

# **SZAKDOLGOZAT**

**Szanyi Gergely**

**2025**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Szent István Campus**  
**Állattenyésztő mérnök alapképzési szak**

## **Halszaporítás új módszere: Inszemináció ponty fajban**

**Belső konzulens: Dr. Müller Tamás**

tanszékvezető, egyetemi tanár

**MATE, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halászatfejlesztési Tanszék**

**Készítette:**

**Szanyi Gergely**

**Gödöllő**

**2025**

## TARTALOM

|   |    |
|---|----|
| 1. Bevezetés és célkitűzések.....   | 2  |
| 2. Szakirodalmi áttekintés .....  | 4  |
| 2.1. A ponty akvakultúrák jelentősége és szaporodásbiológiája .....                                 | 4  |
| 2.1.1. Természetes ívatás: a tógazdasági gyakorlat és korlátai .....                                | 6  |
| 2.1.2. Félmesterséges ívatás: a hormonális időzítés és a természetes környezet kombinációja.....    | 8  |
| 2.1.3. Indukált keltetőházi/mesterséges szaporítás: a modern pontytenyésztés alapja .....           | 11 |
| 2.2. Hormonális szabályozás .....   | 11 |
| 2.2.1. A hormonális indukció neuroendokrin háttere .....  | 11 |
| 2.2.2. A hormonális beavatkozás stratégiái .....  | 12 |
| 2.2.3. Keltetőházi gyakorlatban általánosan alkalmazott hormonkezelési eljárások .....              | 14 |
| 3. Anyag és módszertan.....   | 18 |
| 4. Eredmények.....  | 19 |
| 4.1. Alternatív hormonkezelési technikák .....  | 19 |
| 4.2. Nem invazív kezelések, inszemináció .....  | 22 |
| 4.3. Pontyfajban végzett kísérletek és azok eredményei az inszeminációs módszer alkalmazásával..... | 26 |
| 5. Eredmények értékelése.....   | 27 |
| 6. Összefoglalás.....   | 29 |
| Szakirodalmi forrásjegyzék.....   | 30 |
| Ábrajegyzék .....   | 34 |

# 1. Bevezetés és célkitűzések

Gyerekkorom óta a víz, a halak és a természet iránti mély érdeklődés hajtott engem. Észrevettem, hogy a víz partján, a horgászat izgalmi közepette, a pontos példányok megfogása csak a hosszú évek tapasztalatának és szakértelmének eredménye. Ebben a dolgozatban szeretném ezt a tapasztalatot, a gyakorlati és laboratóriumi tudás összekapcsolását elmélyíteni, hogy megértsem: mitől lesz sikeres a ponty szaporítása, nevelése és fenntartása.

A célom nem csupán a ponty szaporodásának biológiai és technológiai folyamatait tudományosan bemutatni, hanem azt is, hogy ezek a folyamatok miként vezethetnek gyakorlati eredményekhez és innovatív tenyésztési módszerekhez, mint például az inszeminációs technika alkalmazása. Olyan kérdéseket szeretnék körüljárni, mint:

- Milyen biológiai és környezeti tényezők befolyásolják egy ponty inszeminációs program sikerességét?
- Hogyan fejlődött az elmúlt évtizedekben a haltenyésztési technológia, különös tekintettel az inszeminációra és a hormonális szaporítási módszerekre?
- Milyen társadalmi-gazdasági hatásai vannak az inszeminációs technikák és más mesterséges szaporítási eljárások alkalmazásának?
- Milyen eredményeket mutatnak a nemzetközi és hazai kutatások az inszeminációs technika hatékonyságáról és fenntarthatóságáról?

Ezek a kérdések nemcsak tudományos szempontból kiemelten fontosak, de a gyakorlati halgazdálkodásban, így a halas fóliasátrakban és az ipari pontytenyésztésben is közvetlenül alkalmazható tapasztalatokat eredményeznek. Célom, hogy ezekre a kérdésekre a legfrissebb tudományos eredményekre alapozva, közérthetően és szakmailag részletesen adjak választ.

Ahogy egy profi horgász felszerelése nélkülözhetetlen a sikerhez, úgy a modern biotechnológiai módszerek és a tenyésztők tapasztalata együtt teremthetik meg az egészséges, genetikai sokféleséget fenntartó pontyállományt. Ezért fontosnak tartom, hogy a dolgozatban részletesen bemutassam:

- a halak szaporodását befolyásoló biológiai tényezőket,
- az elmúlt évtizedek technológiai fejlődését, különös tekintettel az inszeminációs technikákra és más mesterséges szaporítási eljárásokra,
- a szaporítás társadalmi és gazdasági hatásait,
- valamint a nemzetközi és hazai tudományos kutatási eredményeket.

Bízom benne, hogy ez az összegző kép segíti majd minden érdeklődő, akár laikus, akár szakember számára a ponty mesterséges szaporításának mélyebb megértését, és hozzájárul a fenntartható, innovatív haltartási gyakorlatok elterjedéséhez.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

### 2.1. A ponty akvakultúrás jelentősége és szaporodásbiológiája

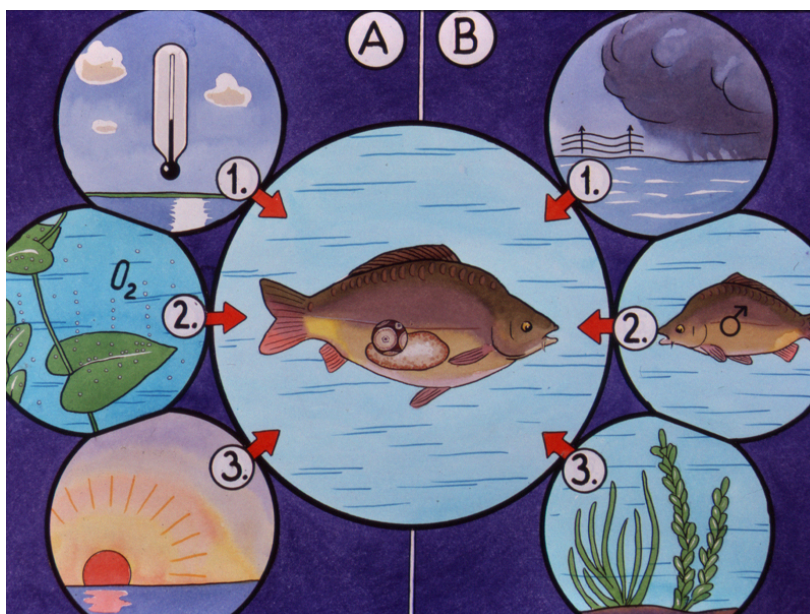
A ponty (*Cyprinus carpio L.*) a globális édesvízi akvakultúra egyik legmeghatározóbb faja, világszinten az egyik leggyakrabban tenyésztett halfaj, míg Közép-Kelet-Európában és Magyarországon a tógazdaságokban domináns szerepet tölt be. E hazai súlyt a megbízható, nagy volumenű szaporítási technológiák nemzetgazdasági jelentősége is alátámasztja, különösen a pontytenyésztésre épülő termelési rendszerekben. A pontytenyésztés történeti sikere a faj kivételes alkalmazkodóképessége mellett a szaporítási eljárások folyamatos fejlesztésének eredménye, amelyek a természetes ívási folyamat kockázatát és változékonyságát fokozatosan csökkentették (Horváth, 2015; Horváth & Magyary, 2007; Horváth, 2018).

A faj rendszertanilag a pontyfélék (Cyprinidae) családjába tartozik, és szaporodási stratégiája alapján fitolito-fil (phytolithophil): ikrái ragadósak, természetes körülmények között vízi növényzetre, frissen elöntött gyepekre vagy más víz alatti szubsztrátumra tapadnak. Ez a tulajdonság a természetben az ikrák rögzítését és megfelelő oxigénellátását szolgálja, ugyanakkor a kontrollált tenyésztésben technológiai kihívást jelent az összetapadt ikracsomók belsejében fellépő oxigénhiány és a másodlagos gombás fertőzések kockázata miatt (Horváth & Magyary, 2007; Horváth, 2018).

A természetes ívást több, egymással összefüggő környezeti inger indítja be, amit jellegük miatt ívásra felkészült ikrások esetében két csoportra osztunk (1. ábra) (Horváth, 2023).

I. Alapvető tényezők: ezek biztosítják a gametogenezis alapvető élettani feltételeit; (i) a tavaszi vízmelegedés optimális tartománya (ívási hőmérséklet), (ii) a friss, oxigéndús víz beáramlása, (iii) cirkadián ritmus, vagyis a fény–sötétség váltakozás (tavaszi meghosszabodó megvillágítási idő).

II. Kiváltó tényezők: ezek befolyásolják a hormonális szabályozást a gametogenezis végső szakaszában és az ívás során; (i) víz hígulása, áradás, légnyomásváltozás (áradás-impulzus), (ii) a tejesek jelenléte, (ii) valamint a frissen elöntött, növényzettel borított ívóhelyek elérhetősége.



1. ábra Ívásra ható környezeti tényezők

*Forrás: Horváth et al., 2023.*

Ábramagyarázat: A: Alapvető tényezők; 1) ívási hőmérséklet, 2) optimális oldott oxigén tartalom, 3) fényviszonyok. B: Kiváltó tényezők: 1) víz hígulása áradás, légnyomásváltozás, 2) tejes észlelése, 3) ívási szubsztrát

A keltetőházi és tógazdasági technológiák fejlődése ezeknek az ingereknek a mesterséges pótlására vagy kiváltására irányult, az időzítés és a biztonság növelése érdekében (Horváth, 2015; Horváth, 2018).

A ponty ellenőrzött szaporítási módszereinek fejlődése valójában egy technológiai evolúció, amely arra irányult, hogy a komplex, kockázatos és időjárásfüggő természetes folyamatot fokozatosan kontrollálja. A pontytenyésztés történeti és technológiai fejlődése három fő szakaszban írható le (Horváth, 2018; Horváth & Magyary, 2007; Horváth et al., 2015; Müller et al., 2020).

- **Természetes ívatás**, amikor a tenyésztő a természetes környezeti ingereket próbálja imitálni a tógazdaságban, így az ívás a természetes ciklusokat követve, azonban irányított környezetben történik (Horváth, 2018, részletesebb kifejtés 2.1.1. fejezetben).
- **Félmesterséges ívatás**, amikor a környezeti imitációt hormonális időzítéssel kombinálják, ezzel növelve az ívás biztonságát és kiszámíthatóságát (Horváth & Magyary, 2007, részletesebb kifejtés 2.1.2. fejezetben).

- **Indukált keltetőházi szaporítás**, ahol a folyamat teljes mértékben ellenőrzött körülmények között zajlik, a hormonokkal mesterségesen kiváltott ívás mellett kémiai és technológiai eljárásokat alkalmazva a biológiai akadályok – például az ikraragadósság – feloldására (Horváth et al., 2015; Müller et al., 2020, részletesebb kifejtés a 2.1.3. fejezetben).

