletében állítottakat, miszerint tógazdasági technológiában jobb az ikrások növekedési üteme, tehát van értelme a monoszex ikrás technológiába is befektetni.

Javaslatok: Javaslataink szerint érdemes lenne a jövőben megvizsgálni az egyivarú ikrás és vegyesivarú állományok összehasonlítását még nagyobb népesítési sűrűség mellett is, ugyanis az intenzív nevelés célja a biztonságos, nagymennyiségű hal előállítás. További érdekes eredmények lehetnek a következő fejezetben bemutatott, kombinált intenzív előnevelés és tavi utónevelés során milyen eredményeket mutatna a monoszex-vegyes ivarú vonatkozásban. Lehetséges ugyanis, hogy egy rövid, intenzív előnevelési periódus során jobb növekedést produkálnának az ivadékkorú monoszex ikrás halak, mely előny a tógazdasági utónevelés során is megmaradhatna.

Az ikrások jobb teljesítménye alapján mindenképpen érdemes lenne a monoszex ikrás állományokat tovább vizsgálni tógazdasági termelés vonatkozásában, akár különböző tájfajták bevonásával, akár különböző méretű fél-intenzív és hagyományos extenzív tavak vonatkozásában is.

### **5.3. Következtetések és javaslatok a szezonon kívüli szaporítással, intenzív előneveléssel és kombinált tavi utóneveléssel kapcsolatban**

A hagyományos tógazdasági pontytermelés körülbelül két évszázados alapokon nyugszik és a technológiája az 1950-es évektől kezdve, a keltetőházi szaporítás technológiájának kidolgozása és a polikultúras népesítési szerkezet bevezetése óta, valójában nem sokat változott. Arra a szakma és a kutatók is konszenzusra jutottak, hogy a tógazdasági pontytermelést a fejlődő technológiák, a megváltozott globális gazdasági, földrajzi és egyéb természeti (klímaváltozás) adottságok miatt meg kell újítani és az ember által nagyobb kontrollt kell biztosítani a biztonságos és jó minőségű termék előállítására érdekében. A hazai pontytermelésnek a globális klímaváltozás és a változó piaci igények miatt szüksége van hatékonyabb termelési rendszerekre. Az általunk bemutatott kísérlet erre ad egy lehetséges alternatívát az intenzív és az extenzív technológiák kombinálása révén.

Következtetések: A szezonon kívüli téli szaporítás az irodalmi forrásoknak megfelelően kivitelezhető és hatékonyan megvalósítható. A szaporítás során jó termékenyülési és kelési eredményeket tapasztaltunk, hasonlóan, mint egy szezonális szaporítás során. Az alapvető különbség a két szaporítás között az anyahalak felkészítésben jelentkezik Szezonon kívüli szaporítás esetében az anyahalak felkészítése sokkal nagyobb odafigyelést és időt igényel (KUCHARCZYK et al., 2014).

Az intenzív előnevelés során arra következtettünk, hogy a legfontosabb, az optimális szaporítási idő megtalálása. Ugyanis ha a szezonon kívüli szaporítás túl korai, akkor a hosszabb ideig tartó intenzív nevelés költségei megnövekednek, ha pedig túl későn történik meg, akkor nem tudjuk teljes mértékben kihasználni a tavaszi planktoncsúcs adta optimális termelési körülményeket. A cél, hogy amikor kitelepítjük őket a tavakba, olyan méretű halaink legyenek, amelyek képesek a Daphniát fogyasztani vagyis nem szükséges planktonszelekció a halak kihelyezése előtt. A jól megválasztott kitelepítési időpont a tavak vízhőmérsékletének emelkedésével és ezen keresztül a planktonmennyiség növekedésével van szinkronban.

További tapasztalatunk az, hogy a jelenlegi piacon, nincs megfelelő intenzív rendszerben is használható lárva- és ivadéknevelő táp a ponty számára. A most kapható ivadéknevelő tápok használata során a nevelés korai fázisában a halak növekedése megreked és gyakran előfordul a túlfogyasztás következményeként a hasfal szétrepedése az ebből adódó elhullás. valamint a rossz növekedésnek köszönhetően a költségek megemelkednek és számos, élettanilag is negatív folyamat mutatkozhat (gerincferdeség, torz egyedek, lassú növekedés). Ennek elsődleges oka véleményünk szerint, hogy az ivadéknevelő tápok elsősorban ragadozó halfajokra vannak optimalizálva, így azok beltartalma túlságosan erős a pontyivadéknak. Célszerű lenne a jelenlegi 55-65% fehérjetartalmú tápok esetében csökkenteni ezt az értéket legalább 10%-al.

A tavi tapasztalatokra áttérve az egyfázisú, kistavas utónevelés (szerb mintára), azt mutatta meg, hogy jól kontrollált körülmények között, elfogadható veszteségek mellett nevelhetünk pontyokat, kizárólag táppal etetve. Az egyfázisú nevelés során 787,55g átlagtömegű állományt kaptunk 1,27 FCR érték mellett, ami jó eredménynek számít, egy hagyományos három éves technológia egynyaras halaihoz képest. Véleményünk szerint ezzel a technológiával hatékonyan, rövidebb idő alatt lehetséges a piaci méretű ponty előállítás. A szűk keresztmetszet jelen esetben a magas takarmányköltségek lehetnek, ugyanis a hagyományos abrak alapú takarmányozáshoz képest a teljes értékű táp ára jelenleg magasabb, viszont az elmúlt év tendenciái, melynek során a gabona ára látványosan megemelkedett a táp használata egyre inkább kecsgetető lehet a haltermelők számára.

A kétfázisú nevelés során is hasonló növekedési eredményeket tapasztaltunk, igaz az állományok kallódása kicsit magasabb volt. Tapasztalataink alapján a kétfázisú nevelés fő előnye, hogy a nevelés második fázisában, az abraktakarmány költségei a nagyobb mennyiség ellenére is alacsonyabb, így viszonylag rövid ideig kell drága táppal etetni a halakat. Ugyanakkor a kétfázisú nevelés infrastruktúra igényes, kevésbé intenzifikált megoldás, és a természeti körülmények változásainak is jobban ki van téve a nevelt állomány.

Az tavi utóneveléssel kapcsolatosan megjegyezném előzetesen, hogy bár a kísérlet befejezésére a kutatási időszakban nem maradt időnk, az idei, 2022 év végén már kézzel fogható adataink lesznek az egy és kétfázisú nevelés második évének az eredményeiről.

Továbbá megtudjuk majd ezeket az állományokat olyan tekintetbe is vizsgálni - visszautalva az előző fejezetben bemutatott kísérletekre –, hogy a kombinált technológia során, van-e növekedési, húskihozatali különbség a különböző ivarok tekintetében.

Az egyfázisú nevelés nagyobb hozamot és jobb takarmányegyütthatót mutatott, köszönhetően az ellenőrzött, intenzívebb nevelésnek és a teljes értékű tápnak. Gyakorlati szempontból azonban érdemes megvizsgálni, hogy ez a jobb hozam anyagilag megéri-e az extra ráfordítást, ugyanis a tápköltség a végig táppal etetett egyfázisú nevelés során jóval magasabb, mint a kétfázisú hagyományos kiegészítő takarmányozás esetében.

Az egyfázisú tógazdasági nevelés során véleményünk szerint növelni lehetne a népesítési sűrűséget is, ami pozitívan hatna a hektáronkénti hozamokra. Amennyiben a sűrű népesítés miatt oxigénhiány alakulna ki a vízterén (elsősorban a nyár végi időszakban), egy egyszerű lapátos vagy gombás levegőztetővel, viszonylag kis költségek mellett biztosítani lehetne a megfelelő környezetet a halak számára.

További javaslatunk szerint érdemes lehet olyan pontyspecifikus, olcsó alapanyagokból előállított táp kifejlesztése, amit az ilyen intenzív, kistavas technológia során is használni tudunk, mert mindez a költségek csökkenésével járhatna.

Érdemes lenne továbbá a különböző, általunk is már tárgyalt technológiák olyan kombinációját kidolgozni, melynek célja az lenne, hogy maximálisan ki tudjuk használni a ponty növekedési potenciálját és akár 1 év alatt elő tudjunk állítani piaci méretű pontyokat. Ezzel összefüggésben meg kell vizsgálni részletesebben a ponty ökonómiai és biológiai hátterét, olyan tényezőket, mint például, hogy a hal fizikailag gyors növekedése vajon kihat-e a hús minőségére?

## 6. Új tudományos eredmények

Kísérleteim során alapvetően a pontytenyésztés jelenleg aktuális kérdéseire próbáltam válaszokat találni. Céloom az volt, hogy felvázoljak egy olyan struktúrát a pontytermelésen belül, ami javíthatja az ágazat jövedelmezőségét és csökkentheti a kockázatokat. Mivel sok halfaj esetében már egyértelműen bebizonyosodott, hogy az egyivarú állományok – legyen az nőstény vagy hím – termelésbe vonásával jobb eredményeket lehet elérni, dolgozatom első részében elsősorban az ikrás és a tejes halak termelési paramétereinek vizsgálatára fókuszáltam, de megpróbáltam felvázolni egy újszerűnek ható komplex rendszert is, ami alapvetően az intenzív rendszerek és a halastavak együttműködésen alapul. A következő pontokban a kísérleteim új tudományos eredményeimet szeretném bemutatni.

1. Megállapítottam, hogy az ivardifferenciálódást megelőző életszakaszban, a kelés utáni 0-40 napig kezelt állományoknál sem 22°C-on, sem 25°C-on, sem 29°C-on nem volt szignifikánsan eltérés a nemek aránya között. A tejes-ikrás arány 22°C esetében (55,6%:44,4%), 25°C esetében (46,7%:53,3%), 29°C esetében (50%:50%) volt.

A kelés után 0-40 napig történő kezelés után a 25°C fokon kezelt halak szignifikánsan nagyobb testtömegűek lettek az ivadéknevelés optimumának megfelelően. Az ivadékkorban kialakult testtömeg különbségek a későbbiekben, az 1 éves korú halaknál is megmaradtak, tehát szignifikánsan nagyobb tömegűek lettek a 25°C-os kezelés halai. Mindhárom hőmérsékleti kezelés esetében szignifikánsan nagyobb tömegűek voltak az 1 éves ikrások, ugyanakkor szignifikánsan nagyobb GSI indexet mutattak a tejesek.

