



СТАНИМИР ГЕОРГИЕВ БОНЕВ

**МОРФОМЕТРИЧНА И РЕПРОДУКТИВНА
ХАРАКТЕРИСТИКА НА РИБИ ОТ СЕМ. ACIPENSERIDAE В
УСЛОВИЯТА НА СУПЕРИНТЕНЗИВНА ТЕХНОЛОГИЯ НА
ОТГЛЕЖДАНЕ**

АВТОРЕФЕРАТ

На дисертация за присъждане на ОНС „Доктор” по научна област 6.3.
„Животновъдство“, научна специалност „Развъждане на селскостопанските
животни, биология и биотехника на размножаването“

Научни ръководители
доц. д-р Людмила Николова
доц. д-р Бойко Георгиев

**ПЛОВДИВ
2022г.**

Дисертационният труд е написан на 208 страници и съдържа 35 таблици и 56 фигури. В списъка с цитирана литература са посочени 223 източника, от които 39 на кирилица и 184 на латиница.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита от катедрения съвет на катедра „Животновъдни науки”, Факултет по агрономство, Аграрен университет – Пловдив.

Защитата на дисертацията ще се състои на _____ от _____ часа в _____ зала на Факултета по Агрономство при АУ – Пловдив на заседание на Специализираното научно жури, назначено то Ректора на Аграрния университет със Заповед № РД-16-778/05.07.2022 г в състав:

Рецензии от:

Проф. дсн Васил Костадинов Атанасов
Доц. д-р Стефка Николова Стоянова

Становища от:

Проф. д-р Пламен Павлов Петров
Проф. д-р Атанас Димов Арnaudов
Доц. д-р Десислава Василева Абаджиева

Материалите по защитата са публикувани на сайта на Аграрния университет – Пловдив – www.au-plovdiv.bg

УВОД

Потреблението на риба и рибни продукти постоянно се увеличава, като спрямо средата на миналия век е нараснало с повече от 57%. Задоволяването на нарастващите потребности се свързва с развитието на аквакултурата, тъй като естествените популации хидробионти са изтощени. Особена загриженост предизвиква състоянието на световните естествени популации есетрови риби. В редица региони по света са въведени забрани за улова на есетровите. В България, за опазване на есетровите от 2012 г. са забранени техният улов, както пренасяне и продажба на рибите и продуктите от тях. През 2016 г. забраната е удължена с още 5 години, а през 2021 г. периодът се е увеличил с още 5 години. Един от модерните подходи при опазване на естествените популации есетри е интродукцията им в нови ареали за промишлено отглеждане. Аквакултурните ферми на практика представляват живи генетични банки за *in-vivo* съхранение на генофонда на сем. *Acipenseridae*, в които се поддържат застрашени и изчезващи видове. Устойчивото развитие на европейското и българското есетровъдство може да се осъществява само чрез изграждане на модерно производство, базирано на научни постижения в областта. В също време, знанията относно развитието на есетрови видове при култивиране в индустриални производствени системи са крайно недостатъчни. У нас, научните изследвания за есетровите риби са много оскъдни и основно касаят дивите популации, а проучвания на риби от сем. *Acipenseridae*, при условията на суперинтензивни садкови технологии, изобщо не са правени. В настояща разработка, за първи път у нас са проучени морфометрични и репродуктивни характеристики на видове и хибриди от семейство *Acipenseridae*, култивирани в условия на индустриална суперинтензивна садкова технология.

1. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

Отчитайки важността на развитие на индустриалното есетровъдство в света и крайно недостатъчните знания, относно онтогенезата на видове от сем. *Acipenseridae* при култивиране, си поставихме за **ЦЕЛ** да направим морфометрична и репродуктивна характеристика на есетрови риби (Руска есетра и хибрид ($F_1 Ab \times Ag$)), при отглеждане в условията на индустриална суперинтензивна садкова технология.

За постигане на целта бяха поставени следните задачи:

1. Да се направи морфометрична характеристика на риби от семейство *Acipenseridae*:
 - a. Пластични, меристични признаци и морфометрични индекси при Руска есетра и хибрид ($F_1 Ab \times Ag$).
 - b. Сравнителен морфометричен анализ.
2. Да се проучи полово развитие, чрез ехографски мониторинг, на женски и мъжки риби от семейство *Acipenseridae*:
 - a. Развитие на яйчниците.

- i. Руска есетра, Сибирска есетра и хибрид ($F_1 Ab \times Ag$),.
 - ii. Сравнителен анализ. Фази на зрялост.
 - b. Развитие на семенниците
 - i. Руска есетра, Сибирска есетра и хибрид ($F_1 Ab \times Ag$),.
 - ii. Сравнителен анализ. Фази на зрялост.
3. Да се направи характеристика на спермопродукция на риби от семейство Acipenseridae.
 - a. Руска есетра.
 - b. хибрид ($F_1 Ab \times Ag$).

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ.

Проучванията са проведени в периода 2017 –2019 г., като са обхванати в динамика три пълни вегетационни периода.

2.1. Есетрови видове и хибриди обект на изследването

Обект на изследвания са:

- руска есетра (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt et Ratzeburg, 1833) (Фиг. 2.1.1.);
- сибирска есетра (*Acipenser baeri* Brandt, 1869) (Фиг. 2.1.2.);
- хибрид на сибирска и руска есетра ($F_1 A. baerii \times A. gueldenstaedtii$) (Фиг. 2.1.3.).

В рамките на всеки вид и хибрид са проучвани риби от различен пол на различна възраст.



Фиг. 2.1.1. Руска есетра



Фиг. 2.1.2. Сибирска есетра



Фиг. 2.1.3. Хибрид (Сибирска есетра х Руска есетра)

2.2. Характеристика на стопанството.

Проучването е проведено в садкова суперинтензивна есетрова ферма. Садките (мрежени клетки) са локализирани в акваторията на яз. Кърджали (Фиг. 2.2.1.; 2.2.2.).



А



В

Фиг. 2.2.1. Язовир Кърджали (А); Садкови стопанства, разположени в акваторията на язовир Кърджали (В)

Язовирът събира водите от р. Арда и нейните притоци и има пълен завирен обем около 539.90 млн. m³. Водосборната област на язовира е 1882 km². Стопанството разполага с две производствени бази. Първата се намира в района на с. Брош, общ. Кърджали, с капацитет от 132 садки и координати N 41°37'52,3" E 25°19'35,2", а втората база е разположена в района на с. Каменарци, общ. Кърджали, с капацитет от 234 садки и координати N 41°37'55,0" E 25°18'50,1". Регионът попада в Южно-българската климатична зона, Източно-родопски

климатичен район. Средната надморска височина е около 280 m. През целия период на проучването рибите са отглеждани при идентични условия. За хранене са използвани пълнодажбени специализирани гранулирани фуражи (Табл. 2.2.1.). През целия период на проучването е правен мониторинг на хидрохимичните и хидрофизичните параметри.



Фиг. 2.2.2. Есетрово садково стопанство

По форма мрежените клетки в стопанството са квадратни, като едната страна е 8 м. Всяка садка е оборудвана с двойна полиамидна мрежа, а работната дълбочина е 6 м (Фиг. 2.2.3.).



Фиг. 2.2.3. Индустриални садки.

В стопанството, рибите от различен произход и категория се отглеждат отделно в различни садки.

Табл. 2.2.1. Състав на смеската.

Показатели	Стойности
Суров протеин, %	46
Сурови мазнини, %	15
Сурови влакнини, %	1.4
Минерални вещества, %	6.5
Фосфор, %	1.03
Калций, %	1.4
Натрий, %	0.3%
Витамин А, IU.kg ⁻¹	10 000
Витамин С, mg.kg ⁻¹	520
Витамин Е, mg.kg ⁻¹	200
Витамин D3, IU.kg ⁻¹	2 303
Бруто енергия, MJ.kg ⁻¹	21.0
Смилаема енергия, MJ.kg ⁻¹	19.2

2.3 . Морфометричен анализ

Приложени са класическите методи за проучване на живи хидробионти. Използвана е схема за морфологични проучвания, разработена специално за есетрови риби и есетрови хибриди (Табл. 2.3.1; Фиг. 2.3.1; 2.3.2.).

**Фиг. 2.3.1. Измерване на риби.**

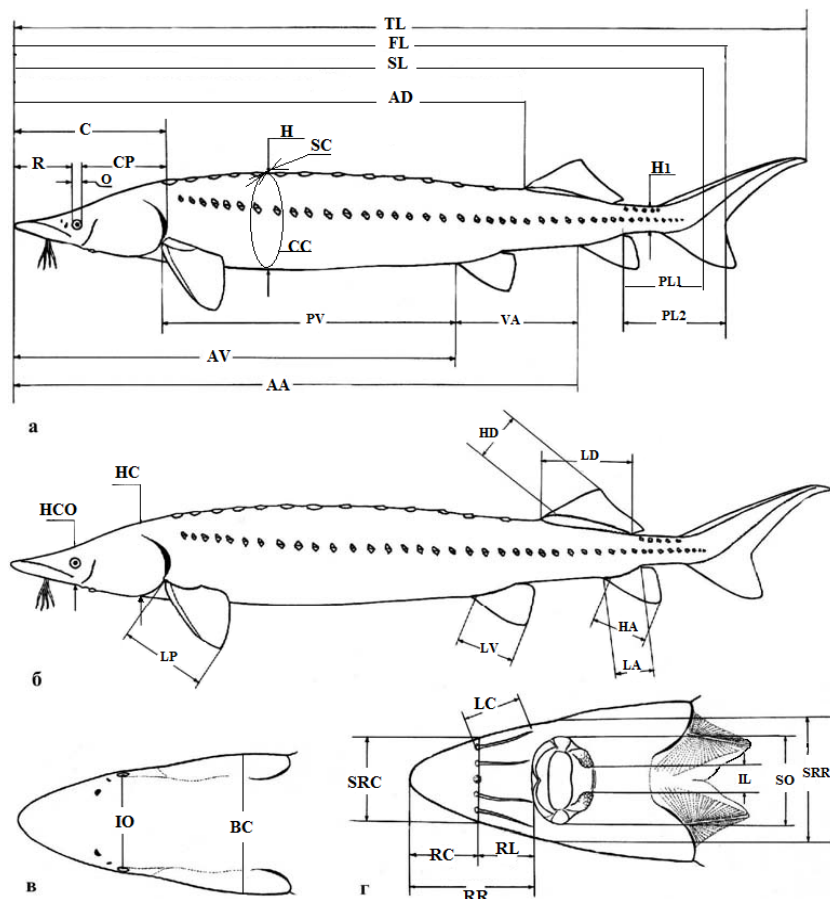
За морфометричните измервания (дължини, дебелини, височини на тялото) е изработена и използвана ихтиологична 3D градуирана дъска с точност до 1 mm. Освен дъската, за отделните измервания на тялото, перките и главата, бяха използвани шублер с точност 0.1 mm и градуирана лента (за измерване на обхвата на тялото) с точност 1 mm. Морфометричните показатели, характеризиращи растежа и развитието се проучиха чрез тегловни и линейни

методи в динамиката, като на всеки индивид са измерени общо по 36 пластични (20 на тялото и 16 на главата) и по 7 меристични признака.

Табл. 2.3.1. Пластични и меристични признаци, използвани в проучването

Показател	Код
1	2
Жива маса на рибата	BW
Пластични признаци на тялото	
1. Абсолютна дължина на тялото	TL
2. Дължина на тялото по Смит /от началото на рострума до края на средните лъчи на каудалната перка/	FL
3. Стандартна дължина на тялото /от началото на рострума до началото на средните лъчи на каудалната перка/	SL
4. Антидорзално разстояние	AD
5. Антивентрално разстояние	AV
6. Антианално разстояние	AA
7. Най-голяма дебелина на тялото	SC
8. Най-голяма височина на тялото	H
9. Най-малка височина на тялото	H1
10. Дължина на опашното стъбло /от края на аналната перка до корените на средните лъчи на каудалната перка/	PL1
11. Дължина на опашното стъбло /от края на аналната перка до края на средните лъчи на каудалната перка/	PL2
12. Дължина на дорзалната перка	LD
13. Височина на дорзалната перка	HD
14. Дължина на аналната перка	LA
15. Височина на аналната перка	HA
16. Дължина на гръдната перка	LP
17. Дължина на коремната перка	LV
18. Пекто-вентрално разстояние	PV
19. Вентро-анално разстояние	VA
20. Най-голям обхват на тялото	CC
Пластични признаци на главата	
21. Дължина на главата	C
22. Дължина на рострума	R
23. Най-голяма височина на главата (преди 1-то дорзално костно щитче)	HC
24. Най-малка височина на главата (измерва се над окото)	HCO
25. Дължина на задочното пространство	CP
26. Хоризонтален диаметър на окото	O
27. Междуочно пространство	IO
28. Най-голяма ширина на главата	BC
29. Дължина от началото на рострума до линия, преминаваща през средата на корените на предните мустачки	RC
30. Дължина от края на рилото до хрущялната арка на устата	RR

1	2
31. Дължина от корените на средните мустачки до хрущялната арка на устата	RL
32. Дължина на най-дългото /странично/ мустаче	LC
33. Широчина на роstrума при корените на средните мустачки	SRC
34. Широчина на роstrума при хрущялната арка на устата	SRR
35. Широчина на устата	SO
36. Широчина на прекъсване на долната устна	IL
Меристични признаци	
1. Брой на дорзални костни щитчета	SD
2. Брой на странични костни щитчета от лявата страна на рибата	SL1
3. Брой на странични костни щитчета от дясната страна на рибата	SL2
4. Брой на коремни костни щитчета от лявата страна на рибата	SV1
5. Брой на коремни костни щитчета от дясната страна на рибата	SV2
6. Брой лъчи в дорзалната перка	D
7. Брой лъчи в аналната перка	A



Фиг. 2.3.2. Схема на измерванията на рибите.