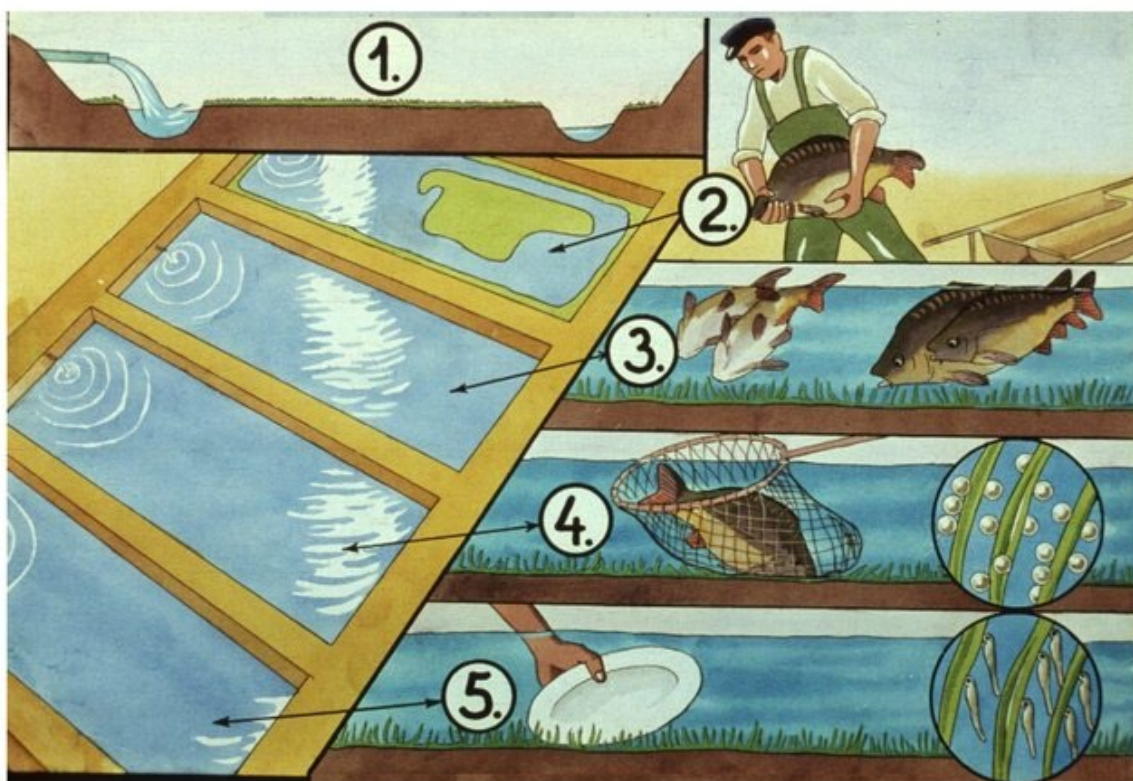
Ez a fejlődési ív szemlélteti, hogyan alakult át a természetes reprodukció egy modern, standardizált eljárássá, amely lehetővé tette a ponty ipari szintű tenyésztését, valamint a magyar kutatók nemzetközi szinten is elismert tudományos hozzájárulását az akvakultúra fejlesztéséhez (Horváth et al., 2015; Müller et al., 2020).

### **2.1.1. Természetes ívatás: a tógazdasági gyakorlat és korlátai**

A természetes ívatás a pontyszaporítás legrégebbi, leginkább extenzív módszere, amely a halak biológiai viselkedésére és a környezeti ingerekre épül (Horváth, 2018). Lényege, hogy az ívási felkészült, ivarérett anyahalakat (ikrásokat és tejeseket) olyan tógazdasági környezetbe helyezik, amely a lehető legjobban reprodukálja a természetes ívóhely kulcsfontosságú tényezőit, például a hőmérsékletet, a vízmélység-változást és a növényzettel borított szubsztrátumot (Horváth & Magyary, 2007). A módszer három fő tógazdasági formában terjedt el: a nagytavas ívatás és a Dubisch-féle (vagy kistavas) eljárás.

A nagytavas ívatás (50–80 kg ikrás és 25–40 kg tejes ponty/ha) a legkevésbé kontrollált módszer. Az anyahalakat kora tavasszal nagy, sekély, frissen elárasztott gyepalajú tavakba helyezik ki, ahol az emelkedő vízhőmérséklet, a friss víz beáramlása és a növényzet jelenléte váltja ki az ívást (Horváth et al., 1984, Horváth, 2018). Ebben a módszerben a halak az ívás után a tóban maradnak, így a kikelt ivadékkal együtt nevelkednek, ami gyakran jelentős természetes szelekciót eredményez (Horváth & Magyary, 2007).

A 19. század végén Thomas Dubisch német halgazda fejlesztette ki a róla elnevezett Dubisch-tó módszert, amely már célzottan elkülönített ívótavakat alkalmazott (Horváth et al., 2015). A Dubisch-tavak kisméretű, sekély, gyepel borított medencék, amelyeket az ívatás előtt szárazon tartanak és fertőtlenítenek, majd friss vízzel árasztanak el (2. ábra). Az elárasztás és a gondosan előkészített vegetáció hatékonyan imitálja a természetes áradások biológiai hatásait, beindítva az ívási folyamatot (Horváth, 2018).



2. ábra Szaporítás kis tavakban (Dubits-módszer)

*Forrás: Horváth et al., 2022.*

Ábramagyarázat: 1. Frissen feltöltött ivóvíz. 2. A tenyészállomány behelyezése. 3. Az ívás néhány napon belül megtörténik. 4. A tenyészhalak kifogása. 5. Az ívás eredményeinek figyelemmel kísérése

### A módszer korlátai és gazdasági hátrányai

Bár a természetes ívatás biológiailag jól indokolt, gazdasági szempontból erősen korlátozott hatékonyságú és bizonytalan kimenetelű eljárás (Horváth, 2018; Müller et al., 2020).

Főbb korlátai a következők:

- *Időjárás- és hőmérsékletfüggőség:* A ponty ívása csak 17–20 °C felett indul meg, ezért az ívás sikere teljes mértékben a külső környezeti feltételektől függ. Egy tavaszi lehűlés vagy vihar napok alatt megszakíthatja a folyamatot (Horváth & Magyary, 2007).
- *Alacsony túlélési arány:* A természetes ívóhelyeken az ikrák és az embrionális fejlődés korai stádiumai erősen ki vannak téve ragadozóknak és mikrobiológiai kórokozóknak (Horváth, 2018).

- *Penészesedési problémák:* Az ikra tételek összetapadása és a lokális oxigénhiány elősegíti a Saprolegnia-fertőzést, ami nagy százalékos elhulláshoz vezethet (Horváth et al., 2015).
- *Kontroll hiánya:* A nagytavas ívatásnál az anyahalak eltávolítása nem mindig lehetséges, így gyakori a saját ikra- vagy ivadék fogyasztása, ami tovább csökkenti a termelékenységet (Müller et al., 2020).

A felsorolt korlátok miatt a természetes ívatás ma már csak kutatási, génmegőrzési (természetvédelmileg jelentős halfajok esetében) vagy extenzív termelési célokra alkalmazott eljárás, amelyet a modern, részben vagy teljesen indukált szaporítási technológiák szinte teljesen felváltottak.

### **2.1.2. Félmesterséges ívatás: a hormonális időzítés és a természetes környezet kombinációja**

A félmesterséges ívatás a természetes és az indukált (teljesen kontrollált) szaporítás közötti átmeneti technológia, amely egyesíti a hormonális szabályozást és a természetes ívási viselkedés fenntartását (Horváth, 2018; Horváth & Magyary, 2007). Lényege, hogy a tenyésztő a ponty ikrás ovulációját és ívási hajlandóságát hormonkezeléssel időzíti, ugyanakkor az ívás és megtermékenyülés a teljes halak részvételével, természetes viselkedésformák mellett zajlik, ellenőrzött környezetben (Horváth et al., 2015).

Ez a technológia áthidalja a természetes ívatás kiszámíthatatlanságát és a mesterséges ikragyűjtés munka- és eszközigényét, valamint lehetővé teszi a termelés időbeli tervezését (Müller et al., 2020).

#### **A félmesterséges ívatás protokollja**

A módszer két fő eleme a hormonális stimuláció és az ellenőrzött ívatási tér kialakítása.

- **Hormonális időzítés:**  
A szaporodásra felkészült ivarérett anyahalakat hormonkezelik (például ponty hipofízis kivonattal). Ennek célja az ovuláció és spermiáció kiváltása, valamint a szaporodási ciklus szinkronizálása, hogy az ívás a tenyésztő által meghatározott időpontban induljon meg (Horváth és Magyary, 2007; Horváth et al., 2015).
- **Kontrollált ívási környezet:**  
Az előkezelt halakat nem a nagytavakba engedik, hanem korlátozott, ellenőrzött környezetbe – ázsiai akvakultúrákban úgynevezett hapa-hálókba vagy sekély

ívatómedencékbe – helyezik. A hapa-rendszer egy finom szövésű hálóból készült ketrec, amelyet a tó vizébe süllyesztenek, és amelyben a halak biztonságosan ívhatnak (Horváth et al., 2015). Az európai halgazdaságokban ezzel szemben általában kisméretű ívatótavakat, illetve ívatómedencéket vagy ketreceket alkalmaznak. A hapa háló vagy ívató tó aljára növényi vagy mesterséges szubsztrátumot helyeznek (pl. friss fű, nád, műszálas anyagok), amely elősegíti az ikra megtapadását. A módszer lehetőséget nyújt arra is, hogy az ikrával borított szubsztrátumot az ívás után eltávolítsák és keltetőben neveljék tovább, védve azokat a predációtól és gombás fertőzésektől.

Egyes változatokban a halak mesterséges fészkekre ívnak, amelyeket kis medencékben helyeznek el, és amelyek a halfaj természetes ikrázási preferenciáit utánozzák. Jelenleg is alkalmazzák egyes halgazdaságainkban a süllő szaporításában (Horváth, 2018).