2. Megállapítottam, hogy az ivardifferenciálódás alatti életszakaszban, a kelés utáni 40-85 napig kezelt állományok esetében sem 24°C-on, sem 28°C-on, sem 32°C-on nem volt szignifikánsan eltérés a nemek aránya között. A tejes-ikrás arány 24°C esetében (44%:56%), 28°C esetében (48%:52%), 32°C esetében (44%:56%) volt.

A kelés után 40-85 napig történő kezelés után a 24°C fokon kezelt halak szignifikánsan nagyobb testtömegűek lettek. Az ivadékkorban kialakult testtömeg különbségek a későbbiekben, az 1 éves korú halaknál szintén megmaradtak. A 24°C-os kezelés halai szignifikánsan nagyobb testtömegűek lettek. A kezeléseket 1 éves ikrásainak és tejesek testtömegei között szignifikáns különbség nem volt. Mindenhol szignifikánsan nagyobb GSI indexet mutattak a tejesek, az 1 éves a tejesek ivarérettsége fejlettebb volt.

3. Megállapítottam, hogy a recirkulációs rendszerben nevelt piaci méretű monoszex ikrás állományok és vegyesivarú állományok összehasonlítása során szignifikánsan jobb növekedést mutatott a vegyesivarú állomány. A vegyesivarú állományon belül, ahol volt relevanciája az ivari különbségeket vizsgálni, a magasabb súlykategóriákban (3,6 kg felett) szignifikánsan nagyobb volt az ikrások előfordulása és a tömeg-ivar változó is szoros összefüggést mutatott mindkét nem esetében ( $R^2 > 0,9$ ). Az általunk recirkulációs rendszerben nevelt piaci méretű vegyesivarú pontyok esetében, egy állományon belül a nagyobb tömeg nagyobb ikrás valószínűséget mutat.

Összehasonlítva az intenzív rendszerrel, a tógazdaságban nevelt piaci méretű vegyesivarú állományok esetében a magasabb súlykategóriákban (2,7 kg felett) szignifikánsan nagyobb volt az ikrások előfordulása és a tömeg-ivar változó is szoros összefüggést mutatott mindkét ivar esetében ( $R^2 > 0,9$ ). Az általunk tógazdaságban nevelt piaci méretű vegyesivarú pontyok esetében egy állományon belül a nagyobb tömeg nagyobb ikrás valószínűséget mutat.

4. A recirkulációs rendszerben végzett kísérlet alapján a monoszex ikrás állományok és a vegyesivarú állomány között, húskihozatali szempontból (fej+törzs %, tisztított törzs %, filékihozatal %) nincs szignifikáns különbség. Az általunk alkalmazott intenzív tartástechnológia esetében a halak ivara húskihozatali szempontból nem releváns.

Összehasonlítva ezt a tógazdaságban nevelt vegyesivarú pontyok eredményeivel, az állományokon belül a fej+törzs % változót vizsgálva megállapítható, hogy nincs szignifikáns különbség a tejesek és ikrások húskihozatala között. Állomány szinten a nagyobb átlagtömegű ikrások itt sem eredményeznek jobb húskihozatal.

5. A szezonon kívüli pontysaporítás ivadék mennyiségének, kelésének és megmaradásának a hatékonysága megfelel a szezonális szaporításénak. Az egyhónapos intenzív előnevelés során a halak megmaradása (80%) kiváló, az ivadékok átlagtömege (1 g) megfelelő volt a nevelő tavakba való kitelepítéshez. Az intenzív nevelés során a halak hozzászoktathatóak a kereskedelmi forgalomban kapható tápokhoz.

6. Az egyfázisú és a kétfázisú tavi nevelés elején a halak táplálék preferenciája a bőséges plankton mennyiség hatására megváltozott, és a zooplankton egészen addig egészen addig, míg megfelelő mennyiségben állt rendelkezésre a halak fő tápláléka maradt. Július közepén mikor a zooplankton mennyisége látványosan lecsökkent a tavakban, a halak szinte azonnal visszaálltak a táp fogyasztására.

7. A lehalászási eredmények alapján mindkét nevelési stratégia halai hasonló átlagtömegeket értek el (754 g és 788 g), melyek nagymértékben meghaladják az átlagos egynyaras ivadékok tömegét (104 g) (AKI, 2021). A megmaradás az egyfázisúnál 59% a kétfázisúnál 58% volt. Az FCR az egyfázisúnál 1,27 kg/kg, a kétfázisúnál 0,99 kg/kg és 4,12 kg/kg volt. A hektárra vetített nettó hozamok az egyfázisúnál 2316 kg-ot, míg a kétfázisúnál 1312 kg-ot ért el. Megállapítottam, hogy az egyfázisú nevelés során kapott eredmény sokkal jobb, mint az extenzív tógazdasági nevelés egynyaras hozamai.

## 7. Gyakorlatban alkalmazható eredmények

Ebben a fejezetben az általunk elvégzett kísérleteknek néhány, a gyakorlat számára is fontos eredményét foglalom össze, melyek segítségével szolgálhatnak kutatóknak vagy termelőknek a ponty ivarával és termelési technológiájával kapcsolatosan:

1. A recirkulációs rendszerben végzett kísérletünkben az egyivarú ikrás pontyállományok termelési előnyei nem jöttek ki, mert intenzív rendszerben sokkal gyorsabban nő a hal és válik ivaréretté a tógazdasági tenyésztéshez képest. Tapasztalataink alapján a tejesek hamarabb, körülbelül 1 év alatt lesznek ivarérettek, de már az ikrás egyedek is szaporíthatóak bő 1,5 év után. Ez azt jelenti, hogy az ikrásoknak a tejesek korai ivaréréséből származó növekedési előnyük nem mutatkozik meg intenzív rendszerben. A két nem hasonló növekedési ütemének köszönhetően és a technológia drága kialakítása és működtetése miatt kijelenthető, hogy nem érdemes energiát és költségeket áldozni a monoszex ikrás állományok kialakítására, ha intenzív rendszerben akarunk pontyot tenyészteni.

2. Az étkezési hal előállítás során az egyivarú nőstény állományok és a vegyesivarú állományok között vágóértékében nincs különbség, így a monoszex állományoknak, legyen az ikrás, vagy tejes csak akkor van jelentősége, ha maga ivartermék iránti kereslet az, ami arra készíti a termelőt, hogy monoszex pontyállománnyal dolgozzon. Az összehasonlító tógazdasági kísérletek azonban a szakirodalmi feltevéseket erősítették meg, miszerint amennyiben ha piaci méretű pontyokat nevelünk, akkor van relevanciája akár a monoszex ikrás állományoknak is, az ikrások jobb növekedésének és biomassza eredményeinek köszönhetően.

3. A szezonon kívüli szaporítás időzítése nagyon fontos a gazdaságos pontyelőállítás tekintetében. A túlságosan korán szaporított ponty esetében megnő az infrastruktúra igénybevétele és a működési költségek megnövekednek az elhúzódó intenzív nevelés miatt. A jól időzített szezonon kívüli szaporítás, és egy rövid időintervallumú intenzív ivadéknevelés tógazdasági utóneveléssel párosítva jó megoldás lehet a termelés intenzifikálására vagy biztonságosabbá tételére.

4. Az intenzív előnevelés folytatható intenzív kistavas, vagy kombinált intenzív kistavas-extenzív nagytavas tógazdasági utóneveléssel is. A halastavi nevelés megkezdésekor a legfontosabb, a tavakba történő optimális kihelyezés időzítése, illetve a halak mérete. A sikeres nevelés alapfeltétele, hogy a pontyok mérete legalább akkora legyen, hogy a halakat planktonszelekció nélkül ki tudjuk helyezni. Gyakorlatilag olyan méretű halakat kell felnevelni intenzív rendszerben melyek biztonságosan tudják a Daphniát is fogyasztani. Ez a méret a mostani tapasztalataink alapján 0,5g. A sikeres tógazdasági nevelés legfontosabb momentuma a kihelyezés időpontja, ami alapvetően a tavaszi tavi plankton szaporulat felfutási időszaka, viszont ez a tényező erősen éghajlat és időjárás függő, így az időzítés kulcskérdés a sikeres utónevelés szempontjából.

5. A kihelyezés után további fontos tanulság, hogy a ponty azonnal visszaáll a planktoncentrikus táplálkozásra, vagyis a táppal történő etetésre később újra hozzá kell szoktatni. Itt az is nagyon fontos feladat, hogy megfelelő méretű és beltartalmú tápot kapjon a kihelyezett hal. Ellentétben a ragadozó halak számára gyártott tápokkal a ponty nem hálálja meg a nagy fehérjetartalmat, sőt sok esetben kedvezőtlen irányba befolyásolja a halak növekedését.

6. A kétféle utónevelő módszer közül az, hogy a termelő inkább végig kisebb tavakban intenzíven tartja a pontyállományát, vagy az intenzív nevelés után extenzív nagytavas nevelésre vált, leginkább infrastruktúrafüggő. Ellenben bármely módszert is választja, az eredmények alapján kijelenthető, hogy biztonsággal le tudja csökkenteni az étkezési hal termelési idejét három évről két évre és ezzel piaci előnyt tud magának biztosítani a versenytársaival szemben.

## 8. Összefoglalás

A világ egyik legjelentősebb akvakultúrában tenyésztett halfaja a ponty, amit jól mutat az a tény, hogy a 2019-es statisztikai adatok alapján a ponty a negyedik legnagyobb mennyiségben előállított (4,4 millió tonna) halfaj a világon (FAO FISHSTAT J, 2021).

A világ pontytermelésének 96%-a Ázsiából (Oroszországgal együtt), azon belül is elsősorban Kínából (a világ termelésének 71%) származik. A maradék 29%-on osztozik a világ többi része. Európa, és ezen belül Magyarország is csak egy igen kis részét képezi a világ pontytermelésének, annak ellenére is, hogy hazánk legfontosabb akvakultúras halfajáról van szó.