На базата на морфометричните измервания са изчислени морфометрични индекси (Табл. 2.3.2).

Табл. 2.3.2. Морфометрични индекси

Индекси	
CFF	Коефициент на Фултон ($BW/SL^3 \cdot 100$), %
IC	Индекс на угоеност ($(BW/(SL \cdot H \cdot CC)) \cdot 100$), %
ICR	Индекс на угоеност (модифициран коефициент на Фултон от Jones et al., 1999 (по Richter et al., 2000) ($(BW/(SL^2 \cdot H)) \cdot 100$)
INB	Индекс на високогърбие (SL/H)
IBV	Индекс на широкогърбие ($(SC/SL) \cdot 100$), %
ILH	Индекс на дългоглавие ($(C/SL) \cdot 100$), %
IH	Индекс на сбитост ($(CC/SL) \cdot 100$), %

Морфометричните изследвания проведохме с мъжки и женски индивиди на руска есетра и хибрида на сибирска и руска есетра на една и съща възраст (Табл. 2.3.3.)

Табл. 2.3.3. Характеристика на групи риби, обект на морфометрични проучвания.

Вид	Пол	Брой	Възраст, години
Руска есетра (<i>A. gueldenstaedtii</i>)	женски	25	7
Руска есетра (<i>A. gueldenstaedtii</i>)	мъжки	25	7
Хибрид (F_1 <i>A. baerii</i> x <i>A. gueldenstaedtii</i>)	женски	25	7
Хибрид (F_1 <i>A. baerii</i> x <i>A. gueldenstaedtii</i>)	мъжки	25	

2.4. Полово развитие

Половото развитие на мъжките и женските индивиди проследихме чрез неинвазивен динамичен мониторинг, с използване на методите на ехографско изследване на живи риби.

При всяка група есетрови риби проведохме ехографски мониторинг на случайно подбрани индивиди от съответните стада, през пролетния и есенно – зимния сезони (табл. 2.4.1.).

За събиране на колекция от ехографски снимки, демонстриращи динамиката на развитието на гонадите на различни видове и хибриди отглеждани при идентични условия в реални производствени условия на отглеждане в суперинтензивно садково стопанство, приложихме методиките, разработени и внедрени от **Чебанов и Галич (2010)**.

Табл. 2.4.1. Описание на индивидите, обект на ехографски мониторинг.

Вид	Пол	Сезон		Възраст години
		Пролетен	Есенно-зимен	
Руска есетра (<i>A. gueldenstaedtii</i>)	женски	n= 10	n= 10	5
		n= 10	n= 10	6
		n= 10	n= 10	7
		n= 10	n= 10	8
	мъжки	n= 10	n= 10	5
		n= 10	n= 10	7
Хибрид (F1 <i>A. baerii</i> x <i>A. gueldenstaedtii</i>)	женски	n= 10	n= 10	5
		n= 10	n= 10	6
		n= 10	n= 10	7
		n= 10	n= 10	8
	мъжки	n= 10	n= 10	7
Сибирска есетра (<i>A. baerii</i>)	женски	n= 10	n= 10	3
	мъжки	n= 10	n= 10	3

За работа използвахме преносим ехограф тип Mindray DP 50, с линейен трансдюсер: 75L38EA (5.0-10.0 MHz), (Фиг. 2.4.1), като за нуждите на изследването сканирането извършвахме с честота 8.5 MHz., и дълбочина до 4 cm.



Фиг. 2.4.1. Преносим ехограф Mindray DP 50, оборудван с линейен трансдюсер.

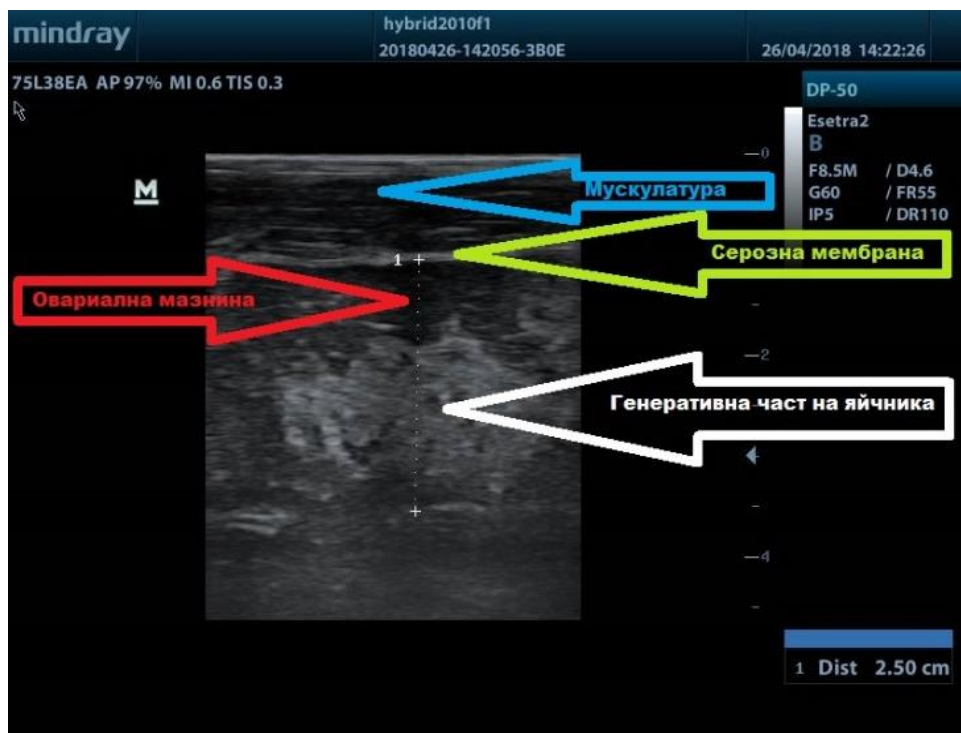
Ехографското сканиране извършвахме от лявата страна на всеки индивид, непосредствено над мислената линия, която образуват страничните костни щитчета в участъка между 3-то и 4-то странично костно щитче от опашката към главата. Сканирането извършвахме във фронтално и трансверзално направление (Фиг. 2.4.2.).

При сканирането отчитяхме състояние на гонадите и извършвахме техните измервания: височина, cm; обхват, cm; площ, cm (Фиг. 2.4.3; 2.4.4).

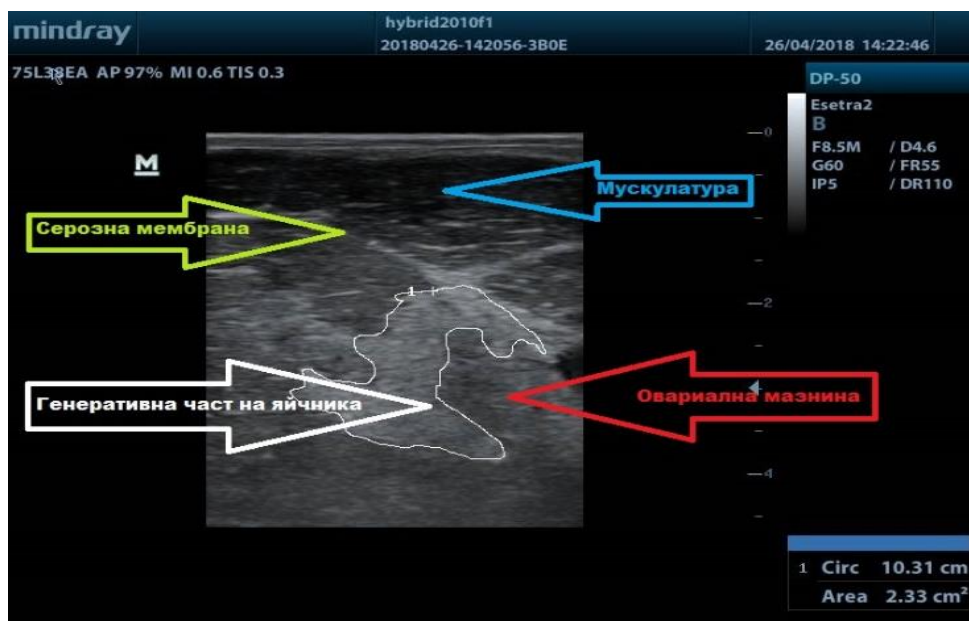
При всички изследвани индивиди определихме фази на зрялост, съгласно класификацията, разработена от **Трусов (1972)** за етапите на съзряване на половите жлези при руска есетра чрез ултразвукови изследвания (**Chebanov & Galich, 2013**). Съгласно класификацията при мъжките индивиди се отчитат фази M1, M2, M2sf, M2f, M3, M4 и M5, а при женските съответно F1, F2, F2sf, F2f, F2-3, F3, F4i, F4с, F5 и F6.



Фигура. 2.4.2. Ехографско сканиране на есетрови риби с отбелязани направления на работа с трандюсера.

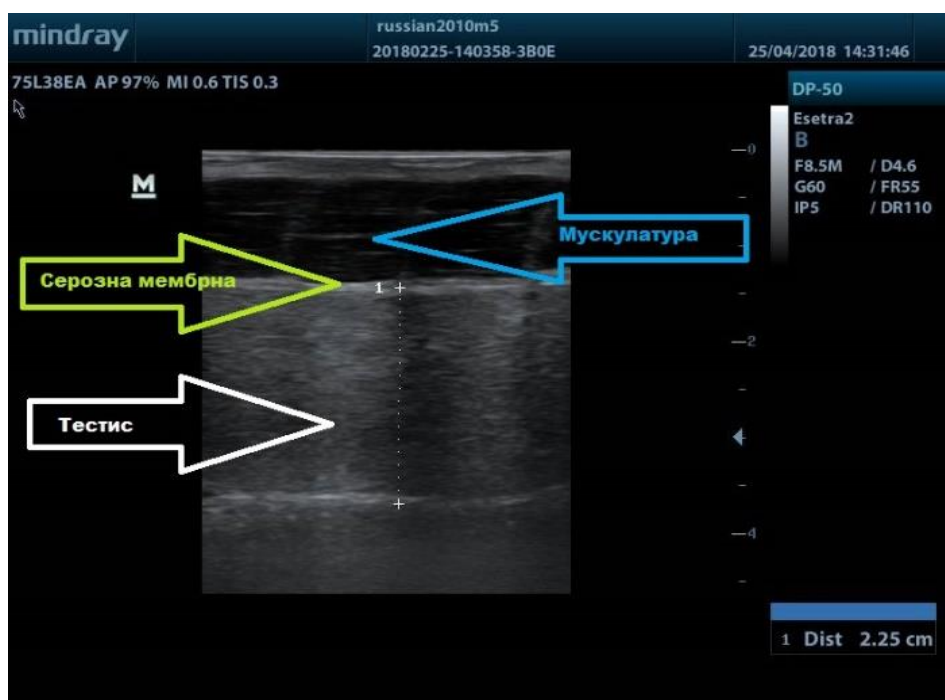


(1)

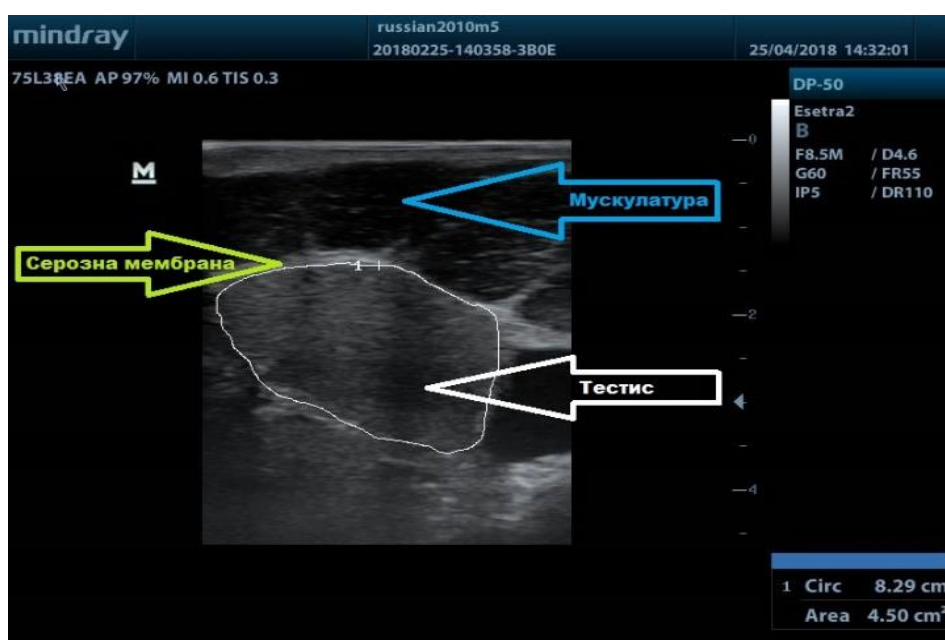


(2)

Фигура 2.4.3. Ехографски изследвания на женски индивиди: 1- Височина на яйчника при фронтално сканиране; 2- Обхват и площ на яйчника при трансверзално сканиране.