**3. ábra** Indukált ívatás aranyhalban

*Forrás: Százhalombatta, fotók: Dr. Szabó Tamás*

Ábramagyarázat: Felül, bal oldalon: hormonkezelés; középen: ikrás és tejes egyedek az ívatóegységben, ívási szubsztráttal; jobb oldalon: hapa rendszerű ívatás négy egységben



4. ábra Indukált ívatás koiban

*Forrás: Purdue Egyetem, USA; fotó: Dr. Müller Tamás*

Ábramagyarázat: koi ívatómedencék koipontyokkal és alattuk ívási szubsztrátokkal

### **Előnyök és hátrányok**

A félmesterséges módszer fő előnye a tervezhetőség és a kontrollálhatóság. A hormonális kezelés révén az ívás időpontja pontosan beállítható a környezeti feltételek, például a megfelelő vízhőmérséklet és a tavi zooplankton-ellátottság ideális időszakaihoz (Horváth & Magyary, 2007). A hapa- vagy kistavas ívatási rendszerben történő szaporítás lehetővé teszi az ikrák szubsztrátummal együtt történő kiemelését, ezáltal a keltetőbe való biztonságos átvitelét (Horváth et al., 2015; Müller et al., 2020).

A módszer hátránya, hogy az ikra tapadós jellege továbbra is kezelési problémát jelent. Az ikra a szubsztrátumon sűrű réteget képezhet, ami oxigénhiányt és befulladás esetén gombásodást okoz, ha nem kezelik időben (Horváth et al., 2015). Emellett a megtermékenyülés hatékonysága továbbra is részben a halak viselkedésétől és a természetes ívási sikerességtől függ.

A félmesterséges ívatás ezért általában átmeneti megoldásként szolgált a modern, indukált szaporítási technológiák kifejlesztése előtt, ugyanakkor ma is széles körben használatos fajmegőrzési és kisüzemi környezetben (Müller et al., 2020).

### **2.1.3. Indukált keltetőházi/mesterséges szaporítás: a modern pontytenyésztés alapja**

Az indukált-, más néven „mesterséges szaporítás” a pontytenyésztés technológiai fejlődésének legmagasabb szintjét képviseli. Ez a módszer tette lehetővé, hogy a ponty szaporítása teljes mértékben ellenőrzött, ipari méretű folyamatként valósuljon meg (Horváth, 2018; Horváth et al., 2015). Az eljárás lényege, hogy a szaporodást beindító egyes természetes környezeti ingereket célzott hormonális kezelésekkel helyettesítik, miközben a folyamat minden lépése – az ovuláció kiváltása, az ivartermékek (ikra és sperma) nyérése, a „mesterséges termékenyítés”, az ikra tapadóképességének megszüntetése és a keltetés – szigorúan szabályozott keltetőházi körülmények között zajlik (Horváth & Magyary, 2007; Müller et al., 2020).

Ez a technológiai áttörés nemcsak a szaporodás sikerességét növelte, hanem lehetővé tette a tenyészidő optimalizálását, a tenyészállományok genetikai fejlesztését és a fajmegőrzési programok precíz kontrollját is (Horváth et al., 2015).

## **2.2. Hormonális szabályozás**

### **2.2.1. A hormonális indukció neuroendokrin háttere**

A mesterséges szaporítás biológiai alapja a halak hipotalamusz–hipofízis–gonád (HPG) tengelyének irányított befolyásolása (Horváth, 2018). A reprodukciós folyamat egy többlépcsős neuroendokrin szabályozási rendszerben zajlik: a külső környezeti ingerek (pl. hőmérséklet, fotoperiódus, vízminőség) hatására a hipotalamusz gonadotropin-fel szabadító hormont (GnRH) termel, amely a hipofízis sejtjeit gonadotrop hormon (GtH) kiválasztására serkenti. A GtH a véráramon keresztül eljut a gonádokba, ahol az oociták végső érését (Final Oocyte Maturation, FOM) és az ovulációt váltja ki (Horváth & Magyary, 2007).

A pontyféléknél azonban ez a rendszer erős dopaminerg gátlás alatt áll: a dopamin nevű neurotranszmitter folyamatosan fékezi a hipofízis GtH-termelését (Horváth, 2018). Természetes körülmények között a külső ingerek hatására nemcsak a GnRH-aktivitás fokozódik, hanem a dopaminerg gátlás is feloldódik, így indul meg az ívás. A keltetőházi környezetben ezek a természetes stimulusok hiányoznak, a dopaminerg gátlás viszont erős marad, ezért a szaporodás mesterséges beindítása hormonális beavatkozást igényel (Horváth et al., 2015).

### 2.2.2. A hormonális beavatkozás stratégiái

A dopaminerg gátlás leküzdésére két fő módszercsoport terjedt el a pontyszaporításban:

- **Hipofizálás (carp pituitary homogenate, CPH):**  
Ebben az eljárásban a szaporodás szabályozó rendszerének felső szintjeit megkerülve vagy felülírva közvetlenül a hipofízisből származó hormonkeveréket adják be az anyahalnak. A CPH közvetlenül stimulálja az ovulációt és a spermiumképzést, elindítva a reprodukciós folyamatot (Horváth & Magyary, 2007). A módszert a magyar szakirodalom úttörői – köztük Horváth László és Woynarovich Elek – dolgozták ki és fejlesztették ki nemzetközileg elismert technológiává (Horváth et al., 2015).
- **GnRH-analóg dopamin-antagonista kiegészítéssel vagy nélküli hormonkezelés:** A halszaporító szintetikus GnRH-analógot ad a halnak, amely erőteljesen megemeli a GtH-termelést („serkentő jel”), miközben dopamin-antagonistát is alkalmazhat ezzel párhuzamosan, amely blokkolja a dopamin receptorait, megszüntetve a gátló hatást („fék feloldása”) (Horváth, 2018; Müller et al., 2020).

Ilyen kombinált készítmények például a Ovatide, Ovaprim és Ovopel (utóbbi forgalmi engedéllyel rendelkező hazai termék, [www.ovopel.hu](http://www.ovopel.hu)), amelyek európai és magyar keltetőházakban is elterjedten használatosak (Müller et al., 2020). Ez a kettős hatásmechanizmus biztosítja az ovuláció pontos időzítését és az ikra biológiai minőségének megőrzését, miközben minimalizálja a hormonális túlkezelés kockázatait.

### A hormonális kezelési protokollok fejlődése

A keltetőházi halreprodukció története jól mutatja az akvakultúra biotechnológiai fejlődését: a természetes eredetű hormonforrásoktól a szintetikus, precíz hatású készítményekig ível (Horváth, 2018; Horváth et al., 2015). Mindkét alapstratégia – a hipofizálás és a GnRH-alapú indukció – ma is használatban van, de a fejlődés egyértelműen a szintetikus rendszerek felé halad, amelyek nagyobb biológiai biztonságot és reprodukálhatóságot nyújtanak (Müller et al., 2020).

### A klasszikus módszer: hipofizálás

A hagyományos eljárás az 1950-es évektől kezdve a pontytenyésztés alapmódszere volt. Ennek során ivarérett halakból – leggyakrabban pontyból – vett agyalapi mirigyet (hipofízist) szárítanak acetonban, majd porítanak, és ennek vizes kivonatát (CPH) injektálják az ívasra előkészített állatokba (Horváth & Magyary, 2007).

A CPH közvetlenül tartalmaz gonadotrop hormonokat (GtH), amelyek az ovulációt és spermiumtermelést váltják ki. Bár a módszer hatékony és ma is alkalmazható kistermelői vagy kutatási körülmények között, több hátránya is ismert:

- a kivonat hormonkoncentrációja tételenként változó,
- patogénátvitel (vírusok, baktériumok) veszélye fennáll,
- a dózis pontos beállítása nehéz (Horváth, 2018).

Ugyanakkor az acetonos tartósítás hatékonynak bizonyult: Szabó et al (2023) szerint a megfelelően tárolt mirigyek még több évtized után is alkalmazhatók a biológiai aktivitás megőrzése mellett. Ez a módszer a magyar halszaporítás fontos történeti alapját képezte, megalapozva a későbbi szintetikus hormonfejlesztéseket (Horváth et al., 2015).

### **A modern megközelítés: GnRH-analóg alapú készítmények**

A neuroendokrin szabályozás mélyebb megértése vezetett a korszerű, célzott hatásmechanizmusú hormonkezelésekhez. Ezekben a készítményekben a két kulcskomponens a szintetikus gonadotropin releasing hormone analóg (GnRHa) és a dopamin-antagonista, amely megszünteti a dopaminerg gátlást a hipofízisben (D2 típusú receptorokon keresztül) és a hipotalamuszban (D1 és D2 típusú receptorokon keresztül) (Horváth, 2018). A legelterjedtebb rendszerek a következők:

- Ovopel: magyar fejlesztésű hormonpellet, amely GnRH-analógot (D-Ala<sup>6</sup>Pro<sup>9</sup>Net-mGnRH) és metoklopramid dopamin-antagonistát tartalmaz. Az Ovopel fejlesztését a Szent István Egyetem (ma Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem) és a HAKI kutatói végezték (Horváth et al., 2015; Müller et al., 2020). A készítmény előnye, hogy a hagyományos CPH-hoz hasonlóan egyszerűen, pellet formában adagolható, így a tenyésztők számára könnyen beépíthető a meglévő gyakorlatba.
- Ovaprim: kanadai fejlesztés, amely lazac GnRHa-t (D-Arg<sup>6</sup>Pro<sup>9</sup>Net-sGnRH) és domperidon dopamin-antagonistát tartalmaz, és injekcióra kész folyékony oldatként használható (Horváth et al., 2015).
- Dagin: izraeli eredetű, folyékony GnRH-alapú készítmény, amely hasonló elven működik, de más oldószeri és hordozó rendszert alkalmaz (Brzuska, 2006).

Számos kísérlet, köztük magyar pontytörzseken végzett összehasonlító vizsgálatok igazolták, hogy a GnRHa-alapú készítmények (pl. Dagin, Ovaprim) megbízhatóbb, szinkronizáltabb ovulációt, jobb termékenyülési arányt és nagyobb mennyiségű, kiváló minőségű ikrát eredményeznek, mint a CPH (Brzuska, 2006).

## **A paradigmaváltás jelentősége**

A hipofizálás és a GnRH-alapú kezelés közötti különbség nemcsak technológiai, hanem élettani szemléletváltást is jelöl. A CPH „pótlásos terápia”: exogén GtH-bevitelre épül, megkerülve és/vagy felülírva a hal belső szabályozási rendszerét. Az Ovopel és más GnRH-alapú rendszerek ezzel szemben „szabályozó terápiát” alkalmaznak: stimulálják a hal saját hormonális tengelyét, miközben gátlásmentes környezetet teremtenek a természetes folyamatok aktiválásához (Horváth, 2018).

Ez a megközelítés pontosan adagolható, jól ismételtető és minimális egészségügyi kockázattal jár – így a ponty és más édesvízi halfajok mesterséges szaporításában ma már standard eljárásnak számít Magyarországon, valamint Közép- és Kelet-Európában (Horváth et al., 2015).