Magyarországon jelenleg 26585 hektár tógazdasági területen alapvetően pontycentrikus haltermelés történik. A ponty jelentőségét jól mutatja, hogy 2020-ban 17895 tonna pontyot 4885 tonna afrikai harsát, 1223 tonna busát (a fehér és a pettyes busa együtt), 739 tonna amurt, 487 tonna termeltünk összesen, vagyis évente a hazai haltermelés több mint 70%-át a ponty teszi ki (AKI, 2021). Magyarország az EU-ban az 1 főre vetített pontyhúsfogyasztásban az első helyen áll 1,16 kg/fő/év átlaggal, mialatt az EU-s átlag nem éri el a 0,2kg-ot sem (CSORBAI és URBÁNYI, 2018).

Megvizsgálva a hazai adatokat láthatjuk, hogy a pontyot alapvetően a horgászigények kielégítésére és étkezési célra termelik, viszont sem a fogyasztói, (halfogyasztás mennyisége, szezonális javulása) sem a termelői mutatók (nagyobb mennyiségű termelés, intenzifikálás) érdemben nem változtak az elmúlt évtizedben.

A változó igényeknek, a globális klímaváltozásnak és sok egyéb tényezőnek köszönhetően a közeljövőben kénytelenek leszünk különböző, a hatékonyságnöveléssel kapcsolatos megoldási javaslatokat, fejlesztéseket eszközölni annak érdekében, hogy a jövőben is gazdaságos legyen a hazai pontytermelés. Ilyen hatékonyságnövelő módszer lehet például: egyivarú állományok alkalmazása, tavak intenzifikálása, különböző termelő rendszerek kombinálása, termelési időszak csökkentése, pontytápok fejlesztése, jól teljesítő tájfajták alkalmazása és keresztezése.

Dolgozatom célja a hatékonyságnövelésnek néhány vetületének részletes vizsgálata volt. Először egy egyszerűbb módszerrel, gazdaságosan, a hagyományostól eltérő módon próbáltunk előállítani monoszex pontyállományokat. A vizsgálattal az volt a célunk, hogy egy hétköznapi termelő számára is elérhető, más halfajoknál már működő módszert vizsgáljunk. Az általunk alkalmazott vízhőmérsékleti kezelésekkal viszont nem sikerült befolyásolni egy adott populáción belül a pontyok ivararányát.

Második részben intenzív termelési rendszerben vizsgáltuk a monoszex ikrás állományok és a hagyományos vegyesivarú állományok növekedését, majd az intenzíven nevelt piaci méretű halaink eredményeit összehasonlítottuk tógazdaságban nevelt piaci méretű állományokkal. A kísérlet célja az volt, hogy mind intenzív, mind pedig tógazdasági viszonyok között megvizsgáljuk az ivarok közötti növekedésbeli különbségeket. Klasszikus módon, a szakirodalomban tárgyalt több generációs módszerrel létrehozott monoszex ikrás állományok termelési paramétereit vizsgáltuk recirkulációs rendszerben. Az eredmények alapján megállapítható, hogy intenzív rendszerben nem származik előnye a monoszex ikrás állományoknak a hagyományos vegyesivarúakkal szemben, így nem érdemes erőforrást pazarolni a bonyolult és költséges technológiára. Az intenzív rendszerben kapott eredményeinket összehasonlítottuk több, tógazdaságból származó állomány eredményeivel. A vizsgálat arra enged következtetni, hogy egy vegyesivarú állomány esetében a testtömeg szempontjából az ivarnak komoly jelentősége van. Egy állományon belül a nagyobb méretű halak nagyobb valószínűséggel ikrások, kisebbek pedig tejesek.

Harmadik részben, egy olyan kombinált intenzív-extenzív nevelési stratégiát vizsgáltunk melynek alapvető célja a jelenlegi hároméves tenyésztési időszak két évre történő rövidítése volt. Ennek alapjait egy szezonon kívüli szaporítás és az így nyert lárva intenzív rendszerben történő előnevelése adta. A két hónapos előnevelés után a halak április elején, előkészített nevelőtavakban kerültek ahol tovább folyt a halak nevelése, kihasználva a tavaszi planktoncsúcs táplálékbőségét. Az ily módon történő egynyaras előállítás során a halak átlagtömege többszöröse volt a normál technológiában nevelt halak testsúlyának. A kombinált vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy bár még kevés információval rendelkezünk az ilyen típusú termelési rendszerekről, valószínűleg biztonsággal lerövidíthetjük a hároméves tenyésztési időszakot két évre, ezzel költséghatékonyabbá tehetjük a tógazdasági pontytermelést.

A szakirodalmi források és a kapott eredményeink alapján összességében megállapítható, hogy a ponty sokoldalú tenyésztési célokra felhasználható halfaj. Olyan jó növekedési potenciállal rendelkezik, hogy akár 1-1,5 év alatt is elérheti a piaci méretet (1,5-3,5 kg). Minden csak tartástechnológia függvénye, intenzív rendszerben vagy kombinált rendszerben (magasabb költségek mellett) a rövidebb tenyészidőszak könnyedén elérhető, amely kutatásunk egyik fő vizsgálati célja volt, de mindemellett továbbra is versenyképes maradt a hagyományos, hároméves tógazdasági tartástechnológia is.

## 9. Summary

According to statistics in 2019 (FAO FISHSTAT J, 2021) the Common carp is one of the most important aquaculture fish species in the world.

The world's most important common carp production area is Asia (including Russia), where China is the main producer with 71% of the total world production. The remaining 29% is shared with the rest of the world. In Europe, including Hungary, accounts for only a very small part of world common carp production, but it is the most important aquaculture fish in Hungary.

In Hungary currently there are 26.585 hectares of pond used for fish production, which is based on common carp. The importance of common carp is show by the fact that in 2020 we produced: 17895 tonnes of Common carp, 4885 tonnes of African catfish, 1223 tonnes of Bighead carp (including white and spotted), 739 tonnes of Grass carp, 487 tonnes of others (AKI, 2021). Hungary ranks first in the EU in per capita consumption of common carp meat with an average of 1.16 kg/person/year, while the EU average is less than 0.20 kg (CSORBAI and URBÁNYI, 2018).

Examining the domestic data, we can see that common carp is mainly produced for satisfy angling and food needs, but neither the consumption (fish consumption volume, seasonality improvement) nor the production indicators (higher production volume, intensification) have changed significantly over the last few decades.

In the future, the word will be changing by the global climate change and many other factors will force us to propose various solutions and improvements to increase efficiency in order to ensure that domestic common carp production remains economically viable. Examples of such efficiency-boosting methods include: the use of monosex stocks, intensification of ponds, combining different production systems, reducing the production period, improving common carp diets, and the use crossings of high-performing landscape species.

The aim of my thesis was to examine some aspects of the efficiency improvement. Firstly, we tried to produce monosex common carp stocks, using a simpler method than the traditional one. The aim of the study was to test a method that is accessible for the ordinary fish farmers and already works for other fish species. This was the water temperature treatments what we used, but it was not successful to influence the sex ratio of common carp.

In the second part, we studied the growth of monosex female stocks and mixed-sex stocks in an intensive production system, and compared the results of our intensively reared market-size fish with market-size stocks reared in pond culture.

The results show that, the monosex female stocks have no advantage compare normal mixed-sex stocks in intensive system. It is not worth investing expensive technology for monosex female stocks during intensive circumstances. The studies concluded that, fish sex is important in pond farming, because females showed better growth rate in ponds. In contrast, there was no difference between male and female in intensive system.

In the third part, the combined intensive-extensive growth strategy was investigated. Our goal to shortening the three-year breeding period to two years. It begins with an off-season propagation and after an intensive larvae rearing in recirculation system. Two months later the fish were stocked in prepared rearing ponds in early April. We have achieved better growth with this technology. The results of the combined technology show that, the common carp production can be shortened to 2 years in this way.

The common carp is the most important fish species in Hungary and there is a lot of potential for improve the aquaculture technologies It will be a lot of research this theme in the future. Our research showed, the common carp growth faster using combined technology, but there are need a lot of research in the future to optimize the production.

## 10. Irodalomjegyzék

1. *Abery, N. – Sukadi, F. – Budhiman, A. – Kartamihardja, E. – Koeshendrajana, S. – Buddhiman – De Silva, S.*: 2005. Fisheries and cage culture of three reservoirs in west Java, Indonesia; a case study of ambitious development and resulting interactions. *Fisheries Management and Ecology*. 12. 5: 315-330.
2. *Abozaid, H. – Wessels, S. – Horstgen-Schwark, G.*: 2011. Effect of rearing temperatures during embryonic development on the phenotypic sex in zebrafish (*Danio rerio*). *Sexual Development: Genetics, Molecular Biology, Evolution, Endocrinology, Embryology, and Pathology of Sex Determination and Differentiation*. 5. 5: 259-265.
3. *Abozaid, H. – Wessels, S. – Horstgen-Schwark, G.*: 2012. Elevated temperature applied during gonadal transformation leads to male bias in zebrafish (*Danio rerio*). *Sexual Development: Genetics, Molecular Biology, Evolution, Endocrinology, Embryology, and Pathology of Sex Determination and Differentiation*. 6. 4: 201-209.
4. *Adámek, Z. – Mössmer, M. – Hauber, M.*: 2019. Current principles and issues affecting organic carp (*Cyprinus carpio*) pond farming. *Aquaculture*. 512. 734261.
5. *Afonso, L. O. B. – Wassermann, G. J. – Terezinha de Oliveira, R.*: 2001. Sex reversal in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) using a nonsteroidal aromatase inhibitor. *Journal of Experimental Zoology*. 290. 2: 177-181.
6. *Ali, P. M. – Rao, G. S.*: 1989. Growth improvement in carp, *Cyprinus carpio* L., sterilized with 17 $\alpha$ -methyltestosterone. *Aquaculture*. 76. 1-2: 157-167.
7. *Allen Jr, S. K. – Wattendorf, R. J.*: 1987. Triploid grass carp: status and management implications. *Fisheries*. 12. 4: 20-24.
8. *Anton-Pardo, M. – Hlaváč, D. – Bauer, C. – Adámek, Z.*: 2020. Environmental and biotic variables in carp (*Cyprinus carpio* L.) ponds: organic vs. conventional management. *Aquaculture International*. 28. 4: 1621-1637.
9. *Bakos, J. – Gorda, S.*: 2001. Genetic resources of common carp at the fish Culture Research Institute, Szarvas, Hungary. 417:
10. *Balashov, D. – Recoubratsky, A. – Duma, L. – Ivanekha, E. – Duma, V.*: 2017. Fertility of triploid hybrids of Prussian carp (*Carassius gibelio*) with common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Russian Journal of Developmental Biology*. 48. 5: 347-353.
11. *Balon, E. K.*: 1995. Origin and domestication of the wild carp, *Cyprinus carpio*: from Roman gourmets to the swimming flowers. *Aquaculture*. 129. 1-4: 3-48.
12. *Baras, E.*: 1999. Functional implications of early sexual growth dimorphism in vundu. *Journal of Fish Biology*. 54. 1: 119-124.