(1)



(2)

Фигура 2.4.4. Ехографски изследвания на мъжки индивиди: 1- Височина на семенника при фронтално сканиране; 2- Обхват и площ на семенника при трансверзално сканиране.

2.5. Анализ на спермопродукцията

Проучването е извършено с руска есетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) на седем ($n=5$), осем ($n=8$) и девет ($n=15$) годишна възраст и хибрид ($F1$ *Acipenser gueldenstaedtii* x *Acipenser baerii*) на седем ($n=5$), осем ($n=3$) и девет ($n=18$) годишна възраст.

Рибите са взети на случаен принцип от стада производители, отглеждани в стопанството.

Прочването е извършено през три последователни години. При получаване на спермата е използван катетер, индивидуален за всяка риба (Фиг. 2.5.1.). При получаване на спермата са спазвани рутинни методични подходи. Веднага на мястото е измерен обемът на еякулатите, след което спермата е транспортирана в хладилни чанти в лаборатория за биохимичен анализ.



Фигура 2.5.1. Получаване на сперма от есетрови риби

С помощта на CASA система (Фиг. 2.5.2.) са определени концентрация на сперматозоидите; обща подвижност; VCL - придвижване по същинска траектория; VSL - скорост по права линия; VAP - скорост по средно изминатия път; LIN - линейност; STR - процент на праволинейно - движещите се сперматозоиди; WOB - коефициент на трептене; ALH - амплитуда на латерално преместване на главичката; BCF - честота на трептене на опашката; процентът бързи, средно бързи, бавни и статични сперматозоиди; сперматозоидите, с неправолинейно и с праволинейно-настъпателно движение.



Фигура 2.5.2. CASA система

Анализирани са активността на LDH (лактатдехидрогеназа), AP (алкална фосфатаза), GGT (гама глутамилтрансфераза) и СК (креатин киназа).

Електрофоретичният профил на ензимите беше определен във водоразтворими и тритоноразтворими екстракти на сперматозоидите чрез дискова електрофореза по Дейвис в 7,5%-ов полиакриламиден гел. За отстраняване на семенната плазма еякулата беше центрофугиран при 3000 оборота/мин (Hermile Labor Technik, Z326 K) за 10 мин.

Ензимната активност определихме чрез биохимичен анализатор Mindray BA88A (Фиг. 2.5.3.) с използването на следните реагенти:

1. GGT-Tris буфер 100 mM pH 8,25, глицил-глицин 100 mM, L-глутамил-4-нитроанилид 4 mM, дължина на вълната 405 nm;

2. AP-DEA буфер pH 9,8 1M, MgCl₂ 0,5 mM, 4-нитрофенилфосфат 10 mM, дължина на вълната 405 nm;

3. СК-имидазолов буфер 29 mM pH 6,50, креатин фосфат 30 mM, глюкоза 20 mM, N-ацетил-L-цистеин 20 mM, магнезиев ацетат 10 mM, EDTA 2 mM, ADP 2mM, NADP 2mM, AMP 5mM, Ди (аденосин-5) пентафосфат 12 Mikrom, глюкоза-6-фосфат-дехидрогеназа >3kU/l, хексокиназа>3kU/l, дължина на вълната 340 nm;

4. LDH-фосфатен буфер pH7.50 50 mM, натриев пируват 0.60 mM, NADH 0.18 mM, 340 nm дължина на вълната.



Фигура 2.5.3. Биохимичен анализатор Mindray BA88A

Получената утайка след отделянето на семенната плазма беше ресуспендирана в 0.9% натриев хлорид и центрофугирана при 3000 об./мин. при 4°C. Процедурата беше повторена 3 пъти. След това, утайката беше ресуспендирана с дестилирана вода и замразена за 24ч. при -20°C. След този срок, ресуспендираната утайка беше подложена на ултразвукова обработка 3 пъти x 10 сек. и центрофугирана при 12000 об./мин. за 30 мин при 4°C. Получения супернатант беше отделен за анализ на водноразтворимите ензими. Утайката беше ресуспендирана с 1% р-р на Тритон X100 и центрофугирана при

същите условия. Получената супернатанта беше отделена за анализ на мембранносвързаните ензими.

2.6. Графики и снимки

В дисертацията се използват оригинални ехографски снимки от колекция, направена при работа с ехограф тип Mindray DP 50; оригинални снимки на живи риби от проучваните стада. Графиките за представяне на резултатите, са изработени с MS Excel 10.

2.7. Статистическа обработка на данните.

За статистическа обработка на данните беше направен еднофакторен дисперсионен анализ (ANOVA) с помощта на специализиран софтуер - IBM SPSS Statistics 21. Данните в отделните раздели са оформени в табличен вид и са представени като $\bar{X} \pm Sx$ и CV, където $\bar{X}$ е средното аритметично за всяка извадка, Sx е грешката на средното аритметично, а CV е коефициент на варирането на признака.

Разликите между групите при отделните проучвания във всички раздели са установени по Fisher's LSD метод, с ниво на достоверност $P \leq 0.05$ (0.01 или 0.001).

3. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ.

3.1. Морфометрична характеристика на половозрели риби от семейство Acipenseridae, отглеждани при условия на суперинтензивна садкова технология

При характеристика на рибите се използват различни методи, като за решаване на научни и селекционни задачи основно се прилага морфометричният анализ, включващ пластични, меристични показатели и морфофизиологични индекси. Морфометричните показатели и морфофизиологичните индекси са обект на проучвания при различни породи и популации риби.

3.1.1 Пластични, меристични признаци и морфометрични индекси при Руска есетра от различен пол.

В Табл. 3.1.1.1. и 3.1.1.2. са представени пластични признаци при седемгодишни Руски есетри от различен пол. Ние измерихме различни дължини на тялото, които се използват в ихтиологичната практика. Средна жива маса на женските индивиди беше 5.1 ± 0.14 kg, а на мъжките - 4.5 ± 0.10 kg. Общо в схемата на измерване са включени 20 пластични признака на тялото и 16 на главата.

Проучването на морфологичната изменчивост позволява да се оцени нормата на реакция при определен вид, неговата адаптивна способност. При рибите, култивирани в производствени условия това е особено важно.

Табл. 3.1.1.1. Съотношение на отделните измервания към абсолютната дължина на тялото при Руска есетра, %

Признак	Пол	X	Min	Max	±Sx	CV
FL/TL	F	86.88	83.05	96.44	0.57	3.00
	M	87.02	84.42	96.13	0.50	2.62
SL/TL	F	81.32	78.48	84.84	0.32	1.83
	M	82.20	79.47	89.28	0.44	2.44
AD/TL	F	62.54	59.05	65.68	0.37	2.72
	M	61.96	58.82	70.17	0.51	3.75
AV/TL	F	54.28***	51.46	58.21	0.39	3.33
	M	52.23***	49.95	58.01	0.42	3.67
AA/TL	F	67.69	64.00	72.21	0.39	2.62
	M	67.06	64.51	73.81	0.43	2.97
SC/TL	F	9.92**	9.14	10.84	0.10	4.72
	M	9.46**	8.45	10.50	0.14	6.72
H/TL	F	12.36	11.46	13.89	0.12	4.53
	M	12.28	11.45	15.11	0.19	7.04
H1/TL	F	3.62	3.17	4.18	0.05	6.27
	M	3.66	3.13	4.14	0.05	6.09
C/TL	F	16.61**	15.80	18.05	0.12	3.25
	M	17.22**	15.66	19.34	0.18	4.83
PL1/TL	F	8.45***	7.42	9.36	0.12	6.34
	M	9.92***	8.67	11.86	0.18	8.40
PL2/TL	F	13.78***	12.65	15.22	0.15	4.96
	M	15.50***	12.83	17.24	0.21	6.08
LD/TL	F	10.12	9.26	10.95	0.11	4.90
	M	10.40	9.11	11.75	0.18	8.12
HD/TL	F	9.24	7.14	10.57	0.19	9.46
	M	9.60	6.98	12.11	0.29	13.75
LA/TL	F	5.59	4.01	7.09	0.16	12.75
	M	5.88	4.24	12.33	0.34	26.81
HA/TL	F	9.10***	7.29	10.38	0.20	9.83
	M	10.30***	8.51	11.93	0.20	8.82
LP/TL	F	11.83	10.62	13.05	0.17	6.63
	M	11.94	8.58	15.00	0.39	15.04
LV/TL	F	7.73*	6.48	8.88	0.15	9.16
	M	8.56*	6.30	10.36	0.29	15.31
PV/TL	F	36.75***	33.57	40.48	0.42	5.23
	M	34.15***	31.92	40.10	0.45	6.10
VA/TL	F	13.98**	11.67	15.54	0.23	7.60
	M	15.40**	12.57	21.13	0.41	12.19
CC/TL	F	37.60***	35.30	41.01	0.32	3.85
	M	34.75***	31.44	39.23	0.41	5.40

Разликите между стойностите в рамките на признака са достоверни: *** $P < 0.001$, ** $P < 0.01$, * $P < 0.05$

Сравнителният анализ на съотношението на отделните параметри към абсолютната дължина на тялото (табл. 3.1.1.1.) показва, че има достоверни разлики между руските есетри от различен пол. По – големи при женските риби са съотношенията - AV/TL ($P<0.001$); SC/TL ($P<0.01$); PV/TL ($P<0.001$) и CC/TL ($P<0.001$); а по – малки са C/TL ($P<0.01$); PL1/TL ($P<0.001$); PL2/TL ($P<0.001$); HA/TL ($P<0.001$); LV/TL ($P<0.05$); VA/TL ($P<0.001$).

Табл. 3.1.1.2. Съотношение между пластични признаци на главата и нейната дължина при Руска есетра.

Признак	Пол	X	Min	Max	$\pm Sx$	CV
% от дължината на главата						
R/C	F	31.84***	28.91	37.88	0.48	6.91
	M	38.08***	29.81	42.90	0.67	8.04
HC/C	F	53.25	48.48	61.30	0.80	6.88
	M	51.20	44.13	82.35	1.71	15.29
HCO/C	F	34.51***	31.89	41.36	0.47	6.27
	M	31.96***	28.70	37.74	0.42	6.01
CP/C	F	62.73***	59.15	67.92	0.46	3.36
	M	56.74***	51.40	63.83	0.71	5.75
O/C	F	9.67*	7.41	12.80	0.31	14.72
	M	8.77*	6.73	14.69	0.35	18.47
IO/C	F	36.84	34.03	38.51	0.24	3.01
	M	37.36	35.48	39.42	0.24	2.93
BC/C	F	47.03	44.90	49.11	0.29	2.81
	M	47.08	45.41	49.12	0.27	2.64
RC/C	F	9.25***	7.46	11.31	0.24	11.97
	M	15.57***	9.01	19.69	0.54	15.89
RR/C	F	33.42***	28.85	36.19	0.50	6.85
	M	40.89***	30.68	44.41	0.78	8.72
RL/C	F	23.68***	20.37	28.48	0.51	9.95
	M	26.81***	23.33	33.21	0.51	8.80
LC/C	F	17.21	12.34	19.87	0.43	11.52
	M	17.78	10.97	22.17	0.61	15.71
SRC/C	F	28.83	24.40	34.35	0.52	8.32
	M	29.05	26.02	34.21	0.43	6.84
SRR/C	F	48.92***	45.56	53.92	0.40	3.75
	M	46.43***	43.52	49.60	0.36	3.58
SO/C	F	36.13***	32.07	39.88	0.37	4.66
	M	31.09***	27.94	34.69	0.39	5.82
IL/C	F	8.84	4.90	12.49	0.39	20.36
	M	9.63	6.88	12.96	0.33	15.68
в % от широчината на устата						
IL/SO	F	24.48***	13.01	34.40	1.06	19.79
	M	30.94***	21.67	37.37	0.89	13.23

Разликите между стойностите в рамките на признака са достоверни: *** $P<0.001$, ** $P<0.01$, * $P<0.05$

При руската есетра в нашето проучване са установени достоверни разлики между отделните полове и при относителните стойности на отделните признаци на главата към нейната дължина (Табл. 3.1.1.2.).