### **2.2.3. Keltetőházi gyakorlatban általánosan alkalmazott hormonkezelési eljárások**

A legelterjedtebb hormonkezelési eljárás, amikor injekcióval a testömegre kiszámított-ovuláció kiváltására alkalmas hormonanyagokat hasüregbe (intraperitoneálisan) vagy hátizomba (intramuszkulárisan) juttatják be. A korai gyakorlatban a teljes hormommennyiséget egyszerre adták be az anyahalnak (Jaczó, 1953), azonban később bebizonyosodott, hogy a kétlépcsős kezelés, különösen a szaporítási szezon elején, jobb eredményt ad (Antalfi, 1969; Antalfi és Tölg, 1967). Ilyenkor a teljes adag 8–10%-át előkezelésként 12–24 órával a tervezett termékenyítés előtt adják be, ami a petesejteket preovulációs állapotba hozza, majd a fennmaradó 90–92% váltja ki az ovulációt. Az egyszeri kezelés dózisa általában 3,5–4,0 mg, a kétszeri kezelésé pedig 3,5–4,5 mg hipofízis/testtömeg-kilogramm (Horváth & Magyary, 2007).

### **A modern keltetőházi pontyszaporítás technológiája**

A hormonális kezelés önmagában csupán az ovulációt és a spermiumok megérését biztosítja, a mesterséges pontyszaporítás ipari méretűvé válását azonban egy komplex technológiai protokoll tette lehetővé. Ezt a rendszert Woynarovich Elek és Horváth László dolgozta ki, akik a halivartermékek kíméletes kinyerését, a hatékony termékenyítést és az ikraragadósság kémiai megszüntetését egységes technológiai láncná szervezték (Horváth & Magyary, 2007; Horváth et al., 2015). A Woynarovich-módszer a ponty mesterséges szaporításának központi kihívását – az ikraragadósságot – oldotta meg, és ezzel létrehozta a mai modern keltetőházi protokoll alapját (Müller et al., 2020).

### *1. Ivartermékek kinyerése (fejés)*

A hormonkezelés (pl. Ovopel vagy CPH) kiváltja az ikrás halakban az ovulációt. A folyamat végén az anyahalakat egyenként ellenőrzik, majd kíméletesen elbódítják – a leggyakrabban 0,3 ml/l koncentrációjú 2-fenoxietanol oldattal (Horváth & Magyary, 2007). Az ikrás halakból az ikrát száraz, tiszta tálba fejik ki. Fontos, hogy az edény teljesen vízmentes legyen, mert a víz korai jelenléte azonnal aktiválná a spermiumokat. A tejesekből külön gyűjtik a spermát (tejet), amelyet közvetlenül a termékenyítésnél használnak fel (Horváth, 2018).

Ez a „száraz fejesi” eljárás minimalizálja a vízkontaminációt, megőrzi a spermiumok mozgásaktivitását és lehetővé teszi a precíz időzítést a termékenyítési fázishoz (Horváth et al., 2015).

### *2. Termékenyítés – a „száraz módszer”*

A lefejt ikrát és a hozzáadott spermát szárazon keverik össze, tollal vagy kézzel, miközben a víz hozzáadását szándékosan késleltetik. A víz hiányában a spermiumok inaktívak maradnak, és percekig megőrzik termékenyítőképességüket (Horváth, 2018).

Ezt követően az elegyhez hozzáadják a Woynarovich-féle oldatot vagy tiszta vizet. Az aktiváló oldat egy lassan keverhető, alacsony ionkoncentrációjú víz, amely biztosítja a spermiumok azonnali aktiválását és az ikrák szinte teljes termékenyülését (Horváth & Magyary, 2007). A „száraz” termékenyítés legfőbb előnye a termékenyülés maximalizálása valamint a külső mikrobiális fertőzés esélyének csökkentése.

### *3. Az ikraragadósság megszüntetése*

A pontyokra természetes körülmények között rendkívül ragadós anyagot választ ki, amely a növényi szubsztrátumokra való tapadást biztosítaná (Horváth, 2018). Ugyanez a tulajdonság azonban a keltetőházi környezetben problémát okoz, mert a keltetőedényben az ikrák összetapadása gátolja az ikraszemek közötti vízáramlást, oxigénhiányhoz és végül gombás fertőzések kialakulásához vezethet az ikracsomóban (Horváth et al., 2015).

A Woynarovich-oldat ezen probléma megoldására készült. Az oldat 40 g konyhasót (NaCl) és 30–40 g karbamidot (urea) tartalmaz 10 liter vízben (Horváth & Magyary, 2007). A frissen termékenyített ikrákat ebbe az oldatba helyezik, majd 30–60 percig folyamatosan, lassú, körkörös mozgással keverik. A keverés biztosítja az egyenletes duzzadást, miközben a kémiai oldat a ragadós réteg kialakulását megelőzi. Az ikrákat több alkalommal átöblítik, végül egy rövid, 3–6 g csersavat (tannic acid) tartalmazó oldattal kezelik 10 liter vízben, 1–2 percig (Horváth & Magyary, 2007). Ez a cserzés keményíti az ikrahártyát és növeli annak mechanikai

ellenálló képességét. Egyben csökkenti a Saprolegnia-féle penészesedés kockázatát a keltetés idején (Horváth et al., 2015).

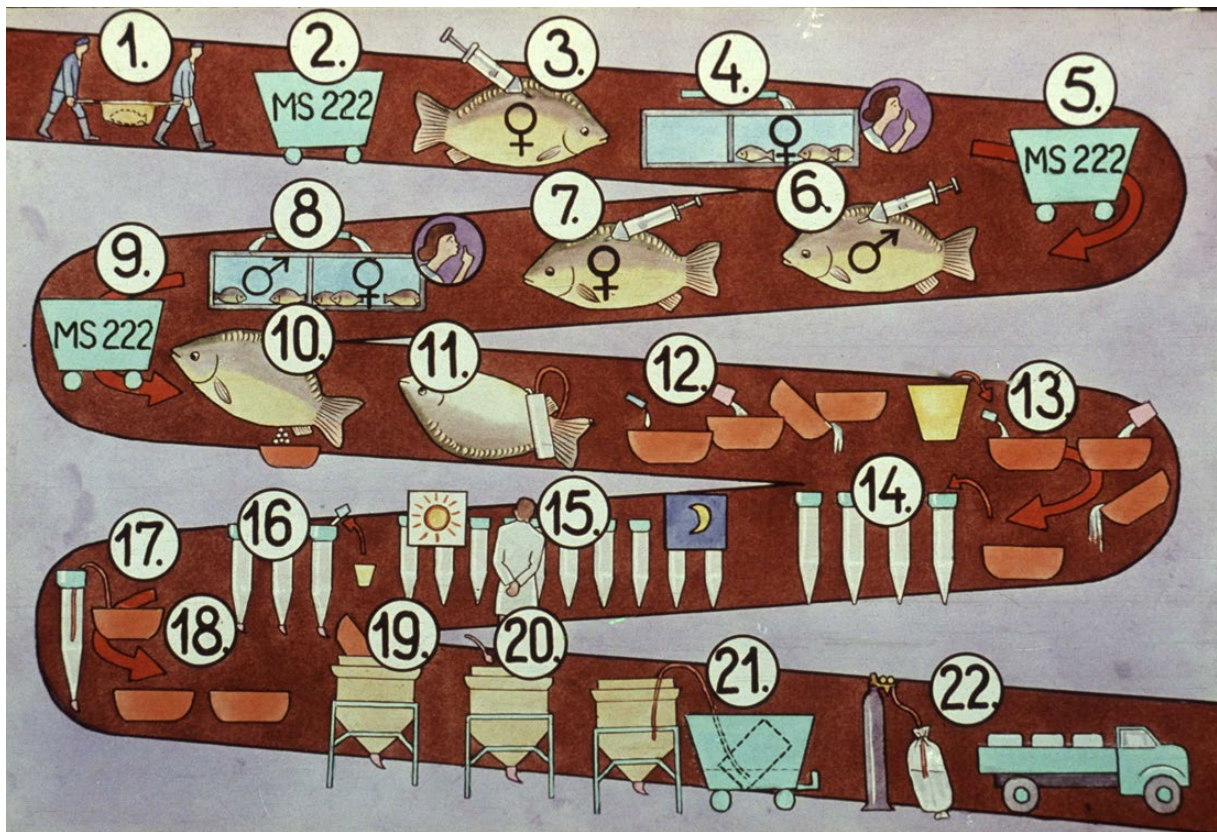
Ez a módszer forradalmasította a ponty keltetőházi szaporítását, mivel egyszerű, olcsó, gyors és nagy mennyiségben is hatékony – a 20. század közepétől a teljes kelet-európai akvakultúrában elterjedt (Horváth et al., 2015).

#### *4. Ikrainkubáció és lárvanevelés*

A legelterjedtebb eszköz a tölcsér alakú Zuger-üveg, amelyben az alulról bevezetett víz felfelé áramoltatva folyamatos lebegésben tartja a nagyobb fajsűrűségű ikrátételt, biztosítva az egyenletes oxigénellátást, az elhalt ikraszemek eltávolítását, valamint a gombásodás megelőzését a szemek közti állandó érintkezés hiánya révén (Horváth, 2018; Müller et al., 2020).

Hasonló elven működő, de nagyobb kapacitású McDonald-keltetők is elterjedtek a tömeges ikrainkubációban, különösen áramlásos és jól levegőztetett rendszerekben, ahol az elhalt ikrák az áramlással felfelé távoznak, és ez segíti a Saprolegnia-gombás fertőzés kockázatának mérséklését (Horváth et al., 2015).

A keltetőházi technológia bevezetése a pontyszaporításban lehetővé tette, hogy az ikrák ellenőrzött körülmények között végzett inkubációja révén sokkal több utódot lehessen előállítani, mint a hagyományos Dubisch-tavi szaporítás során, ahol a környezeti tényezőknek való kitettség – elsősorban az időjárás változékonysága és az ikra- vagy lárvaragadozók jelenléte – jelentős veszteségeket okozhat. A keltetőházi (Zuger-üveges) technológiával pontynál a kelési arány tipikusan ~70–85%, ami lényegesen jobb a nagytavi (Dubisch) ívatás 20–30%-os megmaradásához képest (Horváth & Magyary, 2007). A kelés után a pontylárvák a szikanyag felszívódásáig speciális lárva gyűjtőkben maradnak (óriás Zuger), vagy vályúkba vagy medencékbe helyezik őket, ahol stabil hőmérséklet- és oxigénviszonyok mellett megkezdik a külső táplálék felvételét (főtt tojástartmix, gyűjtött és szelektált plankton, frissen keltetett Artemia, esetleg indító keveréktakarmányok, táp) mielőtt tavi előnevelő tavakba helyezik ki őket (Horváth & Magyary, 2007; Horváth, 2018; Horváth et al., 2015).