13. Baroiller, J. F. – D'Cotta, H. – Saillant, E.: 2009. Environmental effects on fish sex determination and differentiation. *Sexual Development : Genetics, Molecular Biology, Evolution, Endocrinology, Embryology, and Pathology of Sex Determination and Differentiation*. 3. 2-3: 118-135.
14. Beardmore, J. – Mair, G. – Lewis, R.: 2001. Monosex male production in finfish as exemplified by tilapia: applications, problems, and prospects. *Reproductive Biotechnology in Finfish Aquaculture*. 283-301.
15. Bercsényi, M. – Magyary, I. – Urbányi, B. – Orbán, L. – Horváth, L.: 1998. Hatching out goldfish from common carp eggs: interspecific androgenesis between two cyprinid species. *Genome*. 41. 4: 573-579.
16. Bercsényi, M - Szücs, R - Orbán, L - Lehoczky, I - Jeney, Zs.: 2011. Halgenetikai kutatások fajtajavítási és állomány-megőrzési céllal. *Állattenyésztés és takarmányozás* 60, 3: 263-275.
17. Biermann, G. – Geist, J.: 2019. Life cycle assessment of common carp (*Cyprinus carpio* L.)–A comparison of the environmental impacts of conventional and organic carp aquaculture in Germany. *Aquaculture*. 501. 404-415.
18. Biswas, C. – Chakraborty, S. – Munilkumar, S. – Gireesh-Babu, P. – Sawant, P. B. – Chadha, N. K. – Krishna, G. – Dasgupta, S.: 2021. Effect of high temperature during larval and juvenile stages on masculinization of common carp (*Cyprinus carpio*, L). *Aquaculture*. 530. 735803.
19. Björnsson, B. T. – Haux, C. – Bern, H. A. – Deftos, L. J.: 1989. 17 $\beta$ -estradiol increases plasma calcitonin levels in salmonid fish. *Endocrinology*. 125. 4: 1754-1759.
20. Bonar, S. A. – Bolding, B. – Divens, M.: 2002. Effects of triploid grass carp on aquatic plants, water quality, and public satisfaction in Washington State. *North American Journal of Fisheries Management*. 22. 1: 96-105.
21. Bongers, A. – In't Veld, E. – Abo-Hashema, K. – Bremmer, I. – Eding, E. – Komen, J. – Richter, C.: 1994. Androgenesis in common carp (*Cyprinus carpio* L.) using UV irradiation in a synthetic ovarian fluid and heat shocks. *Aquaculture*. 122. 2-3: 119-132.
22. Bongers, A. – Zandieh-Doulabi, B. – Richter, C. – Komen, J.: 1999. Viable androgenetic YY genotypes of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Journal of Heredity*. 90. 1: 195-198.
23. Brown, A. R. – Owen, S. F. – Peters, J. – Zhang, Y. – Soffker, M. – Paull, G. C. – Hosken, D. J. – Wahab, M. A. – Tyler, C. R.: 2015. Climate change and pollution speed declines in zebrafish populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 112. 11: E1237-46.
24. Buchtová, H. – Svobodová, Z. – Kocour, M. – Velíšek, J.: 2009. Amino acid composition in fillets of mirror crossbreds common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Acta Veterinaria Brno*. 78. 2: 337-344.

25. Candela, C. G. – López, L. B. – Kohen, V. L.: 2011. Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health. Nutritional recommendations. *Nutricion Hospitalaria*. 26. 2: 323-329.
26. Carrasco, L. A. – Penman, D. J. – Bromage, N.: 1999. Evidence for the presence of sex chromosomes in the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) from synaptonemal complex analysis of XX, XY and YY genotypes. *Aquaculture*. 173. 1-4: 207-218.
27. Chakraborty, S. B. – Mazumdar, D. – Chatterji, U. – Banerjee, S.: 2011. Growth of mixed-sex and monosex Nile tilapia in different culture systems. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 11. 1: 131-138.
28. Charnov, E. L. – Bull, J.: 1977. When is sex environmentally determined? *Nature*. 266. 5605: 828-830.
29. Cherfas, N.: 1996. Assessment of all-female common carp progenies for fish culture (vol 48, pg 150, 1996). *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*. 48. 4: 230-230.
30. Colborn, T. – vom Saal, F. S. – Soto, A. M.: 1993. Developmental effects of endocrine-disrupting chemicals in wildlife and humans. *Environmental Health Perspectives*. 101. 5: 378-384.
31. Conover, D. O. – Kynard, B. E.: 1981. Environmental sex determination: interaction of temperature and genotype in a fish. *Science (New York, N.Y.)*. 213. 4507: 577-579.
32. Conover, D. O. – Fleisher, M. H.: 1986. Temperature-sensitive period of sex determination in the Atlantic silverside, *Menidia menidia*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 43. 3: 514-520.
33. Conover, D. O.: 2004. Temperature-dependent sex determination in fishes. *Temperature-Dependent Sex Determination in Vertebrates*. 11. 20.
34. Cotter, D. – O'Donovan, V. – O'Maoiléidigh, N. – Rogan, G. – Roche, N. – Wilkins, N.: 2000. An evaluation of the use of triploid Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in minimising the impact of escaped farmed salmon on wild populations. *Aquaculture*. 186. 1-2: 61-75.
35. Csorbai, B. – Péteri, A. – Urbányi, B.: 2015. Intenzív haltenyésztés. *Váramédia-Print Kft., Gödöllő*.
36. Csorbai, B. – Urbányi, B.: 2018. A ponty (*Cyprinus carpio* L.) biológiája és tenyésztése. Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék megbízásából: Váramédia-Print Kft.
37. Dan, N. C. – Little, D. C.: 2000. The culture performance of monosex and mixed-sex new-season and overwintered fry in three strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in northern Vietnam. *Aquaculture*. 184. 3-4: 221-231.

38. Dagne, A. – Degefu, F. – Lakew, A.: 2013. Comparative growth performance of mono-sex and mixed-sex Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) in pond culture system at Sebeta, Ethiopian. *International Journal of Aquaculture*. 3.
39. Damstra, T. – Barlow, S. – Bergman, A. – Kavlock, R. – Kraak, G.: 2002. *WHO Report on Global Assessment of the State-of-the-Science of Endocrine Disruptors*.
40. Das, R. – Rather, M. A. – Basavaraja, N. – Sharma, R. – Udit, U. K.: 2012. Effect of nonsteroidal aromatase inhibitor on sex reversal of *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852).
41. Dejana, T. – Ivana, Ž. – Marko, S. – Miroslav, Ž. – Zorka, D. – Radivoj, P. – Zoran, M.: 2017. Dependence of the common carp (*Cyprinus carpio* L.) fatty acid profile on diet composition in a semi-intensive farming system: tissue and time variability. *Aquaculture Research*. 48. 6: 3121-3133.
42. Degani, G. – Gallagher, M. L.: 1985. Effects of dietary 17 $\alpha$ -methyltestosterone and bovine growth hormone on growth and food conversion of slow-and normally-growing American elvers (*Anguilla rostrata*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 42. 1: 185-189.
43. Devlin, R. H. – Nagahama, Y.: 2002. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture*. 208. 3-4: 191-364.
44. Dimovska, D. B. – Stojanovski, S.: 2019. Parasite fauna in Common Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) from cage culture system on Tikvesh Reservoir (Macedonia).
45. Dubravius, J., 1547. De piscinis. Sb. Filos., C<sup>s</sup>SA 1, 11–75, Reviewed edition, 1953 Žin Czech..
46. Dwivedi, A. C. – Mayank, P.: 2013. Studies on the age, growth pattern and sex ratio of *Cyprinus carpio* var. *communis* from the largest tributary of the Ganga river, India. *J.Kalash Sci*. 21-27.
47. Feist, G. – Yeoh, C. – Fitzpatrick, M. S. – Schreck, C. B.: 1995. The production of functional sex-reversed male rainbow trout with 17 $\alpha$ -methyltestosterone and 11  $\beta$ -hydroxyandrostenedione. *Aquaculture*. 131. 1-2: 145-152.
48. Fernandino, J. I. – Hattori, R. S.: 2019. Sex determination in Neotropical fish: Implications ranging from aquaculture technology to ecological assessment. *General and Comparative Endocrinology*. 273. 172-183.
49. Froese, R. – Pauly, D.: 2010. *Fishbase.org*
50. Gábor, Gy. – Kastelic, J.P. – Pintér, S. – Szász, F. – Szigeti E. – Solymosi N.(2002): Improving reproductive performance in lactating dairy cows by synchronising ovulation or inducing oestrus. *Acta Vet. Hung.*, 50. 2. 231–234.