Женските индивиди имат по – голяма ($p < 0.001$) стойност при най – малката височина на главата (НСО), по – голяма ($p < 0.001$) дължина на задочното пространство (СР) и по – голям ($p < 0.05$) хоризонтален диаметър на окото (О). От своя страна, мъжките риби имат по – високи стойности при показателите, свързани с различните дължини около роострума и устата - като дължината на роострума (R) ($p < 0.001$), дължина от началото на роострума до линията, преминаваща през средата на корените на предните мустачки (RC) ($p < 0.001$), дължина от края на роострума до хрущялната арка на устата (RR) ($p < 0.001$) и дължина от корените на средните мустачки до хрущялната арка на устата (RL) ($p < 0.001$).

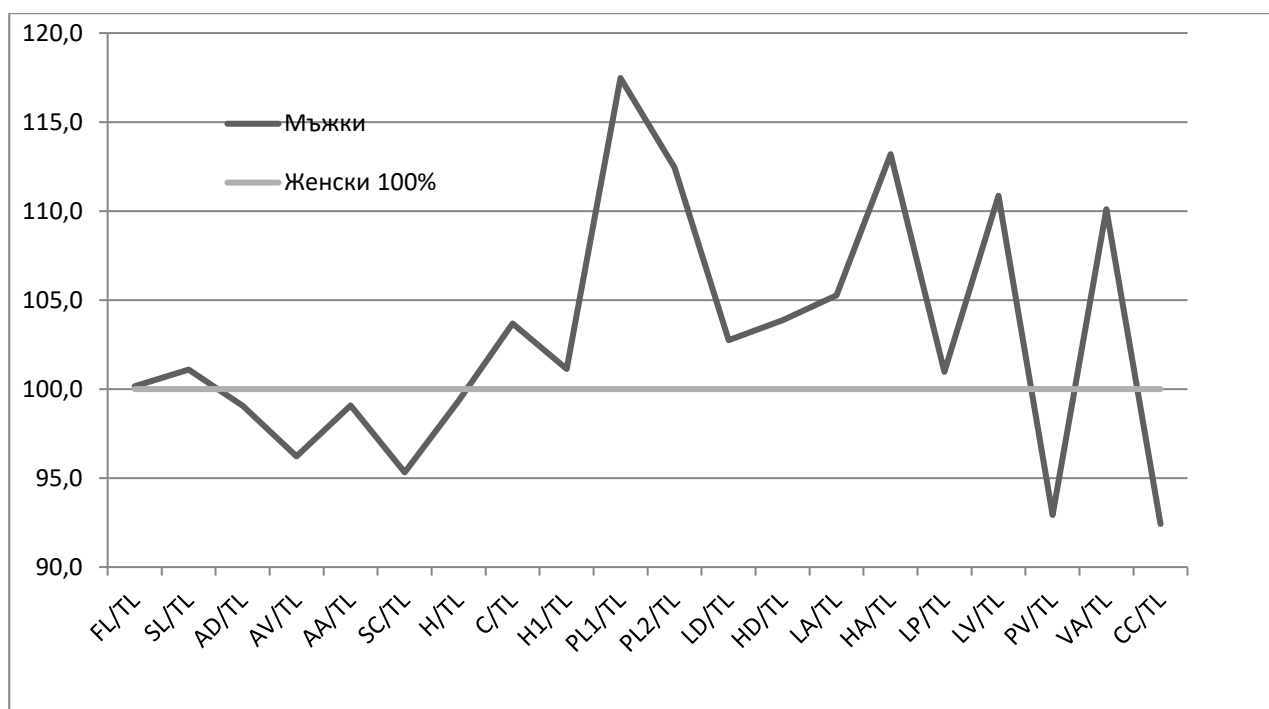
Сравняване на резултатите, получени при отделни морфометрични проучвания на есетрови риби показва, че отделни популации могат значително да се различават по характеристики и пропорции на тялото. За оценка на телосложението при животните се използват екстериорни профили, като при рибите те се построяват на базата на съотношение на всеки признак и абсолютната дължина на тялото.

Ние построихме отделно профили на тялото и на главата. Профилите на тялото при руска есетра от двата пола са представени на Фиг. 4.1.1.1. По – големи при женските риби са съотношенията - AV/TL ($P < 0.001$); SC/TL ($P < 0.01$); PV/TL ($P < 0.001$) и CC/TL ($P < 0.001$); а по – малки са C/TL ($P < 0.01$); PL1/TL ($P < 0.001$); PL2/TL ($P < 0.001$); HA/TL ($P < 0.001$); LV/TL ($P < 0.05$); VA/TL ($P < 0.001$), както и при съотношенията НСО/С ($P < 0.001$); СР/С ($P < 0.001$); О/С ($P < 0.05$); SRR/С ($P < 0.001$); SO/С ($P < 0.001$); а по-малки съответно при R/С ($P < 0.001$); RC/С ($P < 0.001$); RR/С ($P < 0.001$) (Фиг. 3.1.1.2.). По – малко ($P < 0.001$) при женските руски есетри е съотношението на прекъсването на долната устна към широчината на устата.

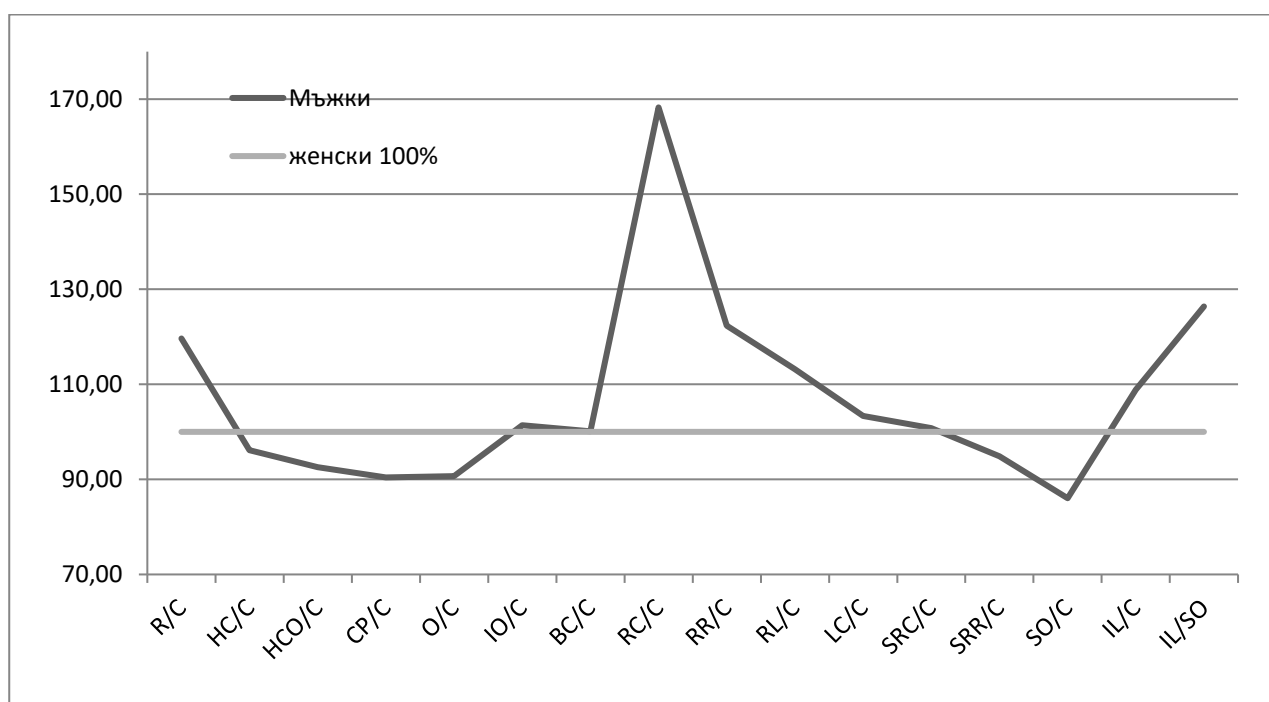
На база на направените измервания изчислихме 7 екстериорни индекса (Табл. 3.1.1.3.). В отделни научни проучвания, свързани с екстериора на рибите се използват различни коефициенти на угоеност, поради което ние изчислихме няколко основни индекса, прилагани в рибовъдството - CFF, IC и ICR. Това дава добра възможност да се сравняват резултати, получени от нас с тези, получени от други автори.

Използване на коефициента на Фултон (CFF) е класически метод за неинвазивно установяване на угоеност на рибите чрез установяване на жива маса и стандартна дължина на тялото. Коефициентът се проучва не само при различни видове, но и при различни породи риби.

С цел подобряване прецизността на установяване на угоеност при живи риби, са разработени редица коефициенти, в които се включват повече екстериорни показатели. Така в ICR се взема под внимание и височината на тялото, а при IC - височината и обхватът на тялото.



Фиг. 3.1.1.1. Екстериорни профили на тялото при руска есетра от различен пол (100% - женски индивиди).



Фиг. 3.1.1.2. Екстериорни профили на главата при руска есетра от различен пол (100% - женски индивиди).

Табл. 3.1.1.3. Морфометрични индекси при Руска есетра.

Признак	Пол	X	Min	Max	±Sx	CV
CFF	F	0.97***	0.86	1.11	0.01	6.49
	M	0.87***	0.73	1.05	0.02	10.3
IC	F	13.8	12.80	16.20	0.16	5.38
	M	13.9	11.60	15.40	0.21	7.01
ICR	F	6.40***	5.75	7.28	0.08	5.90
	M	5.85***	5.09	6.87	0.10	8.21
INB	F	6.59	6.11	7.08	0.06	4.29
	M	6.72	5.44	7.15	0.10	6.49
IBB	F	12.20**	11.00	13.20	0.12	4.44
	M	11.50**	10.10	12.60	0.17	6.68
ILH	F	20.40*	19.10	21.80	0.15	3.33
	M	21.00*	18.60	22.30	0.22	4.77
IH	F	46.20***	43.10	50.10	0.39	3.83
	M	42.3***	37.60	45.40	0.50	5.46

Разликите между стойностите в рамките на признака са достоверни: *** $P<0.001$, ** $P<0.01$, * $P<0.05$

Данните в табл. 3.1.1.3. показват сходни тенденции при сравнение по CFF и ICR както при мъжки така и при женски руски есетри. Тези индекси демонстрират, че женските руски есетри при еднакви условия на отглеждането се отличават с достоверно ($P<0.001$) по – добра угоеност от мъжките на същата възраст. По отношение на IC и индекса на високогърбието не са установени достоверни разлики между отделните полове, а по дебелината на тялото разликата ($P<0.01$) е в полза на женските риби. Индексът на дългоглавието е по – голям ($P<0.05$) при мъжките риби, а индексът на сбитост - при женските ($P<0.001$).

В табл. 3.1.1.4. са представени меристични признаци при руска есетра от различен пол. В нашето изследване, броят на дорзалните щитчета при женските индивиди е от 9 до 13, а при мъжките от 8 до 13 (табл. 3.1.1.4.), като не е установена достоверна разлика по показателя при рибите от различен пол. Коефициентът на варирането е среден, като малко надвишава максималното ниво за ниска степен на вариране.

Броят на латералните костни щитчета от лявата страна на рибите варира от 24 до 30 при женските и от 25 до 32 при мъжките индивиди. По показателя е налице ниска степен на вариране. Установена е разлика между броя на латералните щитчета от лявата и от дясната страна. Отдясно броят им при женските риби варира от 22 до 31, а при мъжките от 25 до 32.