5. ábra Mesterséges szaporítás folyamatábrája

*Forrás: Woynárovich és Horváth 1980*

Ábramagyarázat: A keltetőházi indukált szaporítás lépései: 1. Ivarérett halak kiválogatása és előkészítése, 2. Altatás, 3. Hormoninjekció beadása az ikrásnak (előadag), 4. Halak visszahelyezése megfigyelésre, 5. A tejes halak altatása, 6. Hormoninjekció beadása a tejesnek, 7. Második hormonkezelés az ikrásnak (dőntő adag), 8. A halak megfigyelése ívási készség szerint, 9. Az ikrás hal altatása, 10. Ikrafejés, 11. sperma kinyerése a tejesekből, 12. Ikrák és sperma összekeverése „száraz módszer”, 13. Víz hozzáadása a megtermékenyítéshez, 14. Megtermékenyített ikrák inkubációs csövekben, 15. Inkubáció nappali és éjszakai megfigyeléssel, 16. Kikelő embriók áthelyezése, 17. Az ikrák elválasztása és válogatása, 18. Keltetőedénybe helyezés, 19. Frissen kelt ivadékok a keltetőedényben, 20. A lárvák első etetése, 21. Szállításra való előkészítés, 22. Élő ivadékok kiszállítása.

### **3. Anyag és módszertan**

Dolgozatomban a hagyományos, keltetőházi körülmények között alkalmazott pontyszaporítási technológiák bemutatása mellett összegyűjtöttem azokat az újszerű, többnyire még kísérleti stádiumban lévő módszereket is, amelyek a jövőben hozzájárulhatnak a technológia fejlesztéséhez. Ezek az eljárások nemcsak a termékenyülési arány és a kelési eredmények javítását célozzák, hanem az állatjóléti (animal welfare) szempontokat is figyelembe veszik.

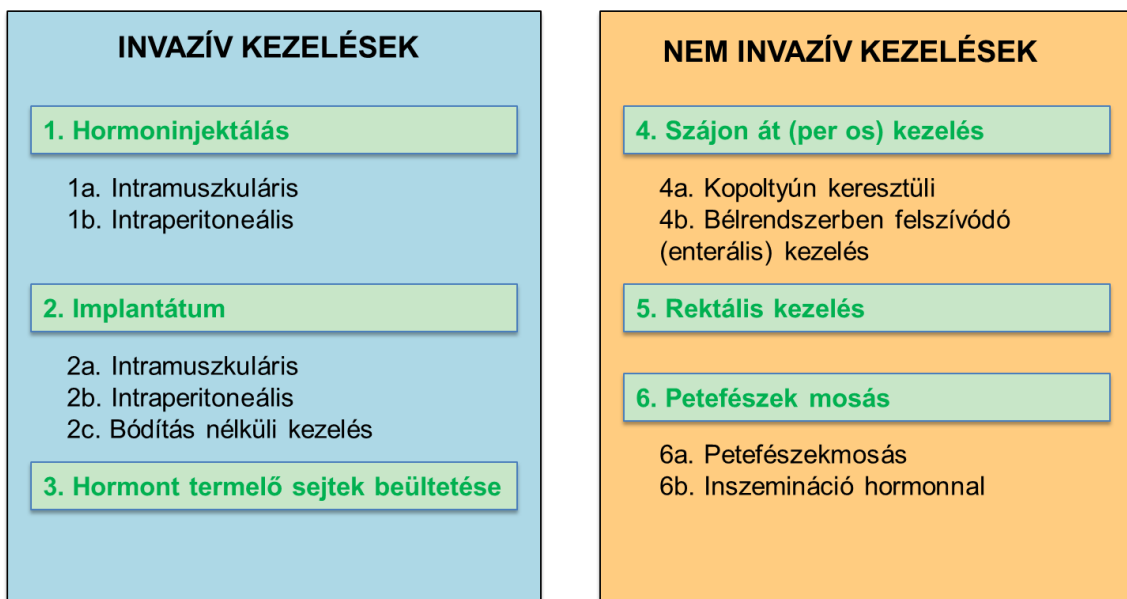
Kiemelt hangsúlyt kapnak azok a megoldások, amelyek a stressz csökkentését szolgálják a szaporítás teljes folyamatában – például a halak kíméletes kezelése, a hormonadagolás optimalizálása vagy az alternatív, természetes eredetű hormon- és szaporítási technikák alkalmazása révén. A következőkben röviden bemutatom e módszerek főbb előnyeit és korlátait, valamint értékelem, hogy milyen mértékben járulhatnak hozzá a fenntartható és etikus pontyszaporítás gyakorlati megvalósításához. Célom, hogy átfogó képet adjak a modern, állatjóléti elveket is integráló pontyszaporítási irányokról, amelyek a jövőben beépülhetnek a keltetőházi technológia gyakorlatába. Emellett bemutatom az inszeminációs módszerű halszaporítás főbb lépéseit és alkalmazását ponty fajon keresztül.

## 4. Eredmények

### 4.1. Alternatív hormonkezelési technikák

Az irodalmi áttekintés fejezetben bemutattam, hogy a keltetőházi pontyszaporítás során jelenleg a legelterjedtebb két hormonbeadási módszer a hátizomba (intramuszkulárisan) és a hasüregbe (intraperitoneálisan) történő injektálás (lásd 2.2.3. fejezet). A kutatások azonban folyamatosan keresik azokat az alternatív hormonbeadási technikákat, amelyek egyszerűbb alkalmazást, pontosabb adagolást vagy kisebb stresszterhelést biztosítanak a tenyészállatok számára.

A hormonbeadást alapvetően kétféle módon lehet elvégezni: invazív és nem invazív eljárásokkal (Müller et al., 2020b); (i) az *invazív módszerek* olyan beavatkozások, amelyek a hormon bejuttatása során kisebb-nagyobb mértékben megsértik az állat szöveteit, például injekció beadásával vagy sebészi kapszula-implantációval. Ezzel szemben (ii) a *nem invazív eljárások* nem járnak szöveti sérüléssel, hanem különféle alternatív hormonbevitelre vagy kezelésekre épülnek, amelyek kíméletesebbek és jobban illeszkednek az állatjóléti szempontokhoz. A felosztásukat lásd a 2. ábrán.



6. ábra Halak hormonkezelési módszereinek csoportosítása

Forrás: Müller et al 2020b nyomán módosítva, saját szerkesztés

### ***Invazív kezelések, 1. hormoninjektálás***

A vizsgálatok szerint általában nincs jelentős hatékonyságkülönbség a két beadási mód között (Müller et al., 200b). Az intramuszkuláris módszer előnye a pontosan standardizálható beadási hely és mélység, hátránya viszont, hogy időigényesebb, mivel az oldat lassabban oszlik el a szövetben. A beadandó mennyiség általában 0,5 ml/kg, nagyobb adag esetén több helyen célszerű injektálni. Az intraperitoneális injekció gyorsabb és nagyobb térfogat (2–3 ml/kg) is beadható, viszont helytelen szúrás esetén a hormon a bélbe juthat, ezért a mell- vagy hasúszók pikkelymentes tövénél alkalmazzák. A pontyszaporításnál általánosan alkalmazott mindkét módszer, jelentős irodalma van (Horváth et al. 1984, 2000, 2015; Horváth, 2018; Horváth & Magyary 2007, Horváth et al., 2023).

### ***Invazív kezelések, 2. implantátum***

A módszer lényege, hogy a hormonkészítményt olyan anyagba keverik, amelyből a hormon lassan, kis adagokban szabadul fel, akár több héten keresztül, amit vagy izomszövetbe (intramuszkuláris), vagy hasüregbe (intraperitoneális) ültetnek vagy juttatnak. A hormon fokozatos felszívódása egyenletes hatást biztosít a szervezetben, és nem alakul ki hirtelen hormoncsúcs a vérben, mint a gyorsan ható injekciók esetében. Magyar kutatók ezt a módszert gyakorlati körülmények között is sikerrel alkalmazzák, elsősorban hidegvízi halfajok szaporításánál. Szabó (2008, 2016) például a csuka (*Esox lucius*) mesterséges szaporításában használta eredményesen és bemutatta az eljárás előnyeit intraperitoneális alkalmazással. A 2.c a bódítás nélküli kezelés a tonhalfajok stresszérzékenysége miatt a hormont víz alatti búvárok egy speciális szigony segítségével juttatják be implantátum formájában, amely fokozatosan szabadítja fel a hatóanyagot az izomszövetben (Mylonas et al., 2007). Ponty szaporításánál nincs ismeretünk implantátummal történő szaporítási kísérletekről

### ***Invazív kezelések, 3. hormon termelő sejtek beültetése***

A holland Leiden Egyetemen olyan módszert fejlesztettek ki, amelyben zebraadánióból származó hormontermelő sejteket ültetnek be európai angolna ikrásokba. Ezek a sejtek folyamatosan termelik az FSH- és LH-hormonokat, így külső kezelések nélkül is elindítják az ivarérést és a pete fejlődést (Schnabel et al., 2007). Ponty szaporításánál nincs ismeretünk hormontermelő sejtekkel történő ivarérlelési vagy szaporítási kísérletekről.

#### ***Nem invazív kezelések, 4. szájon át (per os) kezelés***

Az intraperitoneális és intramuszkuláris injekciók kisméretű halaknál gyakran mellékhatásokat okoznak, ezért alternatív megoldásként a kopolyún keresztüli (4a.) hormonbevitel biztonságosabb módszernek bizonyult. A technika során a hormonoldat a kopolyúlemezkéken át szívódik fel, kihasználva a vérkeringéshez való közelségüket. Ezzel az eljárással Hill és munkatársai (2005) sikeresen serkentették a szaporodást vörös rojtosszájú (*Epalzeorhynchus erythrurus*) halban, Budi és munkatársai (2024) sikeresen indukálták az ivarérést és az ívást a sávcsík (*Nemacheilus fasciatus*) fajban. Ez a faj a pontyfélék (Cyprinidae) családjába tartozik, és bár jelenleg nincs adat a módszer pontyban való sikeres alkalmazásáról, feltehető, hogy a rokonság miatt ponty esetében is eredményesen használható lenne.

A halak szájon át történő hormonkezelésének (4b.) hatékonyságát befolyásolja, hogy a fehérjealapú és szintetikus hormonokat a fajok emésztőenzimeik eltérően bontják le. A pontyfélék, mint a ponty, gyomor nélküli (agarikus) fajok, így nincs sósavas-pepszines emésztőszakaszuk, ami a fehérjék gyors lebontását okozná. Ehelyett a bél és a hasnyálmirigy enzimeik semleges pH-n (6,7–7,7) bontják a tápanyagokat, ezért a szájon át adott hormonok részben megőrizhetik aktivitásukat, de a felszívódásuk és hatásuk így is korlátozott lehet (Müller et al., 2020b).