51. Galbreath, P. F. – Jean, W. S. – Anderson, V. – Thorgaard, G. H.: 1994. Freshwater performance of all-female diploid and triploid Atlantic salmon. *Aquaculture*. 128. 1-2: 41-49.
52. Galbreath, P. F. – Thorgaard, G. H.: 1995. Saltwater performance of all-female triploid Atlantic salmon. *Aquaculture*. 138. 1-4: 77-85.
53. Geffroy, B. – Bardonnnet, A.: 2016. Sex differentiation and sex determination in eels: consequences for management. *Fish and Fisheries*. 17. 2: 375-398.
54. Gela, D. – Rodina, M. – Linhart, O.: 2003. Top-crossing with evaluation of slaughtering value in common carp (*Cyprinus carpio* L.) offspring. *Aquaculture International*. 11. 4: 379-387.
55. Githukia, C. M. – Ogello, E. O. – Kembenya, E. M. – Achieng, A. O. – Obiero, K. O. – Munguti, J. M.: 2015. Comparative growth performance of male monosex and mixed sex Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) reared in earthen ponds. *Croatian Journal of Fisheries: Ribarstvo*. 73. 1: 20-25.
56. Glover, K. A. – Harvey, A. C. – Hansen, T. J. – Fjellidal, P. G. – Besnier, F. N. – Bos, J. B. – Ayllon, F. – Taggart, J. B. – Solberg, M. F.: 2020. Chromosome aberrations in pressure-induced triploid Atlantic salmon. *BMC Genetics*. 21. 1-11.
57. Gomelsky, B. – Cherfas, N. – Emelianova, O.: 1985. The capability of hybrids from Crucian carp and Carp to produce diploid spermatozooids. *Doklady Akademii Nauk SSSR*. 282. 5: 1255-&.
58. Gomelsky, B. – Cherfas, N. B. – Peretz, Y. – Ben-Dom, N. – Hulta, G.: 1994. Hormonal sex inversion in the common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*. 126. 3-4: 265-270.
59. Gomelsky, B. – Cherfas, N. – Hulta, G.: 1998. Studies on the inheritance of black patches in ornamental (koi) carp. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*. 50. 3: 134-139.
60. Gomelsky, B.: 2003. Chromosome set manipulation and sex control in common carp: a review. *Aquatic Living Resources*. 16. 5: 408-415.
61. Goudie, C. A. – Simco, B. A. – Davis, K. B. – Carmichael, G. J.: 1994. Growth of channel catfish in mixed sex and monosex pond culture. *Aquaculture*. 128. 1-2: 97-104.
62. Grunina, A. – Recoubratsky, A. – Tsvetkova, L. – Barmintsev, V.: 2006. Investigation on dispermic androgenesis in sturgeon fish. The first successful production of androgenetic sturgeons with cryopreserved sperm. *International Journal of Refrigeration*. 29. 3: 379-386.
63. Györe, K.: 1995. Vízi természet és környezetvédelem 1, Magyarország természetes vízi halai. Környezet Gazdálkodási Intézet, TOI Környezetvédelmi Tájékoztató Szolgálat. Budapest. pp.292–293.
64. Hancz, Cs.: 2007. Haltenyésztés, Egyetemi Jegyzet, Kaposvár.

65. Hardy, R. W. – Barrows, F. T.: 2003. Diet formulation and manufacture. 505-600.
66. Harka, Á – Sallai, Z.: 2004. Magyarország halfaunája. Nimfea T. E. Szarvas. pp.182–184.
67. Haynes, G. D.: 2009. *Population Genetics of Common Carp (Cyprinus Carpio L.) in the Murray-Darling Basin*.
68. Hegyi, Á. – Lefler, K. K.: 2016. Horgászvizek üzemeltetésének gyakorlata. L. ISBN: 978-963-12-6430-2. p. 178, 180-187.
69. Henken, A. M. – Brunink, A. – Richter, C.: 1987. Differences in growth rate and feed utilization between diploid and triploid African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Aquaculture*. 63. 1-4: 233-242.
70. Herman, O.: 1887. A magyar halászat könyve.
71. Horvath, L. – Orban, L.: 1995. Genome and gene manipulation in the common carp. *Aquaculture*. 129. 1-4: 157-181.
72. Horváth L. - Tamás G. - Seagrave C.: 2002. Carp and pond fish culture second edition, Oxford, United Kingdom, Blackwell Science. ISBN: 0852381794.
73. Horváth, L - Béres, B. – Urbányi, B.: 2011. Ökológiai szemléletű halgazdálkodás. SZIE Környezet és Tájgazdálkodás Intézet, pp. 1-167.
74. Horváth, L - Tamás, G.: 2011. Halivadék-nevelés. Haszonhalaink szaporítása és ivadéknevelése. Második, átdolgozott kiadás. ISBN 963 231 062 4.
75. Hulak, M. – Kocour, M. – Gela, D. – Rodina, M. – Linhart, O.: 2007. Polluted water by 17 $\alpha$ -MT provides successful male sex reversal of common carp (*Cyprinus carpio* L.) from gynogenetic offspring. *Aquaculture*. 272: S270-S271.
76. Hulta, G. – Wohlfarth, G. – Moav, R.: 1985. Genetic differences between the Chinese and European races of the common carp, *Cyprinus carpio* L. IV. Effects of sexual maturation on growth patterns. *Journal of Fish Biology*. 26. 2: 95-103.
77. Janzen, F. J.: 1994. Climate change and temperature-dependent sex determination in reptiles. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 91. 16: 7487-7490.
78. Jensen, G. L. – Shelton, W. L. – Yang, S. – Wilken, L.: 1983. Sex reversal of gynogenetic grass carp by implantation of methyltestosterone. *Transactions of the American Fisheries Society*. 112. 1: 79-85.
79. Jensi, A. – Karl Marx, K. – Raj Kumar, M. – Jeya Shakila, R. – Chidambaram, P.: 2016. Effect of 17  $\alpha$ -methyl testosterone on sex reversal and growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L., 1758). *Ecology, Environment and Conservation*. 22. 3: 1493-1498.
80. Jhingran, V. – Pullin, R. S.: 1985. A hatchery manual for the common, Chinese, and Indian major carps. 252:

81. Jurajda, P. – Adámek, Z. – Roche, K. – Mrkvová, M. – Štarhová, D. – Prášek, V. – Zukal, J.: 2016. Carp feeding activity and habitat utilisation in relation to supplementary feeding in a semi-intensive aquaculture pond. *Aquaculture International*. 24. 6: 1627-1640.
82. Kása, E.: 2017. Halsperma és- spermatozóriumok vitrifikációja. Doktori Értekezés. Gödöllő, 2017.
83. Khan, T. A.: 2003. Dietary studies on exotic carp (*Cyprinus carpio* L.) from two lakes of western Victoria, Australia. *Aquatic Sciences*. 65. 3: 272-286.
84. Kirpicznyikov, V. Sz.: 1967. Gomologicseszkajanaszledszvennaiaizmensivoszt i evolucijasazna (*Cyprinus carpio* L.). *Genetika* (2):34-47.
85. Kitano, T. – Yoshinaga, N. – Shiraishi, E. – Koyanagi, T. – Abe, S.: 2007. Tamoxifen induces masculinization of genetic females and regulates P450 aromatase and Müllerian inhibiting substance mRNA expression in Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Molecular Reproduction and Development*. 74. 9: 1171-1177.
86. Kocour, M. – Linhart, O. – Gela, D.: 2003. Results of comparative growing test of all-female and bisexual population in two-year-old common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture International*. 11. 4: 369-378.
87. Kocour, M. – Linhart, O. – Gela, D. – Rodina, M.: 2005. Growth performance of all-female and mixed-sex common carp *Cyprinus carpio* L. populations in the Central Europe climatic conditions. *Journal of the World Aquaculture Society*. 36. 1: 103-113.
88. Kocour, M. – Mauger, S. – Rodina, M. – Gela, D. – Linhart, O. – Vandeputte, M.: 2007. Heritability estimates for processing and quality traits in common carp (*Cyprinus carpio* L.) using a molecular pedigree. *Aquaculture*. 270. 1-4: 43-50.
89. Koehn, J. – Brumley, A. R. – Gehrke, P. C.: 2000. Managing the impacts of carp.
90. Koehn, J. D.: 2004. Carp (*Cyprinus carpio*) as a powerful invader in Australian waterways. *Freshwater Biology*. 49. 7: 882-894.
91. Koger, C. – Teh, S. J. – Hinton, D.: 2000. Determining the sensitive developmental stages of intersex induction in medaka (*Oryzias latipes*) exposed to 17 $\beta$ -estradiol or testosterone. *Marine Environmental Research*. 50. 1-5: 201-206.
92. Komen, J. – Duynhouwer, J. – Richter, C. – Huisman, E.: 1988. Gynogenesis in common carp (*Cyprinus carpio* L.): I. Effects of genetic manipulation of sexual products and incubation conditions of eggs. *Aquaculture*. 69. 3-4: 227-239.
93. Komen, J. – Lodder, P. – Huskens, F. – Richter, C. – Huisman, E.: 1989. Effects of oral administration of 17 $\alpha$ -methyltestosterone and 17 $\beta$ -estradiol on gonadal development in common carp, *Cyprinus carpio* L. *Aquaculture*. 78. 3-4: 349-363.
94. Komen, J. – Bongers, A. – Richter, C. – Van Muiswinkel, W. – Huisman, E.: 1991. Gynogenesis in common carp (*Cyprinus carpio* L.): II. The production of homozygous gynogenetic clones and F1 hybrids. *Aquaculture*. 92. 127-142.

95. Kucharczyk, D. – Targońska, K. – Hliwa, P. – Gomulka, P. – Kwiatkowski, M. – Krejszef, S. – Perkowski, J.: 2008. Reproductive parameters of common carp (*Cyprinus carpio* L) spawners during natural season and out-of-season spawning. *Reproductive Biology*. 8. 3: 285-289.
96. Kucharczyk, D. – Żarski, D. – Targońska, K. – Łuczyński, M. J. – Szczerbowski, A. – Nowosad, J. – Kujawa, R. – Mamcarz, A.: 2014. Induced artificial androgenesis in common tench, *Tinca tinca* L., using common carp and common bream eggs. *Italian Journal of Animal Science*. 13. 1: 2890.
97. Lahnsteiner, F. – Berger, B. – Kletzl, M. – Weismann, T.: 2006. Effect of 17 $\beta$ -estradiol on gamete quality and maturation in two salmonid species. *Aquatic Toxicology*. 79. 2: 124-131.
98. Liew, W. C. – Orbán, L.: 2014. Zebrafish sex: a complicated affair. *Briefings in Functional Genomics*. 13. 2: 172-187.
99. Linhart, O. – Gela, D. – Rodina, M. – Šlechtová, V. – Šlechta, V.: 2002. Top-crossing with paternal inheritance testing of common carp (*Cyprinus carpio* L.) progeny under two altitude conditions. *Aquaculture*. 204. 3-4: 481-491.
100. Liu, S. – Liu, Y. – Zhou, G. – Zhang, X. – Luo, C. – Feng, H. – He, X. – Zhu, G. – Yang, H.: 2001. The formation of tetraploid stocks of red crucian carp  $\times$  common carp hybrids as an effect of interspecific hybridization. *Aquaculture*. 192. 2-4: 171-186.
101. Liu, S. – Luo, J. – Chai, J.: 2016. Genomic incompatibilities in the diploid and tetraploid offspring of the goldfish  $\times$  common carp cross. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 113. 5: 1327-1332.
102. Lone, K. P. – Matty, A.: 1980. The effect of feeding methyltestosterone on the growth and body composition of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *General and Comparative Endocrinology*. 40. 4: 409-424.
103. Luzio, A. – Matos, M. – Santos, D. – Fontainhas-Fernandes, A. A. – Monteiro, S. M. – Coimbra, A. M.: 2016. Disruption of apoptosis pathways involved in zebrafish gonad differentiation by 17 $\alpha$ -ethinylestradiol and fadrozole exposures. *Aquatic Toxicology*. 177. 269-284.
104. Maack, G. – Segner, H.: 2003. Morphological development of the gonads in zebrafish. *Journal of Fish Biology*. 62. 4: 895-906.
105. Maciuszek, M. – Pijanowski, L. – Pekala-Safinska, A. – Kemenade, B. M. L. V. – Chadzinska, M.: 2020. 17beta-Estradiol affects the innate immune response in common carp. *Fish Physiology and Biochemistry*. 46. 5: 1775-1794.
106. Magerhans, A. – Hörstgen-Schwark, G.: 2010. Selection experiments to alter the sex ratio in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by means of temperature treatment. *Aquaculture*. 306. 1-4: 63-67.