Женските риби имат достоверно по-малко вентрални костни щитчета и от лявата ($P<0.05$), и от дясната ($P<0.01$) страна. Максималният брой на вентрални щитчета и при мъжките и при женските риби от двете страни на тялото е еднакъв - 11. Минималният брой на вентрални щитчета на лявата страна при женските

риби е 7, а при мъжките 8. Осем е и минималното количество щитчета от дясната страната при рибите от двата пола.

Табл. 3.1.1.4. Меристични признаци при Руска есетра, cm

Признак	Пол	X	Min	Max	±Sx	CV
SD	F	11.30	9	13	0.25	10.30
	M	11.20	8	13	0.26	10.60
SL1	F	27.5	24	30	0.46	7.66
	M	28.10	25	32	0.51	8.23
SL2	F	27.10	22	31	0.46	7.66
	M	27.30	25	34	0.96	16.20
SV1	F	9.14*	7	11	0.25	12.30
	M	9.73*	8	11	0.18	8.50
SV2	F	8.86**	8	11	0.19	10.00
	M	9.68**	8	11	0.20	9.23
D	F	32.20	21	39	0.90	12.80
	M	34.50	23	45	1.12	15.00
A	F	19.90	16	25	0.44	10.10
	M	19.60	16	23	0.44	10.40

Разликите между стойностите в рамките на признака са достоверни: ** $P < 0.01$, * $P < 0.05$

Не са установени достоверни разлики между отделни полове руска есетра по количеството на лъчи в дорзалната и в аналната перка. При женските риби количеството на лъчите в дорзалната перка варира от 21 до 39, а в аналната - от 16 до 25. При мъжките съответно от 23 до 45 и от 16 до 23. Най – високо вариране, в рамките на средното, по броя на лъчите в перките на проучваните риби е установено за дорзална перка при мъжките индивиди.

3.1.2 Пластични, меристични признаци и морфометрични индекси при хибрид (F_1 *A. baeri* x *A. gueldenstaedtii*) от различен пол.

При морфометрични изследвания обикновено се изчисляват отношението на отделните измервания към дължината на тялото на рибите. Анализът на съотношение на отделните измервания към абсолютната дължина на тялото показва достоверна разлика между индивиди от различен пол по няколко показателя (Табл. 3.1.2.1.). При мъжки индивиди са по – високи стойностите на H/TL ($P < 0.01$); H1/TL ($P < 0.05$); LA/TL ($P < 0.01$) и по-ниски при AD/TL ($P < 0.05$); AV/TL ($P < 0.05$); AA/TL ($P < 0.05$); HD/TL ($P < 0.05$); HA/TL ($P < 0.05$); LP/TL ($P < 0.001$); LV/TL ($P < 0.05$); PV/TL ($P < 0.01$).

В есетровъдството хибридизацията обикновено се прилага за получаване на хибриди култивирани за месо. Формата на тялото при рибите е тясно свързана с месодайните характеристики.

Табл. 3.1.2.1. Съотношение на отделните измервания към обща дължина на тялото при хибриди (F₁ Ab x Ag), %

Признак	Пол	X	Min	Max	±Sx	CV
FL/TL	F	87.20	85.30	87.90	0.20	1.11
	M	86.60	75.10	89.80	0.58	3.31
SL/TL	F	81.70	78.80	84.20	0.27	1.60
	M	81.10	70.90	83.80	0.54	3.24
AD/TL	F	62.40*	60.00	64.60	0.27	2.10
	M	61.30*	58.40	63.90	0.30	2.37
AV/TL	F	54.00*	49.30	70.40	0.80	7.26
	M	51.90*	49.40	54.20	0.26	2.44
AA/TL	F	67.70*	63.90	70.10	0.29	2.09
	M	66.50*	60.60	69.90	0.41	3.01
SC/TL	F	10.30	9.08	11.00	0.10	4.71
	M	10.30	9.10	11.10	0.11	5.08
H/TL	F	11.60**	11.00	13.20	0.11	4.47
	M	12.30**	10.70	14.10	0.16	6.37
H1/TL	F	3.23*	2.91	3.85	0.04	5.75
	M	3.37*	2.91	3.83	0.04	6.35
C/TL	F	18.40	16.40	20.10	0.20	5.25
	M	18.60	16.50	21.0	0.18	4.83
PL1/TL	F	8.64	7.64	10.10	0.13	7.09
	M	8.68	7.48	10.80	0.14	7.94
PL2/TL	F	14.40	12.80	16.60	0.18	5.98
	M	14.30	13.00	15.20	0.13	4.39
LD/TL	F	11.24	9.72	12.62	0.12	5.26
	M	11.02	9.71	12.18	0.14	6.01
HD/TL	F	9.63*	8.02	10.70	0.13	6.77
	M	9.20*	8.22	10.60	0.13	6.76
LA/TL	F	5.43**	4.27	6.02	0.09	7.98
	M	5.89**	4.73	6.80	0.10	8.41
HA/TL	F	10.00*	8.21	11.10	0.14	6.96
	M	9.63*	7.99	10.40	0.12	6.20
LP/TL	F	12.90***	11.10	14.60	0.19	7.17
	M	11.60***	9.93	13.10	0.18	7.61
LV/TL	F	8.29*	5.09	9.71	0.18	10.50
	M	7.93*	6.99	8.83	0.10	5.89
PV/TL	F	34.80**	31.40	36.10	0.25	3.52
	M	33.70**	31.80	36.00	0.29	4.15
VA/TL	F	14.90	13.80	16.00	0.11	3.69
	M	15.00	13.40	17.10	0.15	4.89
CC/TL	F	36.60	34.10	40.60	0.32	4.35
	M	36.50	32.90	40.00	0.34	4.56

Разликите между стойностите в рамките на признака са достоверни: *** $P < 0.001$, ** $P < 0.01$, * $P < 0.05$

В табл. 3.1.2.2 са представени съотношения между пластични признаци на главата и нейната дължина. При мъжките риби роstrумът заема по-голям дял от главата ($P < 0.001$), в сравнение с женските.

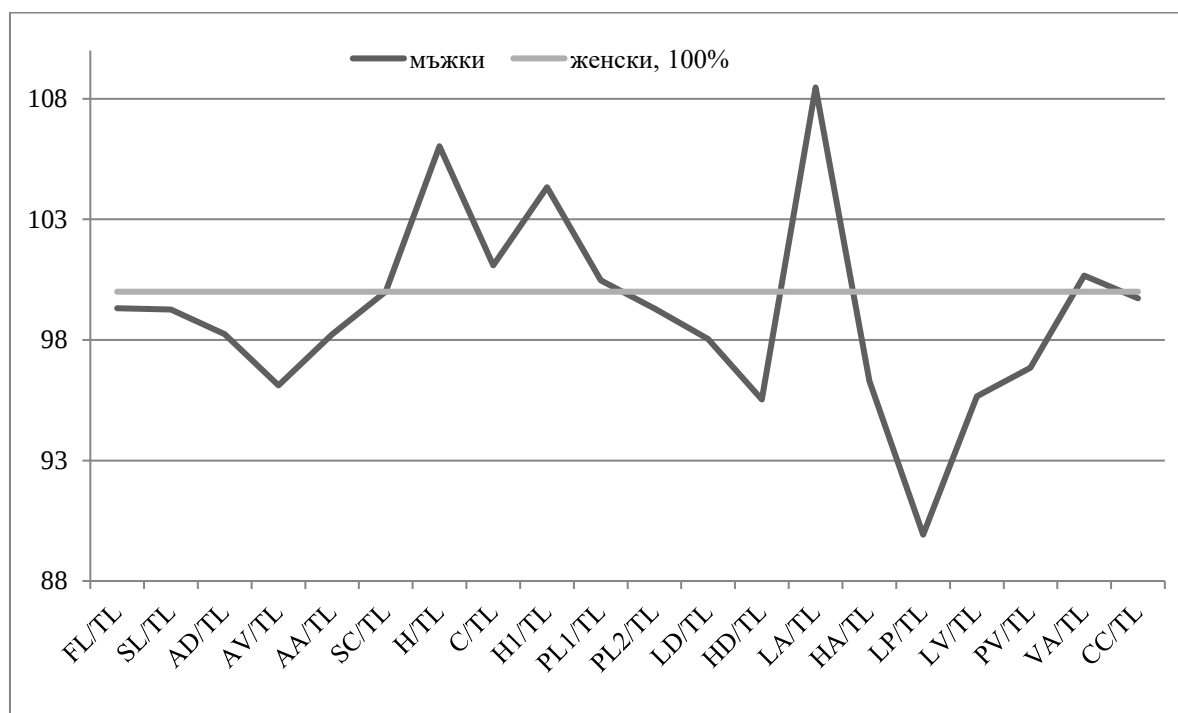
Табл. 3.1.2.2. Съотношение между пластични признаци на главата и нейната дължина при хибриди (Ab x Ag), %

Признак	Пол	X	Min	Max	$\pm Sx$	CV
% от дължината на главата						
R/C	F	37.30***	34.30	39.50	0.27	3.61
	M	42.00***	36.60	46.50	0.51	5.97
HC/C	F	44.80	39.00	53.60	0.72	7.89
	M	43.50	37.70	49.10	0.52	5.84
HCO/C	F	30.60*	26.60	33.70	0.36	5.83
	M	29.50*	26.50	32.50	0.38	6.32
CP/C	F	57.20***	51.70	60.10	0.38	3.27
	M	53.20***	47.80	58.30	0.57	5.25
O/C	F	7.74**	7.10	8.63	0.09	6.00
	M	7.26**	6.60	8.77	0.10	6.84
IO/C	F	34.20	30.80	38.3	0.33	4.80
	M	33.60	29.90	35.90	0.33	4.83
BC/C	F	45.00***	39.50	48.70	0.55	6.00
	M	41.40***	38.10	46.30	0.38	4.50
RC/C	F	16.00***	13.70	17.90	0.22	6.73
	M	20.70***	15.00	26.50	0.64	15.10
RR/C	F	38.90***	35.60	41.70	0.29	3.60
	M	43.30***	37.10	48.20	0.64	7.24
RL/C	F	23.60	20.90	25.30	0.23	4.83
	M	23.00	20.80	26.40	0.32	6.73
LC/C	F	21.00	16.20	25.90	0.50	11.60
	M	19.90	13.30	23.20	0.49	12.00
SRC/C	F	31.20	27.60	35.20	0.39	6.11
	M	31.30	27.10	35.20	0.40	6.23
SRR/C	F	47.00***	42.40	50.30	0.44	4.61
	M	43.60***	38.30	48.30	0.47	5.23
SO/C	F	35.80***	33.20	38.10	0.26	3.53
	M	32.20***	29.40	36.90	0.39	5.90
IL/C	F	5.58*	2.13	8.13	0.28	24.70
	M	6.43*	4.11	9.64	0.31	23.50
в % от широчината на устата						
IL/SO	F	15.50***	9.54	22.10	0.75	23.70
	M	20.00***	14.00	28.70	0.91	22.40

Разликите между стойностите в рамките на признака са достоверни: *** $P < 0.001$, ** $P < 0.01$, * $P < 0.05$

Рострумът при женските риби заема от 34.3 до 39.50% от дължината на главата, а при мъжките съответно от 36.60 до 46.50%.

По съотношението на голямата височина на главата към нейната дължина няма достоверна разлика между женските и мъжките хибриди. Достоверна разлика в полза на женските риби ($P < 0.05$) е установена по отношението на най – малката височина към дължината на главата.