Ponty fajban már végeztek sikeres enterális kezeléseket, azonban a hatékonyságuk elmarad a hagyományos intraperitoneális alkalmazott injekciós kezelésekhöz képest. Például Roelants és munkatársai (2000), valamint Mikołajczyk és munkatársai (2002) eredményei szerint a szájon át adott sGnRH-a és pimozid hormonkombináció önmagában csak korlátozottan szívódik fel, azonban bélfelszívódást fokozó anyagok hozzáadásával a GtH II hormonfelszabadulás jelentősen növelhető. A tejes egyedeknél sikerült spermiációt kiváltani, bár a hagyományos injekciós hormonkezelések továbbra is hatékonyabbnak bizonyultak. A módszer ponty esetében ígéretes, de további fejlesztést és finomítást igényel.

#### ***Nem invazív kezelések, 5. rektális kezelés***

A rektális kezelésnél a hormont a hal végbelén keresztül adják be katéter segítségével, ahol az a bél falon át felszívódik. Hátránya, hogy a felszívódás nem mindig egyenletes, a hormon egy része kiürülhet, és a módszer egyenkénti kezelést igényel (túlzott munkaerő igény, szakszerű kezelés). Magyar kutatók afrikai harcsákkal (*Clarias gariepinus*) végzett indukált szaporítási kísérletben vizsgálták a katéteres rektális hormonbevitel hatékonyságát a hagyományos, hasüregi kezeléshez képest. Eredményeik szerint 5 Ovopel/testtömeg-kg

hormonadag esetén a kezelt halak mindegyike ovulált, ugyanakkor a termékenyülési arány a kontrollcsoportban (1 Ovopel/testtömeg-kg, intraperitoneális hormoninjektálás) szignifikánsan magasabb volt. A korábban említett Mikołajczyk és munkatársai (2002) az sGnRHa és pimozyd hormonokat orális és rektális úton adták be ponty fajban, különböző felszívódást fokozó anyagok és enzimgátlók alkalmazásával. Az eredmények szerint a rektális beadás hatékonyabb hormonfelszívódást és magasabb plazma GtH-II szinteket eredményezett, mint az orális adagolás, tehát fiziológiai választ ki tudtak váltani, de teljes ivarérettség és ovuláció nem következett be.

### ***Nem invazív kezelések, 6. petefészekmosás***

A petefészekmosásos hormonkezelés során a hormont katéteren keresztül, a petevezetéken át közvetlenül a petefészekbe juttatják, így elkerülhető az injekciózás. Ezt főként érzékeny vagy kis testű halfajoknál alkalmazzák, ahol a hagyományos módszerek nehezebben kivitelezhetők (Müller et al., 2020b).

A módszerrel először Watson és munkatársai (2009) sikeresen idézett elő ovulációt human Chorion Gonadotropin oldat segítségével egy gömbhal fajnál (*Tetraodon nigroviridis*), míg magyar kutatók (Németh et al., 2012) pontyhipofízis-szuszpenzióval süllőt (*Sander lucioperca*) szaporított eredményesen. A kísérleti eredményeik szerint a szaporodásbiológiai paraméterek (nyert ikra tömeg, termékenyülési arány) nem különböztek jelentősen a hagyományos, intramuszkuláris hormonkezeléssel elért értékektől. Habár pontyfajban még nem jelent meg publikáció ezzel a szaporítási módszerrel, más halfajokban már finomítják a technikát, például afrikai harcsa (Kucska et al., 2022; Okomoda et al., 2023) és csuka (Akbari Nargesi & Gorouhi, 2024) esetében.

## **4.2. Nem invazív kezelések, inszemináció**

Az elmúlt években a magyar kutatók egy új halszaporítási eljárást fejlesztettek ki. Az eljárás élettani alapja, hogy a külső megtermékenyítésű halfajok petefészkébe juttatott spermiumsejtek az izoozmotikus környezetben hosszabb ideig életképesek maradnak anélkül, hogy aktiválódnának. Ennek köszönhetően a petefészekben akár 30–40 órán keresztül is megőrzik megtermékenyítő képességüket. Ovulációkor a petesejtekkel együtt ürülnek a külvilágba, ahol a víz ozmotikus hatására a spermiumok aktiválódnak, és természetes úton bekövetkezik a megtermékenyítés., hogy a külső megtermékenyítésű halfajok ikrás egyedeinek petefészkébe katéteren keresztül juttatott spermiumok hosszú ideig (~40 órán át) megőrzik életképességüket.

Ovulációkor az ikrával együtt ürülnek, és a víz aktiváló hatására képesek megtermékenyíteni – tehát külső megtermékenyülés következik be (Müller et al., 2020a, Müller 2022). Ebből sok publikáció született több halfaj bevonásával; többek között pontyban (*C. carpio*), afrikai harcsában (*C. gariepinus*), zebraadánióban (*Danio rerio*), dél-amerikai ezüstharcában (*Rhamdia quelen*), süllőben (*S. lucioperca*) és tengeri süllőben (*Dicentrarchus labrax*) (Gazsi et al., 2021a, b; Ittész et al., 2020; Kucska et al., 2022; Müller et al., 2018a, b; 2019, 2020), Quyen et al., 2022).

### ***Módszer leírása és technikai lépései***

#### ***1. Spermafejtés és minősítés:***

- Kondicionális jegyek alapján kiválogatott tejes egyedek 100 mg/l benzokain- (etil-4-aminobenzoát, Norcaine) vagy szegfűszegolaj-oldatban (*Syzygium aromaticum*; 20 csepp / 10 liter víz) kerülnek altatásra.
- Az altatott halakat nedves felületre helyezük, majd a hasfalat enyhe, egyenletes nyomással, a fej irányából a farok felé haladva préseljük. A kinyert spermát 50 ml-es Falcon-csővekbe vagy 250 ml-es üvegpoharakba gyűjtjük, ügyelve arra, hogy víz vagy vizelet ne keveredjen a mintába.
- A minták ezután azonnal feldolgozásra vagy hűtött tárolásra kerülnek.
- A spermiumok mozgékonyosságát 200× nagyítású fénymikroszkóppal értékeljük, és a mozgó sejtek arányát százalékosan becsüljük. Csak a legalább 80% mozgékonyt mutató spermaminták kerülnek felhasználásra egyedileg vagy összekeverve.

#### ***2. Ikrások hormonkezelése és inszeminációja***

- Kondicionális jegyek alapján kiválogatott ikrások előadagú hormonkezelése a keltetőházi gyakorlatnak megfelelően (3 mg PHE / testtömeg kg 10%-a). A halak bódítása hasonlóan történik, mint a tejesek esetében
- 12 órával az előadagú kezelést követően az ikrások előkészítése a döntő adagú hormonkezelésre (3 mg PHE / testtömeg kg 90%-a). A halak bódítása hasonlóan történik, mint a tejesek-, vagy az ikrások előadagú kezelésénél.
- A döntő adagú hormonkezelésnél történik meg az inszemináció. A kiválasztott sperma minták inszeminálását szilikon katéter (csecsemő etetőszonda) segítségével végezzük. A katéter paraméterei: hossz: 400 mm, külső átmérő: 1,3 mm, belső átmérő: 1mm (Galmed, Lengyelország).

- Katéter bevezetése: A katéter az ivarnyíláson keresztül kerül bevezetésre, az oviductus csatornáján át az ovárium üregébe. A bevezetés lassan történik, amíg a csatorna enyhe ellenállása megszűnik. A bevezetési mélység a hal testméretétől függően 7–15 cm, a petefészek egyik vagy mindkét két lebenyének (jobb/bal) irányába külön-külön is végezhető.
- Sperma adagolása: a korábban gyűjtött és minőségileg ellenőrzött, egy vagy több hím-től származó spermaadag steril fecskendővel 2 ml sperma / testtömeg kg adagban (ha egyik lebenybe megy, ha mindkét lebenybe akkor 1-1 ml / petefészeklebeny / testtömeg kg). Az adagolás lassú, egyenletes nyomással történik.
- A sperma beadása után a katéter lassan visszahúzásra kerül, hogy a folyadék ne áramoljon vissza az oviductusba. A beavatkozást követően az ikrásokat azonnal oxigéndús vízbe kerül visszahelyezésre, amíg magukhoz nem térnek, majd a beérési időszak alatt tartókádjukba kerülnek elhelyezésre

### 3. Szaporítás

- Az ovuláció megtörténtekor (10-12 órával a döntő hormonkezeléstől számítva vízhőmérséklettől függően =  $\sim 240-260$  órafok = vízhőmérséklet °C-ban  $\times$  eltelt órák) az ikrás halakat kiemeljük a tartómedencéből, bódítjuk (az előző szakaszokban leírt módon)
- Az altatott halakat nedves felületre helyezük, majd a hasfalat enyhe, egyenletes nyomással, a fej irányából a farok felé haladva préseljük ki a gaméta tételeket (ikra és sperma együttesen) fejőtálakba egyedileg.
- Ezt követően Woynárovich oldattal vízaktiváljuk és megkezdődik az ikraduzzasztási folyamat a telepi gyakorlatoknak megfelelően. Nincs szükség friss sperma hozzáadásra. Ikraduzzasztás végén a csersavas/tannin kezeléssel végleg elvesszük az ikrá ragadóságot
- A termékenyített- és ikrakezelésen átesett tételeket Zuger üvegbe helyezük és telepi gyakorlatnak megfelelően inkubáljuk.



**7. ábra** Inszemináció koiban: a katéter felhelyezése a bal petefészeklebenybe

*Forrás: Dr. Müller Tamás*



**8. ábra** Inszemináció koiban: tulajdonképpeni inszemináció / sperma beinjektálása a petefészeklebenybe

*Forrás: Dr. Müller Tamás*

### **4.3. Pontyfajban végzett kísérletek és azok eredményei az inszeminációs módszer alkalmazásával**

Müller és munkatársai (2018a) koi pontyokkal végzett kísérletben tizennyolc három–négyéves ikrást három csoportba osztottak. A kontrollcsoportban a hagyományos in vitro vagy „száraz” megtermékenyítési eljárást alkalmazták, míg a kezelt csoportokban a spermiumokat katéteren keresztül, a genitális nyíláson át a petefészeküregbe injektálták, 2 órával, illetve 12 órával az ovuláció várható időpontja előtt. Az ovulációt CPH injekcióval indukálták. Minden kezelési csoportban sikeres termékenyülésig jutottak. Az embriók túlélési aránya ugyanakkor jelentősen alacsonyabb volt az inszeminált csoportokéban, mint a kontrollcsoportban: míg a hagyományos megtermékenyítésnél 79–91% közötti értékeket mértek, addig a kezelt csoportokban 24–71% között mozgott. A szerzők szerint ennek háttérében elsősorban technikai tényezők állhattak, például, hogy a spermiumot csak az egyik petefészekleányba juttatták be, illetve ez volt az első kísérleti munka ennek a módszernek az alkalmazásával. Ugyanebben a kísérletsorozatban, a közönséges pontyokkal végzett második kísérletben az eljárást nagyobb testű, 10–15 éves tenyészállatokon próbálták ki. Öt ikrás közül négy ovulált (kettő részlegesen), és mindegyikük életképes embriókat produkált. A petefészekbe juttatott spermium mennyisége testtömeghez igazodott (1 ml/1000 g), és az ikrások ikratételeinek egy részét a kísérlet végén hagyományos módon is megtermékenyítették összehasonlítás céljából. Az embriók túlélési aránya a kontrollban 42–86% között alakult (átlagosan 69%), míg a kezelt csoportban 34–81% között (átlagosan 55%). A két csoport között statisztikailag nem volt szignifikáns különbség ( $p > 0,05$ ). Ez már a módszer finomítását is jelentette.