107. Mankiewicz, J. L. – Godwin, J. – Holler, B. L. – Turner, P. M. – Murashige, R. – Shamey, R. – Daniels, H. V. – Borski, R. J.: 2013. Masculinizing effect of background color and cortisol in a flatfish with environmental sex-determination. *Integrative and Comparative Biology*. 53. 4: 755-765.
108. Marković, Z. – Stanković, M. – Rašković, B. – Dulić, Z. – Živić, I. – Poleksić, V.: 2016. Comparative analysis of using cereal grains and compound feed in semi-intensive common carp pond production. *Aquaculture International*. 24. 6: 1699-1723.
109. Miller, S. A. – Crowl, T. A.: 2006. Effects of common carp (*Cyprinus carpio*) on macrophytes and invertebrate communities in a shallow lake. *Freshwater Biology*. 51. 1: 85-94.
110. Mráz, J. – Máchová, J. – Kozák, P. – Pickova, J.: 2012. Lipid content and composition in common carp—optimization of n-3 fatty acids in different pond production systems. *Journal of Applied Ichthyology*. 28. 2: 238-244.
111. Mubarik, M. S. – Ahmed, I. – Mateen, A. – Iqbal, T.: 2011. 17 [alpha]-Methyltestosterone Induced Masculinization and its Effect on Growth and Meat Quality of *Cyprinus carpio* L. *International Journal of Agriculture and Biology*. 13. 6:
112. Muniasamy, S. – Benziger, P. A. – Kumar, Y. A. – Haniffa, M. – Paray, B. A. – Albeshr, M. F. – Al-Umri, S.: 2019. Effect of 17 $\alpha$ -methyl testosterone incorporated diets on growth of spotted snakehead, *Channa punctatus* and white carp, *Cirrhinus mrigala*. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 26. 3: 541-546.
113. Nagy, A. – Rajki, K. – Bakos, J. – Csányi, V.: 1979. Genetic analysis in carp (*Cyprinus carpio* L.) using gynogenesis. *Heredity*. 43. 1: 35-40.
114. Nagy, A. – Bercsényi, M. – Csányi, V.: 1981. Sex reversal in carp (*Cyprinus carpio* L.) by oral administration of methyltestosterone. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 38. 6: 725-728.
115. Nasir, N. – Al-Sraji, A. Y. J.: 2013. Effect of different dietary protein and fats on some biochemical blood parameters in common carp fingerlings (*Cyprinus carpio* L.) reared in float cages. *Asian J. Exp. Biol. Sci.* 4. 293-296.
116. Naylor, R. L. – Goldburg, R. J. – Primavera, J. H. – Kautsky, N. – Beveridge, M. C. – Clay, J. – Folke, C. – Lubchenco, J. – Mooney, H. – Troell, M.: 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*. 405. 6790: 1017-1024.
117. Ospina-Alvarez, N. – Piferrer, F.: 2008. Temperature-dependent sex determination in fish revisited: prevalence, a single sex ratio response pattern, and possible effects of climate change. *PLoS One*. 3. 7: e2837.
118. Pandian, T.: 2014. Environmental sex differentiation in fish. 3.
119. Pathumnakul, S. – Piewthongngam, K.: 2010. How soaring agricultural prices will impact the way we do feed business. *Revista Brasileira De Zootecnia*. 39. 491-498.

120. Piferrer, F. – Blázquez, M. – Navarro, L. – González, A.: 2005. Genetic, endocrine, and environmental components of sex determination and differentiation in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *General and Comparative Endocrinology*. 142. 1-2: 102-110.
121. Pintér, K.: 1989. Magyarország halai. Biológiájuk és hasznosításuk. Akadémia Kiadó, Budapest.
122. Pintér, K. – Pócsi, L.: 2002. Gazdasági Állataink–Fajtatan–Hal. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
123. Pongthana, N. – Penman, D. J. – Baoprasertkul, P. – Hussain, M. G. – Islam, M. S. – Powell, S. F. – McAndrew, B. J.: 1999. Monosex female production in the silver barb (*Puntius gonionotus* Bleeker). *Aquaculture*. 173. 1-4: 247-256.
124. Prabhu, P. A. J. – Kaushik, S. – Geurden, I. – Stouten, T. – Fontagne-Dicharry, S. – Veron, V. – Mariojous, C. – Verreth, J. – Eding, E. – Schrama, J.: 2017. Water exchange rate in RAS and dietary inclusion of micro-minerals influence growth, body composition and mineral metabolism in common carp. *Aquaculture*. 471. 8-18.
125. Rakocy, J.: 2005. Cultured aquatic species information programme. *Oreochromis Niloticus*.
126. Rašković, B. – Ćirić, M. – Koko, V. – Stanković, M. – Živić, I. – Marković, Z. – Poleksić, V.: 2016. Effect of supplemental feeds on liver and intestine of common carp (*Cyprinus carpio* L.) in semi-intensive rearing system: histological implications. *Biologia*. 71. 2: 212-219.
127. Refstie, T.: 1981. Tetraploid rainbow trout produced by cytochalasin B. *Aquaculture*. 25. 1: 51-58.
128. Ribas, L. – Liew, W. C. – Diaz, N. – Sreenivasan, R. – Orban, L. – Piferrer, F.: 2017. Heat-induced masculinization in domesticated zebrafish is family-specific and yields a set of different gonadal transcriptomes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 114. 6: E941-E950.
129. Romashov, D. – Golovinskaia, K. – Beliayeva, V. – Bakulina, E. – Pokrovskaia, G. – Cherfas, N.: 1960. Diploid radiation gynogenesis in fish. *Biophysics (USSR)(English Translation)*. 5. 4.
130. Ron, B.: 2006. Effects of genetic and environmental factors on sex differentiation in the European seabass (*Dicentrarchus labrax*).
131. Ross, L.: 2000. Environmental physiology and energetics. 89-128.
132. Rutegwa, M. – Gebauer, R. – Veselý, L. – Regenda, J. – Strunecký, O. – Hejzlar, J. – Drozd, B.: 2019. Diffusive methane emissions from temperate semi-intensive carp ponds. *Aquaculture Environment Interactions*. 11. 19-30.

- 133.Saikia, S. – Das, D.: 2004. ‘Aji gnui assonii’—a practice of organic hill farming among the Apatani tribe of Eastern Himalaya. *The International Journal of Sustainable Development & World Ecology*. 11. 2: 211-217.
- 134.Sambraus, F. – Olsen, R. E. – Remen, M. – Hansen, T. J. – Torgersen, T. – Fjellidal, P. G.: 2017. Water temperature and oxygen: The effect of triploidy on performance and metabolism in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) post-smolts. *Aquaculture*. 473. 1-12.
- 135.Sato, T. – Endo, T. – Yamahira, K. – Hamaguchi, S. – Sakaizumi, M.: 2005. Induction of female-to-male sex reversal by high temperature treatment in medaka, *Oryzias latipes*. *Zoological Science*. 22. 9: 985-988.
- 136.Sehgal, G. – Saxena, P. – Sehgal, H.: 1995. Hormonal control of sex in common carp and its application to composite fish culture. *Aquaculture*. 129. 1-4: 219-219.
- 137.Seki, M. – Fujishima, S. – Nozaka, T. – Maeda, M. – Kobayashi, K.: 2006. Comparison of response to 17 $\beta$ -estradiol and 17 $\beta$ -trenbolone among three small fish species. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*. 25. 10: 2742-2752.
- 138.Selim, K. M. – Shinomiya, A. – Otake, H. – Hamaguchi, S. – Sakaizumi, M.: 2009. Effects of high temperature on sex differentiation and germ cell population in medaka, *Oryzias latipes*. *Aquaculture*. 289. 3-4: 340-349.
- 139.Sfakianakis, D. G. – Leris, I. – Mylonas, C. C. – Kentouri, M.: 2012. Temperature during early life determines sex in zebrafish, *Danio rerio* (Hamilton, 1822). *Journal of Biological Research*. 17. 68.
- 140.Sheehan, R. J. – Shasteen, S. P. – Suresh, A. V. – Kapuscinski, A. R. – Seeb, J. E.: 1999. Better growth in all-female diploid and triploid rainbow trout. *Transactions of the American Fisheries Society*. 128. 3: 491-498.
- 141.Shen, Z. – Fan, Q. – Yang, W. – Zhang, Y. – Wang, H.: 2015. Effects of 17 $\alpha$ -methyltestosterone and aromatase inhibitor letrozole on sex reversal, gonadal structure, and growth in yellow catfish *Pelteobagrus fulvidraco*. *The Biological Bulletin*. 228. 2: 108-117.
- 142.Shen, Z. – Wang, H.: 2014. Molecular players involved in temperature-dependent sex determination and sex differentiation in Teleost fish. *Genetics Selection Evolution*. 46. 1: 1-21.
- 143.Shelton, W. L. – Wanniasingham, V. – Hiott, A. E.: 1995. Ovarian differentiation in common carp (*Cyprinus carpio*) in relation to growth rate. *Aquaculture*. 137. 1-4: 203-211.
- 144.Shen, Z. – Wang, H.: 2014. Molecular players involved in temperature-dependent sex determination and sex differentiation in Teleost fish. *Genetics Selection Evolution*. 46. 1: 1-21.