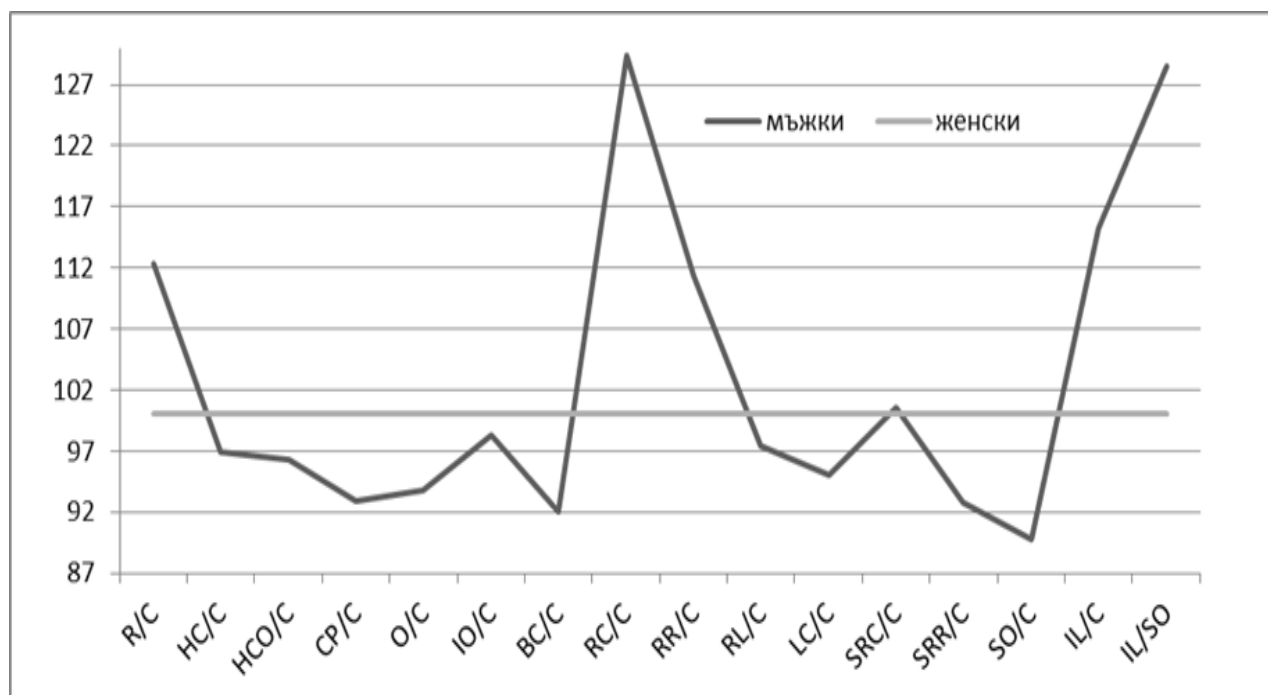


Фиг. 3.1.2.1. Екстериорни профили на тяло при хибриди от различен пол (100% - женски индивиди).

При женските риби достоверно са по – големи съотношенията към дължината на главата на дължината на задочното пространство ($P < 0.001$); диаметъра на очите ($P < 0.01$); широчината на главата ($P < 0.001$), устата ($P < 0.001$) и рострума при хрущялната арка ($P < 0.001$); а при мъжките съответно на дължината от началото на рострума до корените на мустачките ($P < 0.001$); от края на рилото до арката на устата ($P < 0.001$); широчината на прекъсването на долната устна ($P < 0.05$). Значително по-голямо ($P < 0.001$) е и съотношението на прекъсването на устата към нейната дължина при мъжките риби.

Екстериорните профили на тялото на хибрида са представени на Фиг. 3.1.2.1., а тези на главата на Фиг. 3.1.2.2.

В табл. 3.1.2.3 са представени морфометрични индекси при хибрида. Екстериорните индекси се вземат за основа при провеждане на селекционна работа с риби. Особено са важни индексът на високогърбие и индексът на сбитост. Те характеризират производителите и са пряко свързани с продуктивните показатели.



Фиг. 3.1.2.2. Профили на главата при хибрида от различен пол (100% - женски индивиди).

Табл. 3.1.2.3. Морфометрични индекси при хибриди (Ab x Ag).

Признак	Пол	X	Min	Max	±Sx	CV
CFF	F	0.91	0.84	1.13	0.01	7.90
	M	0.93	0.81	1.33	0.02	12.50
IC	F	14.30*	12.50	15.60	0.14	4.65
	M	13.70*	11.60	15.90	0.23	8.08
ICR	F	6.39	5.43	7.06	0.08	6.00
	M	6.18	5.00	8.12	0.13	10.30
INB	F	7.03**	6.14	7.40	0.06	4.02
	M	6.64**	11.30	7.73	0.09	6.60
IBB	F	12.50	11.90	13.70	0.11	4.40
	M	12.70	11.30	13.90	0.15	5.63
ILH	F	22.50	20.10	24.40	0.18	4.02
	M	22.90	20.60	25.60	0.20	4.31
IH	F	44.80	41.70	49.90	0.39	4.23
	M	45.10	40.20	51.10	0.48	5.24

Разликите между стойностите в рамките на признака са достоверни: *** $P < 0.001$, ** $P < 0.01$, * $P < 0.05$

Не установихме достоверни различия между женски и мъжки риби по индексите на угоеност CFF и ICR, но при женските риби достоверно са по-високи стойности на IC ($P < 0.05$). В индекса IC фигурира обхватът на тялото, като по-обемистата коремна област е свързана обикновено с по-масивни гонади при женските индивиди. При женските риби са по – високи стойностите на

индекса на високогърбието ($P < 0.01$). По останалите индекси разликите между двата пола не са достоверни.

В нашето проучване при хибрида варирането на индексите е от ниско до средно, като при повече от индексите варирането е ниско ($< 10\%$). По – високи, до средни стойности на варирането са установени при индекс CFF и ICR за мъжките риби. И двата индекса са свързани с угоеността на рибите.

В табл. 3.1.2.4. са представени резултати от анализа на меристичните признаци при хибридите от различен пол.

Табл. 3.1.2.4. Меристични признаци при хибриди (Ab x Ag), cm

Признак	Пол	X	Min	Max	$\pm S_x$	CV
SD	F	13.10***	10	16	0.26	9.67
	M	11.70***	9	14	0.23	9.70
SL1	F	35.40*	29	41	0.62	8.58
	M	33.40*	27	40	0.68	10.00
SL2	F	35.2*	27	39	0.52	7.20
	M	33.60*	27	39	0.72	10.50
SV1	F	9.88	8	8	0.23	11.40
	M	9.60	7	13	0.26	13.40
SV2	F	9.96**	8	12	0.23	11.40
	M	9.32**	7	11	0.23	12.30
D	F	38.40*	28	45	0.75	9.60
	M	36.10*	31	44	0.68	9.19
A	F	21.00*	13	26	0.70	16.30
	M	18.90*	15	24	0.45	11.80

Разликите между стойностите в рамките на признака са достоверни: *** $P < 0.001$, ** $P < 0.01$, * $P < 0.05$

В повечето проучвания на морфометрични признаци не се посочва полът на изследваните риби. В нашето проучване по броя на вентралните щитчета от лявата страна няма достоверна разлика между рибите от различен пол, а от дясната страна по-голям ($P \leq 0.01$) имат женските риби, като броят им варира от 8 до 12. При женските риби броят на дорзалните костни щитчета е по-голям ($P \leq 0.001$), като варира от 10 до 16. При мъжките риби показателят варира от 9 до 14. Достоверна ($P < 0.05$) е разликата, в полза на женските риби, и по броя на латералните щитчета от лявата и от дясната страна.

Достоверно по-голям ($P \leq 0.05$) брой лъчи в дорзалната и аналната перка имат женските риби. Анализът показва като цяло по – високо вариране по броя на лъчите в аналната перка и по броя на вентралните щитчета.

Получените в нашето изследване резултати по характеристика на морфометричните особености на хибрида Сибирска и Руска есетра могат да бъдат полезни не само за аквакултурата, но и при работа с естествени популации. Въпросите за „генетичното замърсяване“ са особено актуални за есетровите видове в природата. Развитието на есетровъдството е един от

инструментите, насочени към намаляване на антропогенния натиск върху застрашени естествени популации, в също време есетровата аквакултура носи потенциални рискове.

3.2. Полово развитие на женски и мъжки риби от семейство Acipenseridae, отглеждани при условия на суперинтензивна садкова технология.

Ехографските методи дават много добра възможност за неинвазивно определяне на пола. Правят се опити и за използването им при определяне на развитие на гонадите при есетровите риби. Прилагане на този метод обаче, изисква натрупване на голям обем знания относно половото развитие на различни видове есетрови риби. Визуалната структура, на сканирания обект, може да бъде хомогенна или хетерогенна, в зависимост от ехогенността на различните структури, които изграждат дадения орган или тъкан. Например, хомогенна структура е характерна за зрелите семенници, докато яйчниците се характеризират с хетерогенна такава.

3.2.1. Сравнителен анализ на развитие на яйчниците при изследваните риби. Фази на зрялост.

При всички изследвани индивиди на ултразвуковото изображение яйчниците се виждаха като хетерогенни структури със смесена ехогенност с неравномерни граници без туника. Маснатата част на яйчника се визуализираше във формата на по – тъмни области, различаващи се ясно от по – ярката генеративна тъкан.

В табл. 3.2.1.1. са представени характеристиките на гонадите при женски индивиди от всички изследвани групи (генотип и възраст в рамките на всеки генотип) в началото (пролетен период) и края (есенно-зимен период) на вегетационния период.

През пролетта между 5 и 7 годишните руски есетри е налице достоверна разлика (41.8 % ($p < 0.05$)) по отношение на площта на гонадите при трансверзален изглед в полза на по – възрастните риби. При по – голяма разлика във възрастта се наблюдават и промени при повече признаци. Така между 5 и 8 годишните женски руски есетри има достоверно нарастване на височината (над 2 пъти; $p < 0.001$) и площта (2 пъти; $p < 0.001$) на яйчника. Между 6 и 8 годишните, където разликата във възрастта е само 2 години се наблюдава достоверна разлика ($p < 0.01$) само при площта на яйчника, като разликата е 62.5 % в полза на по – възрастните риби, а между 7 и 8 годишните с възрастта се наблюдава над два пъти нарастване ($p < 0.001$) на височината на яйчника и на площта нарастването е с 44.8 % ($p < 0.05$). В края на вегетационния период, при руските есетри с различна възраст се наблюдават подобни тенденции както и през пролетта. Между 5 и 7 годишните риби с възрастта се наблюдава с 68.4 % ($p < 0.05$) нарастване на площта на гонадите. Между 6 и 7 годишните височината

на яйчника е по – голяма с 50 % ($p<0.01$), а площта с 45.6 % ($p<0.001$). Между 6 и 8 годишните разликите са достоверни и при трите признака. При по – възрастните риби височината на яйчника е по – голяма с 46 % ($p<0.001$), на обхвата с 33.8 % ($p<0.001$) и на площта с 45.6 % ($p<0.05$).

Табл. 3.2.1.1. Характеристика на гонадите при женски индивиди през пролетен и есенно-зимен период.

Сезон	Признаци								
	Височина, cm			Обхват, cm			Площ, cm		
	$\bar{X}$	$\pm Sx$	CV	$\bar{X}$	$\pm Sx$	CV	$\bar{X}$	$\pm Sx$	CV
Ag₅ *									
Пролет	0.92 at	0.29	35.40	7.03	2.22	25,36	1,29 ad	0.41	33.43
Есен	1.51 t	0.48	27.85	7.17	2.27	42,60	2,12 j	0.67	64.85
Ag₆									
Пролет	1.78	0.56	12.58	6.29	1.99	21.92	1.63 c	0.52	30.08
Есен	1.27 gi	0.40	16.93	6.48 h	2.05	13.78	1.84 fk	0.58	28.25
Ag₇									
Пролет	1.07 bu	0.34	17.39	7.19	2.27	13.76	1.83 deu	0.58	28.03
Есен	1.91 iu	0.61	24.90	9.27	2.93	7.16	3.57 fju	1.13	31.72
Ag₈									
Пролет	2.32 ab	0.73	39.50	7.78	2.46	29.96	2.65 ace	0.84	33.41
Есен	1.86 g	0.59	18.10	8.67 h	2.74	12.53	2.68 k	0.85	35.48
Hy₅									
Пролет	1.39 lw	0.49	20.01	6.19	2.19	15.89	1.57 nv	0.56	30.09
Есен	2.43 w	0.92	30.10	9.44 q	3.57	8.65	4.31 sv	1.63	40.49
Hy₆									
Пролет	1.93 lo	0.61	19.57	7.83	2.48	27.54	2.38 nz	0.75	34.03
Есен	1.96	0.62	27.80	8.80	2.78	25.34	3.73 z	1.18	46.64
Hy₇									
Пролет	1.83 x	0.61	18.15	7.29 w	2.43	26.11	1.84	0.61	36.83
Есен	2.36 x	0.89	8.70	10.40 rw	3.93	17.69	4.35 p	1.64	17.39
Hy₈									
Пролет	2.36 o	0.75	16.16	7.83	2.48	26.93	2.28	0.72	44.87
Есен	2.04	0.72	17.19	7.52 qr	2.66	15.57	2.67 ps	0.94	17.34
Ab₃									
Пролет	1.82	0.57	30.94	6.86	2.17	23.82	1.45	0.46	35.98
Есен	2.17	0.69	11.49	8.23	2.60	22.42	2.56	0.81	43.28

* - Индексът означава възрастта на рибите в години. Разликите между стойностите означени с еднакви символи са достоверни: a, b, f, g, h, p, v, u - $P<0.001$; c, i, l, q, r, t, w, x - $P<0.01$; d, e, j, k, n, o, s, z - $P<0.05$

При 5 и 7 годишните риби е налице и сезонно достоверно нарастване на гонадите, като при 5 годишните височината на яйчника през вегетационния период се е увеличила с 64 % ($p<0.01$), а при 7 годишните височината и площта са нараснали съответно със 78.5 % ($p<0.001$), и почти двойно ($p<0.001$).