Íránban Hajibeglou és munkatársai (2022) egy „tükörkísérletsorozatot” végeztek koi pontyokon az inszeminációs szaporítási módszer alkalmazhatóságának vizsgálatára. Eredményeik hasonlóak voltak Müller és munkatársai (2018) megfigyeléseihez. A termékenyülési arány ebben az esetben is szignifikánsan alacsonyabb volt az inszeminációs csoportokban, mint a kontrollban, míg a keltethetőség és az embriók túlélése között nem volt jelentős különbség. A kutatók megállapították, hogy a petefészekfolyadék önmagában nem aktiválta a spermiumokat.

Összességében a tanulmány megerősítette, hogy a petefészek-inszemináció módszere megvalósítható, és a spermiumok az ovulációig megőrzik megtermékenyítő képességüket, ami új lehetőséget jelenthet a pontyfélék mesterséges szaporításában.

## 5. Eredmények értékelése

A pontyfajban az indukált, vagyis „mesterséges” szaporítás során a legszélesebb körben alkalmazott beavatkozások továbbra is az invazív hormoninjektálási módszerek. Az intramuszkuláris és intraperitoneális beadás technikája évtizedek óta standardizált, és a gyakorlatban is hatékonynak bizonyult (Horváth et al., 2000, 2015). Az implantátumos hormonkezelést pontyfajban egyelőre nem vizsgálták, így gyakorlati alkalmazásáról nincsenek adatok. Hasonlóképpen, a hormontermelő sejtek beültetése eddig kizárólag kísérleti szinten, más halfajokon (például angolnán) ismert; pontyban ilyen típusú vizsgálatot nem végeztek.

Mivel a ponty melegvízi ívó faj (nincs szüksége retard hatású hormonvivőanyagra), és a hagyományos szaporítási protokollok jól beváltak, az említett két hormonkezelési eljárás jelenleg nem tekinthető indokoltnak vagy gyakorlati szempontból szükségesnek a pontyszaporításban.

A nem invazív eljárások közül több módszert is teszteltek a pontyfélék körében, de ezek hatékonysága vegyes. A szájon át (per os) történő hormonbevitel pontyfajban kísérletileg megvalósítható, azonban a hormonfelszívódás korlátozott a faj emésztési sajátosságai miatt. Roelants és munkatársai (2000), valamint Mikołajczyk és munkatársai (2002) vizsgálatai szerint a sGnRH-a + pimozid kombináció orális beadása csak részleges hatást eredményezett; felszívódást fokozó adalékanyagokkal a hormonhatás erősíthető, de a módszer hatékonysága még így is elmarad az injekciós kezelésektől.

A rektális hormonbevitel (Mikołajczyk et al., 2002) szintén tesztelésre került pontyban: a hormon felszívódása hatékonyabb volt, mint az orális kezelés esetén, és emelkedett plazma GtH-II-szintet eredményezett, de a teljes ivarérés és az ovuláció elmaradt. A technika tehát fiziológiai választ képes kiváltani, azonban a reprodukció kiváltására önmagában nem elegendő, ráadásul nagyon körülményes a megvalósítása így rutinszerű alkalmazása nem javasolt.

A szakirodalmi adatok alapján a ponty esetében az inszeminációs eljárás — amely során a spermát katéteren keresztül közvetlenül a petefészeklebe nybe juttatják — ígéretes alternatívát jelenthet a hagyományos, külső megtermékenyítéses módszerekkel szemben. Müller et al (2018a, 2022) kísérleteiben a módszerrel hormonkezelés mellett is sikerült megtermékenyített ikratételeket létrehozni, és a termékenyülési arányok csak kismértékben maradtak el a kontroll (in vitro termékenyítés) értékeitől, különösen akkor, ha a spermát mindkét petefészeklebe nybe juttatták. A publikált eredmények szerint a katéteres beavatkozás önmagában nem befolyásolja negatívan az ovulációt és az ikramennyiséget, ami arra utal, hogy az eljárás nem zavarja a

petesejtek érési és ürítési folyamatait. A megfelelő rugalmasságú és átmérőjű katéter alkalmazása nem okoz kimutatható szöveti sérülést, így a technika nem invazívnak tekinthető. Az inszeminációs eljárás egyik fő előnye a hormoninjekciós kezelésekkal szemben, hogy tűszúrás nélkül valósítható meg, ezáltal az állatjóléti (Animal Welfare) előírásoknak jobban megfelel. A ponty esetében a módszer lehetőséget kínál a megtermékenyítés finomabb szabályozására, illetve a kíméletesebb reprodukciós beavatkozások fejlesztésére. Különösen azoknál a szaporítási eljárásoknál lehet létjogosultsága, ahol a fő szaporítási forma a félmesterséges vagy indukált ivatási módszer. Ez az eljárás az ázsiai akvakultúrában (különösen Kínában) széles körben elterjedt, ahol irányított keresztezések (gondosan kiválasztott ikrások és tejesek párosítása) révén jelentősen növelhető a fajok tenyésztési célú szaporítási hatékonysága.

Összességében a szakirodalom alapján a pontyfajban az inszeminációs technika kísérleti és tenyésztési környezetben egyaránt alkalmazhatónak tűnik. A további kutatások a módszer optimalizálására, valamint a megtermékenyítési arányok és az embriogenezis pontosabb értékelésére irányulhatnak.

## 6. Összefoglalás

Dolgozatomban összefoglaltam a pontyfaj (*Cyprinus carpio*) természetszerű, félmesterséges (indukált ívatásos), valamint keltetőházi („mesterséges”) szaporításában alkalmazott technikákat, különös tekintettel az indukált ívatási módszerekre és azok keltetőházi megvalósítására. A szakirodalom feldolgozása során áttekintettem az alternatív hormonkezelési technikákat, mint az implantátumos, a szájon át (per os), illetve a rektális hormonbevitel módszereit, továbbá a nem invazív, katéteres petefészekmosásos megoldásokat. Ezeket a módszereket gyakorlati szempontból értékeltem, különös tekintettel a pontyfajban való alkalmazhatóságukra. Megállapítottam, hogy bár az injekciós hormonkezelés továbbra is a legelterjedtebb és leghatékonyabb eljárás, az alternatív módszerek több esetben ígéretesek lehetnek, amennyiben azok technikai és fiziológiai paraméterei tovább finomíthatók.

Külön hangsúlyt fektettem az inszeminációs technika bemutatására, amely az utóbbi években jelent meg mint új, kíméletes szaporítási eljárás. Részletesen ismertettem a módszer protokolláris alkalmazásának főbb lépéseit, értékeltem a technika pontyfajban való gyakorlati alkalmazhatóságát, valamint kiemeltem, hogy a módszer nem invazív jellegéből adódóan állatjóléti szempontból előnyösebb alternatívát kínálhat a hagyományos hormonkezelésekkel szemben.

Összességében dolgozatom célja az volt, hogy a pontyfaj szaporításában alkalmazott hagyományos és alternatív technikákat rendszerezetten bemutassam, azok előnyeit és korlátait összevegyem, valamint rámutassak a nem invazív inszeminációs módszerekben rejlő potenciálra. Megítélésem szerint a jövőbeni kutatások számára az inszeminációs és petefészekmosásos technikák kísérleti bevezetése ígéretes irányt képviselhet, különösen a fenntartható és etikus halgazdálkodás fejlesztése szempontjából.

## Szakirodalmi forrásjegyzék

- Akbari Nargesi, E., & Gorouhi, D. (2024). Ovarian lavage / artificial insemination method as an alternative approach for controlled reproduction of the northern pike (*Esox lucius*). *Animal Reproduction Science*, 263, 107454.
- Antalfi, A. (1969). Növényevő anyahalak. *Halászat*, 15(6), 186–187.
- Antalfi, A., & Tölg, I. (1967). A növényevő halak első hazai szaporítása. *Halászat*, 13(4), 116.
- Brzuska, E. (2006). Artificial propagation of female Hungarian strain 7 carp (*Cyprinus carpio*) after treatment with carp pituitary homogenate, Ovopel or Dagin. *Czech Journal of Animal Science*, 51(3), 132–141.
- Budi, D. S., Adawiyah, R., Subandiyah, S., & Arifin, Z. (2024). Gonadal maturation and spawning of barred loach (*Nemacheilus fasciatus*) induced by topical gill hormone application. *Jurnal Medik Veteriner*, 7(1), 45–52.
- Gazsi, Gy., Butts, I. A., Zadmajid, V., Ivánovics, B., Ruffili, L., Urbányi, B., Csenki, Zs., & Müller, T. (2021a). Ovarian inseminated sperm impacts spawning success in zebrafish, *Danio rerio* (Hamilton, 1822) even in the absence of a male stimulus. *Theriogenology*, 172, 315–321.
- Gazsi, Gy., Ivánovics, B., Berta, I., Szabó, T., Zarski, D., Kucska, B., Urbányi, B., Horváth, L., Müller, F., & Müller, T. (2021b). Artificial sperm insemination in externally fertilised fish as a novel tool for ex situ and in situ conservation of valuable populations. *Endangered Species Research*, 45, 169–179.
- Hajibeglou, A., Mazandarani, M., Sudagar, M., & Machanlou, M. (2022). Study on feasibility of sperm injection in ovarian for induced propagation of koi carp (*Cyprinus carpio var. koi*). *Journal of Animal and Aquatic Sciences*, 3(1), 45–54.
- Hill, J. E., Baldwin, J. D., Graves, J. S., Leonard, R., Powell, J. F. F., & Watson, C. A. (2005). Preliminary observations of topical gill application of reproductive hormones for induced spawning of a tropical ornamental fish. *North American Journal of Aquaculture*, 67(1), 7–9.
- Horváth, L. (2018). *A ponty szaporodásbiológiája és szaporítása*. In B. Csorbai & B. Urbányi (szerk.), *A ponty (Cyprinus carpio L.) biológiája és tenyésztése* (pp. 35–64). Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék. Vinalia-Pont Kft.
- Horváth, L., & Magyary, I. (2007). A haszonhalak szaporítása. In Cs. Hancz (szerk.), *Haltenyésztés*, 74–82. Kaposvári Egyetem.