- 145.Siddik, M. A. B. – Nahar, A. – Ahsan, M. – Ahamed, F. – Hossain, M.: 2014. Overwintering growth performance of mixed-sex and mono-sex Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. in the northeastern Bangladesh. *Croatian Journal of Fisheries: Ribarstvo*. 72. 2: 70-76.
- 146.Singh, A. K.: 2013. Introduction of modern endocrine techniques for the production of monosex population of fishes. *General and Comparative Endocrinology*. 181. 146-155.
- 147.Smith, B.: 2005. The state of the art: a synopsis of information on common carp (*Cyprinus carpio* L.) in Australia. *Final Tech.Rpt, SARDI Aquatic Sci.Res.Rpt.Ser.(77)*.
- 148.Standora, E. A. – Spotila, J. R.: 1985. Temperature dependent sex determination in sea turtles. *Copeia*. 711-722.
- 149.Steffens, W. – Wirth, M.: 2007. Influence of nutrition on the lipid quality of pond fish: common carp (*Cyprinus carpio* L.) and tench (*Tinca tinca*). *Aquaculture International*. 15. 3: 313-319.
- 150.Stejskal, V. – Kouřil, J. – Musil, J. – Hamáčková, J. – Polícar, T.: 2009. Growth pattern of all-female perch (*Perca fluviatilis* L.) juveniles—is monosex perch culture beneficial? *Journal of Applied Ichthyology*. 25. 4: 432-437.
- 151.Strüssmann, C. A. – Nakamura, M.: 2002. Morphology, endocrinology, and environmental modulation of gonadal sex differentiation in teleost fishes. *Fish Physiology and Biochemistry*. 26. 1: 13-29.
- 152.Sumpter, J. P.: 2005. Endocrine disrupters in the aquatic environment: an overview. *Acta Hydrochimica Et Hydrobiologica*. 33. 1: 9-16.
- 153.Tacon, A. G. – Metian, M.: 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture*. 285. 1-4: 146-158.
- 154.Takahashi, H.: 1977. Juvenile hermaphroditism in the zebrafish, *Brachydanio rerio*. 北海道大學水産學部研究彙報= *Bulletin of the Faculty of Fisheries Hokkaido University*. 28. 2: 57-65.
- 155.Tanck, M. – Booms, G. – Eding, E. – Bonga, S. W. – Komen, J.: 2000. Cold shocks: a stressor for common carp. *Journal of Fish Biology*. 57. 4: 881-894.
- 156.Thompson, B. Z. – Wattendorf, R. J. – Hestand, R. S. – Underwood, J. L.: 1987. Triploid grass carp production. *The Progressive Fish-Culturist*. 49. 3: 213-217.
- 157.Tzchori, I. – Zak, T. – Sachs, O.: 2004. Masculinization of genetic females of the common carp (*Cyprinus carpio* L.) by dietary administration of an aromatase inhibitor.
- 158.Uchida, D. – Yamashita, M. – Kitano, T. – Iguchi, T.: 2002. Oocyte apoptosis during the transition from ovary-like tissue to testes during sex differentiation of juvenile zebrafish. *The Journal of Experimental Biology*. 205. Pt 6: 711-718.

159. Valenzuela, N. – Adams, D. C. – Janzen, F. J.: 2003. Pattern does not equal process: exactly when is sex environmentally determined? *The American Naturalist*. 161. 4: 676-683.
160. von Hofsten, J. – Olsson, P.: 2005. Zebrafish sex determination and differentiation: involvement of FTZ-F1 genes. *Reproductive Biology and Endocrinology*. 3. 1: 1-11.
161. Wang, X. – Bartfai, R. – Sleptsova-Freidrich, I. – Orban, L.: 2007. The timing and extent of ‘juvenile ovary’ phase are highly variable during zebrafish testis differentiation. *Journal of Fish Biology*. 70. 33-44.
162. Wang, H. – Gao, Z. – Beres, B. – Ottobre, J. – Wallat, G. – Tiu, L. – Rapp, D. – O'Bryant, P. – Yao, H.: 2008. Effects of estradiol-17 $\beta$  on survival, growth performance, sex reversal and gonadal structure of bluegill sunfish *Lepomis macrochirus*. *Aquaculture*. 285. 1-4: 216-223.
163. Wedekind, C. – Evanno, G. – Székely, T. – Pompini, M. – Darbellay, O. – Guthruf, J.: 2013. Persistent unequal sex ratio in a population of grayling (Salmonidae) and possible role of temperature increase. *Conservation Biology*. 27. 1: 229-234.
164. Wibbels, T. – Bull, J. J. – Crews, D.: 1991. Chronology and morphology of temperature-dependent sex determination. *Journal of Experimental Zoology*. 260. 3: 371-381.
165. Wilson, C. A. – High, S. K. – McCluskey, B. M. – Amores, A. – Yan, Y. – Titus, T. A. – Anderson, J. L. – Batzel, P. – Carvan III, M. J. – Scharl, M.: 2014. Wild sex in zebrafish: loss of the natural sex determinant in domesticated strains. *Genetics*. 198. 3: 1291-1308.
166. Yamaguchi, S. – Iwasa, Y.: 2018. Temperature-dependent sex determination, realized by hormonal dynamics with enzymatic reactions sensitive to ambient temperature. *Journal of Theoretical Biology*. 453. 146-155.
167. Yamamoto, Y. – Zhang, Y. – Sarida, M. – Hattori, R. S. – Strüssmann, C. A.: 2014. Coexistence of genotypic and temperature-dependent sex determination in pejerrey *Odontesthes bonariensis*. *PLoS One*. 9. 7: e102574.
168. Yousefian, M. – Amirinia, C. – Horváth, L. – Bercsényi, M.: 1996. Optimization of shock parameters in inducing mitotic gynogenesis in the carp *Cyprinus carpio* L. *Canadian Journal of Zoology*. 74. 7: 1298-1303.
169. Zanuy, S. – Carrillo, M. – Felip, A. – Rodríguez, L. – Blázquez, M. – Ramos, J. – Piferrer, F.: 2001. Genetic, hormonal and environmental approaches for the control of reproduction in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Aquaculture*. 202. 3-4: 187-203.
170. Zhang, G. – Jia, X. – Yu, X. – Wang, P. – Yin, S. – Zhao, C.: 2016. Effect of water temperature on sex ratio and growth rate of juvenile *Pelteobagrus fulvidraco*, *P. vachelli* and hybrids [*P. fulvidraco* (♀) × *P. vachelli* (♂)]. *Aquaculture Reports*. 3. 115-119.

Program hivatkozások:

FISHSTAT J - FAO Global Fishery and Aquaculture Production Statistics v2020.1.0.

IBM SPSS Statistic 22.0

R Software Package 3.0

Internetes hivatkozások:

INTERNET 1- [fishbase.org](http://fishbase.org)

INTERNET 2- [fishingtime.hu/horgaszhirek/ponty-vilagrekord-otvenegy-kilo-euro-aqua](http://fishingtime.hu/horgaszhirek/ponty-vilagrekord-otvenegy-kilo-euro-aqua)

INTERNET 3- [ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/hu/IP\\_12\\_88](http://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/hu/IP_12_88)

INTERNET 4- [eurofish.dk/hungary](http://eurofish.dk/hungary)

INTERNET 5- [haki.naik.hu/sites/default/files/uploads/2018-](http://haki.naik.hu/sites/default/files/uploads/2018-)

[09/sustainaqua\\_handbook\\_hu.pdf](#)

INTERNET 6- [www.met.hu](http://www.met.hu)

AKI- [aki.gov.hu](http://aki.gov.hu)

FAO- [www.fao.org](http://www.fao.org)

MAHAL- [magyarhal.hu](http://magyarhal.hu)

MAGYAR KÖZLÖNY 11/2009. (II. 25) FVM RENDELET - [magyarkozlony.hu](http://magyarkozlony.hu)

MAGYAR KÖZLÖNY 2015/58. SZÁM - [magyarkozlony.hu](http://magyarkozlony.hu)

## 11. Publikációk az értekezés témakörében



**DEBRECENI  
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM  
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400

Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/259/2021.PL  
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Kovács László  
Doktori Iskola: Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola  
MTMT azonosító: 10056653

### A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

#### Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

1. **Kovács, L.**, Minya, D., Homoki, D. Z., Toviho, O. A., Molnár, Á., Fehér, M., Stündl, L., Bársony, P.:  
Comparison of growth of mature all-female and mixed-sex Common carp (*Cyprinus carpio* L.) stocks in RAS.  
*Agrártud. Közl.* 1 (1), 65-68, 2020. ISSN: 1587-1282.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/1/3748>
2. **Kovács, L.**, Simon, Á., Minya, D., Homoki, D. Z., Kertész, A., Fehér, M., Stündl, L., Bársony, P.:  
Influence of 17-alpha methyl testosterone on the production parameters of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fry.  
*Agrártud. Közl.* 75, 37-43, 2018. ISSN: 1587-1282.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/75/1643>

#### Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

3. **Kovács, L.**, Minya, D., Homoki, D. Z., Toviho, O. A., Fehér, M., Stündl, L., Bársony, P.: Effect of different water temperatures on sex ratio, gonad development and production parameters of common carp (*Cyprinus carpio* L.).  
*Aquac. Res.* 51 (2), 858-862, 2019. ISSN: 1355-557X.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/are.14407>  
IF: 1.748

#### Idegen nyelvű konferencia közlemények (1)

4. **Kovács, L.**, Minya, D., Homoki, D. Z., Fehér, M., Stündl, L., Bársony, P.: Growth performance of Monosex female and Mixed-sex Common carp population in recirculation system (*Cyprinus carpio* L.).  
In: Innovációs kihívások a XXI. században : LXI. Georgikon Napok konferenciakötete. Szerk.: Pintér Gábor, Csányi Szilvia, Zsiborács Henrik, Pannon Egyetem Georgikon Kft. Keszthely 185-196, 2019. ISBN: 9789633961308





Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (2)

5. **Kovács, L.**, Minya, D., Homoki, D. Z., Molnár, Á., Fehér, M., Stündl, L., Bársony, P.: Monoszex ikrás pontyállományok (*Cyprinus carpio* L.) teljesítményvizsgálata.  
In: XLIII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Halászati Kutatóintézet, Szarvas, 102-104, 2019, (ISSN 0230-8312)
6. **Kovács, L.**, Minya, D., Homoki, D. Z., Fehér, M., Stündl, L., Bársony, P.: Különböző koncentrációjú 17 alfa-metiltesztoszteronnal dúsított takarmány hatása a ponty (*Cyprinus carpio* L.) ivarfejlődésére.  
In: XLII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Halászati Kutatóintézet, Szarvas, 53, 2018.