При хибрида в началото на вегетационния период още между 5 и 6 годишните индивиди по отношение на размера на яйчниците е налице достоверна разлика в полза на по – възрастните риби, като височината е по – голяма с 38.8 % ($p<0.01$), а площта с 51.6 % ($p<0.05$).

Разликата между 5 и 7 годишните риби по височината на яйчника е съставила 31.6 % ($p<0.01$) в полза на по-възрастните риби. Височината на гонадите при 8 годишните женски хибриди е по-голяма с 22.2% ($p<0.05$) в сравнение с 6 годишните.

В края на вегетационния период при хибридите на 8 годишна възраст констатирахме по – малки стойности по отношение на обхвата и площта в сравнение с 5 годишните, като по възрастните риби имат 25.5 % ($p<0.01$) по – малък обхват и 61.4 % ($p<0.05$) по – малка площ. Вероятно това се дължи на натрупването на повече овариална мазнина за сметка на генеративната част на яйчника. Аналогична тенденция наблюдаваме и между 7 и 8 годишните риби, където обхватът при по – възрастните е по – малък с 38.3 % ($p<0.01$), а площта съответно с 62.9 % ($p<0.001$).

При 5, 6 и 7 годишните хибриди е налице и сезонно нарастване на някои показатели, характеризиращи гонадите, като например при 5 годишните височината от началото до края на вегетационния период се е увеличила с 53.2 % ($p<0.01$), а площта почти три пъти ($p<0.001$). При 6 годишните достоверно ($p<0.05$) се е увеличила площта с 56.7%. При 7 годишните височината е нараснала с 28.9% ($p<0.01$), а обхватът с 42.6% ($p<0.01$).

В нашето проучване през пролетта при 5 годишните руски есетри височината на яйчниците е била 0,92 см, а този показател при 8 годишните индивиди от същия вид е 2,32 см, което явно показва много по – добро развитие на полови жлези при по – възрастните риби (табл. 3.2.1.1.).

Таблица 4.2.1.2. представя състоянието на гонадите по отношение фазите на зрялост при групи с различен произход и възраст. Добре се вижда, че по – голяма част от по – възрастните риби са преминали към фаза F3 и F4 (F4i и F4c). При руските есетри на 5 годишна възраст се вижда, че всички индивиди са се развили най – много до края на 2-ра фаза, като през пролетта в тази фаза са се намирали 30% от рибите. При 6-годишните риби през пролетта 50% от рибите са достигнали до фаза F2sf, като нямаше риби във фаза F2f.

С нарастване на възрастта при 7 годишните руски есетри 10 % от индивидите и през пролетния, и през есенно зимния сезон вече са преминали във фаза F3.

При хибрида на 5 годишна възраст няма нито един индивид, който да се намира във фаза F4 нито през пролетта, нито през есента. При тази група есента 30% от рибите са достигнали фаза F3. Вече при 6 годишен хибрид през есента са установени 36% от рибите във фаза F3, 24% във фаза F4i и 4% във фаза F4c. Необходимо е да се отбележи, че при 7 годишни хибриди нито пролетта, нито есента не бяха установени индивиди с развитие на яйчника в четвърта фаза.

Максимална фаза на развитието е била F3, установена есента при 30% от рибите.

По-добро развитие на яйчника се вижда вече при 8 годишните хибриди. През пролетния сезон в тази група рибите са били с развитието до фаза F2-3, докато през есента в тази фаза са били 5% от рибите, 45% са били в F3, 5% в F4i и 15% са достигнали фаза F4с.

Анализът на получените данни показва, че при култивиране в проучените условия, женските хибриди изпреварват значително по половото развитие руските есетри от същите пол и възраст.

При сибирската есетра (Табл. 3.2.1.2.) през есенния период от анализирания индивиди 30 % се намират във фаза F2-3, която е междинна и показва прехода от F2f към F3. За сравнение през пролетния сезон само 10 % от индивидите се намирили във фаза F2-3. Повечето женски се намират във F2sf и F2 f, като и през пролетния, и през есенно-зимния сезон 20 % от рибите са във F2sf, а във F2f през пролетта са 70 % от индивидите и през есента – 50 %.

Табл. 3.2.1.2. Фази на зрялост при женски риби на различна възраст съгласно класификацията на Трусов (1972), чрез ехографско изследване по Chebanov и Galich (2013), % от стадото

Вид	Възраст, години	Сезон	Фази на зрялост									
			F1	F2	F2sf	F2f	F2-3	F3	F4i	F4с	F5	F6
Ag	5	Пролет	-	-	70	30	-	-	-	-	-	-
		Есен	-	50	40	10	-	-	-	-	-	-
	6	Пролет	-	50	50	-	-	-	-	-	-	-
		Есен	-	50	20	30	-	-	-	-	-	-
	7	Пролет	-	10	60	20	-	10	-	-	-	-
		Есен	-	10	60	20	-	10	-	-	-	-
	8	Пролет	-	-	60	40	-	-	-	-	-	-
		Есен	-	-	50	50	-	-	-	-	-	-
Hy	5	Пролет	-	-	30	50	20	-	-	-	-	-
		Есен	-	-	10	10	50	30	-	-	-	-
	6	Пролет	-	20	40	20	20	-	-	-	-	-
		Есен	-	-	4	16	16	36	24	4	-	-
	7	Пролет	-	-	50	30	20	-	-	-	-	-
		Есен	-	-	10	40	20	30	-	-	-	-
	8	Пролет	-	-	10	80	10	-	-	-	-	-
		Есен	-	-	10	20	5	45	5	15	-	-
Ab	3	Пролет	-	-	20	70	10	-	-	-	-	-
		Есен	-	-	20	50	30	-	-	-	-	-

3.2.2. Динамика на развитие на семениците

При руските мъжки индивиди няма достоверни различия по измерените показатели между отделни проучени групи (табл. 3.2.2.1), нито между отделните възрасти, нито в различните сезони в рамките на една възраст.

Табл. 3.2.2.1. Характеристика на гонадите при мъжки индивиди в началото и края на вегетационния период.

Сезон	Признаци								
	Височина, cm			Обхват, cm			Площ, cm		
	X	±Sx	CV	X	±Sx	CV	X	±Sx	CV
Ag₅ *									
Пролет	1.32	0.42	15.79	6.86	2.17	14.30	2.52	0.80	26.97
Есен	1.31	0.42	9.96	6.96	2.20	12.74	2.68	0.85	30.05
Ag₇									
Пролет	1.45	0.46	22.38	6.96	2.20	9.08	2.51	0.79	20.80
Есен	1.52	0.48	19.36	6.81	2.15	12.27	2.64	0.83	28.01
Hу₇									
Пролет	1.16 d	0.37	30.45	5.69 b	1.80	11.04	1.63 b	0.52	25.89
Есен	1.63 d	0.51	27.34	7.29 b	2.30	19.29	3.17 b	1.00	40.16
Ab₃									
Пролет	0.96	0.30	22.09	5.25 c	1.66	9.63	1.54 a	0.49	17.92
Есен	1.61	0.51	21.84	6.14 c	1.94	10.83	2.70 a	0.85	30.42

Разликите между стойностите означени с еднакви символи в редовете са достоверни: *a* – $P < 0.001$; *b*, *c* – $P < 0.01$; *d* – $P < 0.05$

При хибрида, за разлика от руската есетра, е установено достоверно нарастване от пролетта до края на вегетационния период (есенно-зимен сезон) и при трите измервани показателя. Височината на семенника се е увеличила с 40.5 % ($p < 0.05$), обхватът с 28 % ($p < 0.01$), а площта на практика се е увеличила двойно ($p < 0.01$).

При сибирската есетра на 3 годишна възраст от началото до края на вегетационния период обхватът на семенника е нарастнал с 16 % ($p < 0.01$), а площта със 75 % ($p < 0.001$).

Таблица 3.2.2.2 представя състоянието на гонадите по отношение фазите на зрялост при отделните възрастови и видови групи мъжки есетрови риби и хибриди. При сибирските есетри, които са най – млада проучвана група, гонадите са по – слабо развити в сравнение руска есетра и хибрида.

При руските есетри на пет години през пролетния сезон 80 % от индивидите са се намирили във фаза М3 и 20 % във фаза М4, а през есенно-зимния обратно, 20 % във фаза М3 и 80 % във фаза М4. При седем годишните през пролетта 30 % са били във фаза М3 и 70 % във фаза М4, а през есента 70 % във М3 и 30 % в М4. При хибрида на седем години през пролетния сезон повечето индивиди се намираха във фаза М3 – 80 %, докато през есенно-зимния 70 % от рибите са във М4.

Табл. 3.2.2.2. Фази на зрялост при мъжки риби на различна възраст, % от стадото (съгласно класификацията на Трусов (1972), чрез ехографско изследване по Chebanov и Galich (2013))

Вид	Възраст, години	Сезон	Фази на зрялост						
			M1	M2	M2sf	M2f	M3	M4	M5
Ag	5	Пролет	-	-	-	-	80	20	-
		Есен	-	-	-	-	20	80	-
	7	Пролет	-	-	-	-	30	70	-
		Есен	-	-	-	-	70	30	-
Hy	7	Пролет	-	-	-	10	80	10	-
		Есен	-	-	-	-	30	70	-
Ab	3	Пролет	-	-	-	30	70	-	-
		Есен	-	-	-	70	30	-	-

3.3. Характеристика на спермопродукция на риби от семейство Acipenseridae, отглеждани при условия на суперинтензивна садкова технология

При отглеждане в индустриални стопанства, рибите се намират в необичайни за тях условия, което се отразява на растежа и развитието им. В тази връзка качествените характеристики на спермата на есетрови риби, отглеждани в условията на суперинтензивна садкова технология, се отнасят към най-важните характеристики, определящи ефективността на производството. В раздел 3.3.1. са представени отделни характеристики на сперма на руска есетра на различна възраст, а в раздел 3.3.2. – на хибрида на сибирска и руска есетра на различна възраст. В настоящото изследване е приложен най – модерният метод за анализиране на спермата - CASA системата.

3.3.1. Руска есетра

В табл. 3.3.1.1. са представени основни показатели на спермата на руска есетра на отделни възрасти

Обемът на еякулата при руска есетра в нашето проучване варира от 10.5 до 153.0 ml; концентрацията и подвижността на сперматозоиди съответно от 56.89 до 2917.15 $1.10^6/ml$, и от 11.90 до 100 %. Обемът на еякулата е една от най-важните макроскопски характеристики. В нашето изследване при руска есетра обемът на еякулатите е с много високо вариране, като при групата 8- годишни CV достига 76.96%. Максималният за проучването обем е 153 ml (7-годишна Ag), а минималният 10.50 ml (8-годишна Ag). Седемгодишните риби като цяло имат най-голям обем на еякулата. Разликата по показателя с 8-годишните индивиди достига над 2.5 пъти ($p<0.05$), а с 9-годишните - 28.9%, но тя е недостоверна. Достоверна е разликата по обема между 8- и 9-годишните индивиди, в полза на последните (98.8%; $p<0.05$).

Табл. 3.3.1.1. Показатели, характеризиращи качеството на спермата при руска есетра

Параметри	Показатели		
	Обем, ml	Подвижност, %	Концентрация, $1.10^6/\text{ml}$
7-годишна възраст (n=5)			
X	114.80 c	97.00 c	723.46
±Sx	14.53	8.41	270.65
CV	33.64	5.44	67.48
min	60.00	87.80	113.77
max	153.00	100.00	1450.09
8-годишна възраст (n=8)			
X	44.81 cd	53.98 cd	1128.63
±Sx	11.49	6.65	213.97
CV	76.96	65.33	84.01
min	10.50	11.90	56.89
max	113.00	99.60	2917.15
9-годишна възраст (n=15)			
X	89.07 d	98.54 d	983.82
±Sx	8.40	4.85	158.26
CV	32.99	1.12	37.54
min	16.00	96.10	136.73
max	120.00	100.00	1510.97

Разликите между стойностите означени с еднакви символи във всяка колона са достоверни: c,d - $p < 0.05$

Най-висока подвижност на сперматозоидите в нашето проучване е отчетена при 9 годишните риби (98.54 %), като при 7-годишните тя е по-ниска с 1.56%, при недостоверна разлика. При 8-годишна руска есетра подвижността е значително по-ниска, като разликата с 9-годишните съставлява 82.55% ($p < 0.05$), а със 7-годишните – 79.69% ($p < 0.05$). Подвижността варира от 11.90 (8-годишни) до 100% (7- и 9-годишни). Прави впечатление, че 8-годишните риби имат сперма с най-ниска подвижност при най-малкия обем. Както и по обема при тези риби и при подвижността коефициентът на варирането е много висок – 65.33%.