- Horváth, L., Bokor, Z., & Csorbai, B. (2018). *Tenyésztéstechnológia*. In B. Csorbai & B. Urbányi (szerk.), *A ponty (Cyprinus carpio L.) biológiája és tenyésztése* (pp. 65–94). Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék. Vinalia-Pont Kft.
- Horváth, L., Hegyi, A., Lefler, K. K., Csorbai, B., Kovács, E., Szabó, T., Müller, T., & Urbányi, B. (2023). Review of Central-Eastern European propagation and larvae nursing method for common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Life*, 13(12), 2334.
- Horváth, L., Szabó, T., & Urbányi, B. (2000). Általános szaporodásbiológia. In L. Horváth (szerk.), *Halbiológia és haltenyésztés*, 197–211. Mezőgazda Kiadó.
- Horváth, L., Tamás, G., & Tölg, L. (1984). *Special methods in pond fish husbandry*. Budapest: Akadémiai Kiadó; Seattle: Halver Corporation.
- Horváth, L., Tamás, G., Coche, A. G., Kovács, E., Moth-Poulsen, T., & Woynarovich, A. (2015). Training manual on the artificial propagation of carps. 2nd revised edition. FAO REU.
- Ittész, I., Kronbauer, E. C., Szabó, T., Horváth, L., Urbányi, B., & Müller, T. (2020). Propagation of jundia *Rhamdia quelen* (Siluriformes: Heptapteridae) by applying the ovarian sperm injection method. *Aquaculture Reports*, 16, 100275.
- Jaczó, I. (1953). Kísérletek a kecsge mesterséges szaporítására a Dunán. *Hidrológiai Közlöny*, 3–4, 149–152.
- Kucska, B., Quyen, N. N., Szabó, T., Gebremichael, A., Alebachew, G. W., Bógó, B., Horváth, L., Csorbai, B., Urbányi, B., Kucharczyk, D., Keszte, S., & Müller, T. (2022). The effects of different hormone administration methods on propagation successes in African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture Reports*, 26, 101311.
- Mikołajczyk, T., Roelants, I., Epler, P., Ollevier, F., Chyb, J., & Breton, B. (2002). Modified absorption of sGHRH-a following rectal and oral delivery to common carp, *Cyprinus carpio* L. *Aquaculture*, 203(3-4), 375-388.
- Müller, T. (2022). Keltetőházi halszaporítási gyakorlattól eltérő új- és újszerű módszertani eljárások. MTA doktori értekezés. Gödöllő.
- Müller, T., Ács, É., Beliczky, G., Makk, J., Földi, A., Kucska, B., Horváth, L., Ittész, Á., Hegyi, Á., Szabó, T., Urbányi, B., Nguyen, N. G., Orbán, L., & Havasi, M. (2020). New observations about fertilization capacity and latency time of sperm inseminated into ovary in African catfish (*Clarias gariepinus*) as an oviparous model fish. *Aquaculture*, 522, 735109.
- Müller, T., Ferincz, Á., Weiperth, A., Ivánovics, B., Tóth, B., Bógó, B., Horváth, J., Urbányi, B., & Specziár, A. (2024). Uncommon life history and winter spawning of common carp

- (*Cyprinus carpio*) in a natural thermal spring, under temperate climate. *Fish Physiology and Biochemistry*.
- Müller, T., Horváth, L., Szabó, T., Ittész, I., Bognár, A., Faidt, P., Ittész, Á., Urbányi, B., & Kucska, B. (2018a). Novel method for induced propagation of fish: Sperm injection in oviducts and ovaary / ovarian lavage with sperm. *Aquaculture*, 482, 124–129.
- Müller, T., Kucska, B., Horváth, L., Ittész, Á., Urbányi, B., Blake, C., Guti, Cs., Csorbai, B., Kovács, B., & Szabó, T. (2018b). Successful induced propagation of African catfish (*Clarias gariepinus*) by ovarian lavage with sperm and hormone mixture. *Aquaculture*, 485, 197–200.
- Müller, T., Kucska, B., Szabó, T., Horváth, L., Horváth, Á., Ittész, I., Havasi, M., & Urbányi, B. (2020). A magyar halszaporítás technológiai kutatások sarokkövei és egy új indukált szaporítási módszer bemutatása. *Allattenyésztés és takarmányozás*, 69(3), 305–316.
- Müller, T., Szabó, T., Kollár, T., Csorbai, B., Marinović, Z., Horváth, L., Kucska, B., Bodnár, Á., Urbányi, B., & Horváth, Á. (2019). Artificial insemination of African catfish (*Clarias gariepinus*) using cryopreserved sperm. *Theriogenology*, 123, 145–150.
- Mylonas, C. C., Bridges, C., Gordón, H., Belmonte Rios, A., Garcia, A., De la Gándara, F., Fauvel, C., Suquet, M., Medina, A., Papadaki, M., Heinisch, G., De Metrio, G., Corriero, A., Vassallo-Agius, R., Guzman, J. M., Mananos, E., & Zohar, Y. (2007). Preparation and administration of gonadotropin-releasing hormone agonist (GnRHa) implants for the artificial control of reproductive maturation in captive-reared Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus thynnus*). *Reviews in Fisheries Science*, 15, 183–210.
- Okomoda, V. T., Amighty, R. O., Bem, T. M., Amaantimin, J., Nurizzati, I., Koh, I. C. C., Abol-Munafi, A. B., & Ikhwanuddin, M. (2023). Ovarian lavage method as an alternative route for hormonal administration and short-term sperm storage in *Clarias gariepinus*. *Theriogenology*, 198, 203–209.
- Quyen, N. N., Alebachew, G. W., Kucska, B., Kovács, G., Halasi-Kovács, B., Ferincz, Á., Staszny, Á., Horváth, L., Urbányi, B., & Müller, T. (2022). Model experiment for practical application of inseminated sperm method for production of interspecific hybrids (*Clarias gariepinus* × *Heterobranchus longifilis*). *Aquaculture Reports*, 27, 101418.
- Roelants, I., Mikolajczyk, T., Epler, P., Ollevier, F., Chyb, J., & Breton, B. (2000). Induction of spermiation in common carp after enhanced intestinal uptake of sGnRH-A and Pimozide. *Journal of Fish Biology*, 56(6), 1398–1407.

- Schnabel, D., Palstra, A., Van den Thillart, G., & Spaink, H. P. (2007). Induced sexual maturation in eel with embryonic zebrafish cell lines that constitutively produce LH and FSH. *Developmental Biology*, 306, 384.
- Szabó, T. (2008). Use of Carbopol resin for carp pituitary administration improves the fertilization percentage of northern pike (*Esox lucius Linnaeus*) eggs in commercial hatcheries. *Hydrobiologia*, 601, 91–97.
- Szabó, T. (2016). *A csuka biológiája és tenyésztése*. Szent István Egyetem Kiadó. Gödöllő.
- Szabó, T., Radics, F., Borsos, Á., Fodor, B., Müller, T., Urbányi, B., & Horváth, L. (2023). Evaluation of the efficacy of acetone-dried common carp pituitary during induced breeding of African catfish (*Clarias gariepinus*) after an extremely long-term storage. *Aquaculture Reports*, 33, 101762.
- Watson, C., Hill, J. E., Graves, J. S., Amy, L., Wood, A., & Kilgore, K. H. (2009). Use of a novel induced spawning technique for the first reported captive spawning of *Tetraodon nigroviridis*. *Marine Genomics*, 2, 143–147.

## Ábrajegyzék

|   |    |
|---|----|
| <b>1. ábra</b> Ívásra ható környezeti tényezők.....   | 5  |
| <b>2. ábra</b> Szaporítás kis tavakban (Dubits-módszer).....  | 7  |
| <b>3. ábra</b> Indukált ívatás aranyhalban.....   | 9  |
| 4. ábra Indukált ívatás koiban .....  | 10 |
| <b>5. ábra</b> Mesterséges szaporítás folyamatábrája .....  | 17 |
| <b>6. ábra</b> Halak hormonkezelési módszereinek csoportosítása .....   | 19 |
| <b>7. ábra</b> Inszemináció koiban: a katéter felhelyezése a bal petefészeklebenybe .....                         | 25 |
| <b>8. ábra</b> Inszemináció koiban: tulajdonképpeni inszemináció / sperma beinjektálása a petefészeklebenybe..... | 25 |

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat / diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>1</sup> nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Szanyi GERGELY  
A Hallgató Neptun kódja: XM100R  
A dolgozat címe: INFLUENCIA ÉS HÍRKEZELÉS: Inzemináció party fejében  
A megjelenés éve: 2025  
A konzulens intézetének neve: AKKULTÚRA ÉS KÖRNYERETISZAKTANOS INTÉZET  
A konzulens tanszékének a neve: HALLGATÓ FEJLESZTÉS TANSZÉK

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szövegenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitóri rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitóri rendszerében.

Kelt: 2025 év 10 hó 31 nap

Szanyi Gergely  
Hallgató aláírása

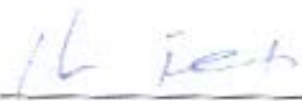
## NYILATKOZAT

Szanyi Gergely (név) (hallgató Neptun azonosítója: XMMCOR) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót<sup>1</sup> áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom<sup>2</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>3</sup>

Kelt: Gödöllő, 2025. év 10. hó 31. nap

  
belső konzulens

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendő.

<sup>3</sup> A megfelelő aláhúzendő.

## Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

### 1. Általános adatok

|  |  |
|--|--|
| Hallgató neve:                               | SZAMI GERGELY  |
| Neptun-kódja:                                | XHHCO2   |
| Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel): | <input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD)<br><input type="checkbox"/> Egyéb: ..... |
| Tantárgy neve/kódja*:                        | SZKDO2 G-2+T   |
| A munka címe:                                |  |

\* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

### 2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

### 3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztens vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

| A felhasználás célja            | Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója | Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik) |
|---------------------------------|--|---|
| [SZKIDDFL02H G-2+T]<br>FORDITÁS | Cinut GPT<br>056 PLF                   |   |

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

| A felhasználás célja | Alkalmazott MI-eszköz neve, verziója, | Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma | A prompt-naplót tartalmazó melléklet |
|----------------------|---------------------------------------|---|--------------------------------------|
|                      |                                       |   |                                      |

|  | elérhetősége | bejegyzésének sorszáma |
|--|--------------|------------------------|
|  |              |                        |

### 3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

*Pt. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.*

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

### 4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Miskolc, 2025. 10 hó 31 nap

Szanyi György

Hallgató aláírása

[Handwritten Signature]

Konzulens/Témavezető aláírása