**További közlemények**

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

7. Homoki, D. Z., Minya, D., **Kovács, L.**, Molnár, Á., Balogh, K., Bársony, P., Fehér, M., Kövics, G., Stündl, L.: Comparison of the technological background of aquaponic systems.  
*Agrártud. Közl.* 1, 47-52, 2020. ISSN: 1587-1282.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/1/4511>
8. Toviho, O. A., **Kovács, L.**, Bársony, P.: Insect-based protein nutrition in the aquaculture sector: potential, current situation and challenges.  
*Állatteny. Takarm.* 69 (2), 142-154, 2020. ISSN: 0230-1814.
9. Minya, D., **Kovács, L.**, Homoki, D. Z., Fehér, M., Bársony, P., Stündl, L.: Effect of different weaning time on the growth and survival of Common carp (*Cyprinus carpio* L.) larvae.  
*Agrártud. Közl.* 75, 55-59, 2018. ISSN: 1587-1282.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/75/1646>

Magyar nyelvű konferencia közlemények (1)

10. Homoki, D. Z., Ősz, A., Minya, D., **Kovács, L.**, Bársony, P., Fehér, M., Stündl, L.: Akvapóniában termesztett citromfű (*Melissa officinalis*) és bazsalikom (*Ocimum basilicum*) értékmérő vizsgálata.  
In: XLIII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Halászati Kutatóintézet, Szarvas, 62-65, 2019, (ISSN 0230-8312)





Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (3)

11. Homoki, D. Z., **Kovács, L.**, Minya, D., Molnár, Á., Fehér, M., Kövics, G., Stündl, L.: Különböző bazsalikom (*Ocimum basilicum* L.) fajták akvapóniás vizsgálata.  
In: A XLIV. Halászati Tudományos Tanácskozás kiadványa = Proceedings of the 44th Scientific Conference on Fisheries & Aquaculture. Szerk.: Nagyné Biró Judit, NAIK HAKI, Szarvas, 31-33, 2020, (Halászatfejlesztés, ISSN 1219-4816 ; 37) ISBN: 9789637120428
12. Homoki, D. Z., Minya, D., **Kovács, L.**, Fehér, M., Fehérné Baranyai, E., Stündl, L.: A rézoxiklorid alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata akvapóniás rendszerben.  
In: XLII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Halászati Kutatóintézet, Szarvas, 14, 2018.
13. Minya, D., **Kovács, L.**, Homoki, D. Z., Fehér, M., Bársony, P., Stündl, L.: Kompletált, mikrogranulált takarmány alkalmazhatósága a ponty (*Cyprinus carpio* L.) lárva nevelése során.  
In: XLII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Halászati Kutatóintézet, Szarvas, 56, 2018.

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 1,748**

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapján szolgáló közleményekre): 1,748**

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2021.05.07.



## 12. Nyilatkozatok

### NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola keretében készítettem, a Debreceni Egyetem doktori (Ph.D) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 2022. április 4.

.....  
a jelölt aláírása

### NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy **Kovács László** doktorjelölt 2016-2020 között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányításommal/irányításunkkal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javaslom.

Debrecen, 2022. április 4.

.....  
a témavezető aláírása

## 13. Mellékletek

### Ábrajegyzék:

- 1. ábra:** Hazánk étkezési célra megtermelt halainak százalékos eloszlása 2020-ban  
Forrás: AKI (2021)
- 2. ábra:** A monoszex ikrás pontyállomány kialakításának összefoglalása  
(HANCZ, 2007 alapján)
- 3. ábra:** A 150 liter/ egységnyi hasznos víztérfogatú akváriumrendszer
- 4. ábra:** Az egyivarú ikrás és vegyes ivarú állományok kialakítása
- 5. ábra:** A 1000 liter egységnyi hasznos víztérfogatú recirkulációs rendszer
- 6. ábra:** Az 1000 liter egységnyi hasznos víztérfogatú recirkulációs rendszer egyik körmedencéje, benne a monoszex ikrás állomány példányaival
- 7. ábra:** A kísérleti halakról mérés közben készült felvételek
- 8. ábra:** A felkészítés során a vízhőmérséklet és a megvilágítás hosszának a változása
- 9. ábra:** Az egyfázisú nevelés kísérleti tava
- 10. ábra:** A T22, T25, T29 kezelések ivararánya
- 11. ábra:** A T24, T28, T32 kezelések ivararánya
- 12. ábra:** Egy vegyesivarú magasabb hátú egyed (felső) és egy a nyurgább alakú monoszex ikrás egyed (alsó) oldal felvétele
- 13. ábra:** A kontroll vegyesivarú és a monoszex ikrás állományok átlag testtömegei a kísérlet ideje alatt
- 14. ábra:** Különböző tömegű háromnyaras pontyok darabszámai ivar szerint
- 15. ábra:** Különböző tömegű háromnyaras pontyok arányai ivar szerint
- 16. ábra:** Tógazdasági halak ivar és tömeg összefüggése
- 17. ábra:** Intenzív rendszerben nevelt pontyok ivar és tömeg összefüggése
- 18. ábra:** Különböző ivarú halak húskihozatalának eredményei ivar szerint
- 19. ábra:** Az egyfázisú és kétfázisú nevelés halainak átlagtömege (gramm)
- 20. ábra:** A különböző nevelési stratégiák átlagtömegei

### Táblázatjegyzék:

- 1. táblázat:** A kísérleti akváriumok elrendezése
- 2. táblázat:** A kísérlet vízminőségi paraméterei
- 3. táblázat:** A kísérleti akváriumok elrendezése
- 4. táblázat:** A kísérlet vízminőségi paraméterei
- 5. táblázat:** A kezelésként kihelyezett hal mennyiség, kezelésként biomassza (kg)/ 1000 liter változásai a kísérlet ideje alatt

6. táblázat: A kísérlet alatt mért összesített vízminőségi paraméterek 56 napos ciklusonként átlagolva
7. táblázat: Az egy és kétfázisú tavi utónevelés összefoglaló táblázata
8. táblázat: A kétfázisú nevelés során bevetett táp és kiegészítő takarmány mennyisége (kg)
9. táblázat: A halak termelési paraméterei a 40. napos kísérlet végén
10. táblázat: Az 12 hónapos halak összsvont eredményei
11. táblázat: Az egy éves halak termelési paramétereinek bemutatása kezelésként, ivar szerint elkülönítve
12. táblázat: A kezelések SGR% értékei 40. naptól egy éves korukig számítva
13. táblázat: A 40.-85. napos kísérlet termelési paraméterei
14. táblázat: A 40-85 napos kezelések FCR (g/g) értékei
15. táblázat: A 40-85 napos kezelések SGR % értékei
16. táblázat: Az 12 hónapos halak összsvont eredményei (érték±SD) (n=50)
17. táblázat: Az egy éves halak termelési paramétereinek bemutatása kezelésként, ivar szerint elkülönítve (érték±SD)
18. táblázat: A kezelések SGR% értékei 85. naptól egy éves korukig számítva
19. táblázat: A kezelések átlag testtömegei (g) és az 1 m<sup>3</sup>-re levetített összes biomasszája (kg) a kísérlet végén
20. táblázat: A halak átlagos (átlag±SD) termelési paraméterei
21. táblázat: Biomassza tömegek és százalékos arányok a súlykategóriákon belül ivar szerint
22. táblázat: Adott súlykategóriában (kg) található halak biomasszája ivar szerint (n=24)
23. táblázat: Húskihozatali biomassza össztömeg és ivararányok a súlykategóriákon belül valamint a teljes testtömegek ivararánya kategóriánként
24. táblázat: A feldolgozott étkezési méretű halak arányszámai
25. táblázat: A feldolgozott halak húskihozatali %-ai
26. táblázat: Az egy és kétfázisú nevelés megmaradási %, FCR és Nettó kg hozam/ha eredményei

## **Köszönetnyilvánítás**

Szeretnék köszönetet mondani a témavezetőmnek Dr. Bársony Péter egyetemi adjunktusnak, a DE MÉK halbiológiai labor vezetőjének Dr. Fehér Milán egyetemi kutatómunkatársnak, valamint a teljes hallaboratórium csapatának a munkáim, kísérleteim és dolgozatom megvalósításában nyújtott segítségeikért.

Köszönet jár a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemhez tartozó, gödöllői Szent István Campus Halgazdálkodási Tanszék munkatársainak, a keszthelyi Georgikon Campus Halkutatási Központ és a szarvasi NAIK-Halászati Kutatóintézet munkatársainak a dolgozatomhoz nélkülözhetetlen tudományos és gyakorlati együttműködésért.

Kiemelt köszönet jár Dr. Bercsényi Miklós professor emeritusnak (MATE Georgikon Campus) és Kovács Gyula tudományos munkatársnak (MATE NAIK-HAKI) a dolgozatomhoz nélkülözhetetlen tudományos és gyakorlati segítségükért.

Köszönet jár a hajdúszoboszlói Bocskai Halászati Kft. munkatársainak a kutatásaimhoz szükséges hal alapanyag és a tógazdasági infrastruktúrák biztosításáért.

Köszönöm a Debreceni Egyetem Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola oktatóinak a színvonalas képzést, a Doktori Iskola dolgozóinak a segítőkész, gördülékeny ügyintézést.

A dolgozat elkészítését az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

A munka a GINOP-2-3-2-15-2016-00025 projekt keretei között az Európai Regionális és Fejlesztési Alap és Magyarország Kormánya támogatásával valósult meg.