В нашето проучване максимална и минимална стойност на концентрация на спермата при руска есетра е отчетена при 8-годишна есетра, съответно 56.89 и 2917.15 $\times 10^6/\text{ml}$, като CV отново е най-висок при тази група (84.01%). При тази група средна концентрация е най-висока в рамките на проучването, като разликата със 7- и 9-годишна руска есетра е съставила съответно 1.6 пъти и 14.7%.

Въпреки, че процентът общо подвижни сперматозоиди и такива с праволинейно-настъпателни движения са най – използваните параметри при

анализа на подвижността, смята се, че **скоростта и отделните нейни параметри (VCL, VSL, VAP, LIN, STR, WOB)** най – точно може да характеризират качество на спермата. В нашето проучване по VCL е установена достоверна разлика между трите проучвани групи руска есетра ($p < 0.05$). Показателят варира от 14.40 (8-годишни) до 160.03 (9-годишни). Средната скорост на придвижването по същинската траектория (VCL) е най-висока при 9-годишна руска есетра, като разликата със 7- и 8- годишна съответно е 85.3% и над 2.7 пъти (табл. 3.3.1.2.).

Табл. 3.3.1.2. Мотилитет на сперматозоиди в спермата на руска есетра

Пара- метри	Показатели							
	VCL, µm/s	VSL, µm/s	VAP, µm/s	LIN, %	STR, %	WOB, %	ALH, µm	BCF, Hz
7-годишна								
X	88.00 c	27.16 c	48.68 c	31.30 c	55.66 c	55.96 c	4.054 c	4.290 c
±Sx	15.52	8.59	10.68	7,01	6,22	6,46	0.649	0.879
CV	34.55	31.59	30.89	18.00	6.57	11.77	30.24	29.94
min	62.30	18.50	34.00	26.70	51.10	52.20	3.00	3.10
max	139.50	40.00	73.30	41.00	60.70	67.60	6.10	6.20
8-годишна								
X	46.06 c	15.90d	25.08 d	32.34 d	56.28 d	48.65 d	1.613 cd	2.750 d
±Sx	12.27	6.79	8.44	5,54	4,92	5.11	0.513	0.695
CV	95.18	88.27	96.36	78.39	43.62	50.09	132.82	105.18
min	14.40	0.50	1.80	3.40	28.00	12.20	0	0
max	143.90	34.80	69.90	73.90	93.90	78.70	6.30	7.30
9-годишна								
X	128.90c	69.11 cd	95.00 cd	53.69 cd	72.05 cd	73.87cd	3.559 d	6.502 cd
±Sx	8.96	4.96	6.17	4.05	1.65	3.73	0.375	0.508
CV	23.61	33.61	27.08	19.39	8.86	10.74	28.58	23.08
min	29.05	16.85	22.89	36.92	60.64	60.22	0.68	1.21
max	160.03	116.24	140.17	72.64	82.93	87.59	5.14	7.56

* VCL - придвижване по същинска траектория; VSL - скорост по права линия; VAP - скорост по средно изминатия път; LIN - линейност; STR - процент на праволинейно - движещите се сперматозоиди; WOB - коефициент на трептене; ALH - амплитуда на латерално преместване на главичката; BCF - честота на трептене на опашката. Разликите между стойностите означени с еднакви символи във всяка колона са достоверни: c, d - $p < 0.05$

Резултатите по отношение на скоростта по права линия (VSL) показват, че 9- годишните превъзхождат значително 7- (2.5 пъти; $p < 0.05$) и 8- годишните (4.3 пъти; $p < 0.05$). Същото важи и за повечето от показателите на мотилитета, които са достоверно ($p < 0.05$) по-високи при 9-годишните риби в сравнение със 7- и 8-годишните - скоростта по средно изминатия път (VAP) съответно 95.15% и 3.8 пъти; линейността (LIN) – с 71.5% и 66.02%; процент на праволинейно - движещите се сперматозоиди (STR) - 29.45 и 28.02%; коефициентът на трептене (WOB) с 32.0 и 51.83%; честотата на трептене на опашката (BCF) с 51.56% и

2.36 пъти. Единственият показател, по който най-възрастните индивиди не превъзхождат всички по-млади риби е амплитудата на латералното преместване на главичката (ALH). Най-висока стойност на показателя е установена при 7-годишни риби, като разликата с 8- и 9-годишни е съставила съответно 2.5 пъти ($p<0.05$) и 13.9%. Разликата по ALH между 8- и 9-годишни риби е достоверна ($p<0.05$) и съставлява 2.2 пъти.

Табл. 3.3.1.3. Разпределение на сперматозоидите според характеристика на движението и скоростта им в спермата на руска есетра, %

Параметри	Показатели					
	Бързи	Средно бързи	Бавни	Статични	С неправолінейно-настъпателно движение	С праволинейно-настъпателно движение
7-годишни						
X	42.84 с	35.14 с	19.02	3.00 с	85.92 cd	11.08 с
±Sx	15.53	8.11	8.86	2.64	2.41	2.59
CV	72.51	46.15	93.12	175.89	5.61	46.74
min	14.80	16.20	0.30	0	80.20	6.50
max	83.50	60.50	41.40	12.30	90.10	19.80
8-годишни						
X	13.15 cd	11.24 с	29.55 с	46.04 cd	48.97 с	4.99 d
±Sx	10.36	3.96	7.15	12.47	11.47	1.70
CV	222.56	99.59	68.48	76.55	66.21	96.40
min	0	0	0.80	0.40	11.90	0
max	85.00	27.60	58.60	88.10	92.20	12.50
9-годишни						
X	67.12d	21.61	9.81 с	1.46 d	63.76 d	34.78 cd
±Sx	4.97	3.87	1.35	0.28	2.90	2.63
CV	28.69	69.28	53.21	75.18	17.60	29.24
min	37.39	5.54	0.36	0	38.60	24.94
max	90.80	43.62	17.67	3.90	75.00	57.49

Разликите между стойностите означени с еднакви символи във всяка колона са достоверни: с, d - $p<0.05$

В нашето проучване 9- годишните риби имат сперма с по-добри показатели на мотилитета на сперматозоидите, като най – възрастните индивиди превъзхождат по – младите при 7 от 8 проучени показателя. Обобщавайки данните за движението на сперматозоиди при руска есетра може да се посочи, че VCL варира от 14.40 до 160.03 $\mu\text{m/s}$; VSL от 0.50 до 116.24 $\mu\text{m/s}$; VAP от 1.80 до 140.17 $\mu\text{m/s}$; LIN от 3.40 до 73.90 %; STR от 28.0 до 93.90 %; WOB от 12.20 до 87.59 %; ALH от 0 до 5.14 μm ; BCF от 0 до 7.56 Hz.

Най-възрастните риби имат и по-добри показатели, характеризиращи скоростта и характеристиката на движението на сперматозоидите (табл. 3.3.1.3.). При тях е най-голямо количество на бързи сперматозоиди (67.01%), най-малко е на статичните (1.46%). Най-малкото количество на бързите

сперматозоиди е установено при 8-годишни риби, като разликата по показателя със 7- и 9-годишни съставлява съответно 3.26 ($p<0.05$) и 5.10 пъти ($p<0.05$). Средно-бързи сперматозоиди са най-много при най-младите риби, като разликата по показателя с 8-годишните е достоверна (3.13 пъти; $p<0.05$). Най-голямо количество на сперматозоидите с праволинейно-настъпателно движение е установено при най-възрастните риби, като разликата е достоверна ($p<0.05$) и със 7- и с 8-годишните риби, съответно 3.14 и 6.97 пъти.

Табл. 3.3.1.4. Ензимна активност на сперма на руска есетра във воден и в тритонов екстракт, UI/L

Пара- метри	Показатели*							
	Във воден екстракт				В тритонов екстракт			
	AP	GGT	СК	LDH	AP	GGT	СК	LDH
7-годишна (n=5)								
X	732.00c	19.39	598.04c	929.8c	604.13c	4.75 c	82.74c	465.67
±Sx	93.11	3.96	37.08	84.79	55.32	1.07	10.08	92.00
CV	31.13	46.77	28.35	20.05	43.16	40.39	27.47	47.64
min	435.00	10.93	421.00	744.30	293.00	2.33	52.00	211.30
max	998.00	33.04	813.00	1211.00	933.20	7.62	113.3	766.20
8-годишна (n= 3)								
X	310.67cd	25.07	37.08cd	346.42cd	56.67cd	23.02cd	27.65cd	535.38
±Sx	120.20	5.08	72.84	109.46	71.41	1.38	13.02	118.77
CV	152.93	71.03	91.10	82.72	78.77	21.94	26.65	75.58
min	21.00	4.82	1.60	175.77	27.00	17.74	23.15	108.98
max	859.00	38.29	68.87	677.27	108.00	27.81	36.15	914.05
9-годишна (n=15)								
X	758.40d	18.94	636.00d	896.33d	601.27d	5.80d	72.80d	471.07
±Sx	53.76	2.27	32.57	48.95	31.94	0.62	5.82	53.12
CV	16.06	34.04	18.84	19.22	7.71	31.77	32.82	32.19
min	548.00	11.54	428.00	677.00	487.00	3.56	49.00	280.00
max	934.00	32.43	874.00	1210.00	673.00	9.62	116.00	720.00

*AP - алкална фосфатаза; GGT - гамаглутамилтрансфераза; СК - креатин киназа; LDH - лактат дехидрогеназа

Разликите между стойностите означени с еднакви символи във всяка колона са достоверни: c, d - $p<0.05$

Като цяло може да се посочи, че при 8-годишните риби сперматозоидите са с най-лоши показатели, характеризиращи движението, като процентът на статичните достига 46.04%, което надвишава достоверно ($p<0.05$) същите при 7- и 9- годишни съответно с 15.35 и 31.53 пъти.

В нашето проучване са изследвани нива на основни ензими както във воден, така и в тритонов екстракт (табл. 3.3.1.4.). Прави впечатление, че при повечето от проучените ензими, спермата на 8-годишна руска есетра има значително по-ниски нива. По AP, СК, LDH във воден екстракт разликата на тази група със 7- и 9-годишните е достоверна ($p<0.05$) и съставлява съответно: 2.36 и 2.44 пъти; 16.03 и 17.05 пъти; 2.68 и 2.59 пъти. Само по GGT във воден екстракт при 8-годишни индивиди нивото на ензима е най-високо, но разликите между групите

не са достоверни. Не така обаче е по отношение на нивото на GGT в тритонов екстракт. И тук съдържанието на GGT е най-високо при 8-годишни риби, но разликата между групите на 7- и 9-годишни е достоверна ($p < 0.05$) и съставлява съответно 4.85 и 3.97 пъти. Има разлика и по отношение на LDH. Ако във воден екстракт по този ензим 8-годишни риби имат достоверно по-ниски нива, то в тритонов екстракт напротив, тук са отчетени най-високи нива, но разликите между отделните групи не са достоверни.

По отношение на AP и CK в тритонов екстракт се запазва тенденция, отчетена за тези ензими във воден екстракт – 8-годишните риби имат достоверно ($p < 0.05$) по-ниски нива, съответно 10.66 и 10.61 пъти; и 2.99 и 2.63 пъти. Прави впечатление особено голяма разлика по съдържание на AP. При повечето ензимни показатели в нашето проучване е налице вариабилност в границите от средни (CV 16.06%) до силни (CV 91.10%). За AP във воден екстракт при 8-годишни нивото на CV е 152.93%, като трябва да се отбележи, че броят на изследваните риби е малък.

3.3.2. Хибрид (F_1 Ab x Ag).

Показатели на качеството на спермопродукция при различните по възраст хибриди са представени в Табл. 3.3.2.1

Обемът на еякулата при проучения хибрид варира от 36 до 150 ml; на концентрация на сперматозоидите от 749.60 до 2787.36 $\times 10^6/ml$; на подвижността – от 16 до 100%. Не са установени достоверни разлики между отделни възрастови групи по обема на еякулата и концентрация на сперматозоидите. Най-голям среден обем е получен при 8-годишни риби (104 ml), като разликите по показателя със 7- и 9-годишни риби са съответно 23.81 и 14.49%. Най-висока е концентрацията при 7-годишни риби, които имат най-малък обем на еякулата. Разликата по концентрацията между най-млади риби и тези на 8- и 9-годишна възраст е съответно 26.56 и 23.21%, като между 8- и 9-годишни риби разликата е само 2.7%. Максималната подвижност на сперматозоидите е установена при 9-годишните риби (над 99%), като разликите с другите възрастови групи са достоверни, съответно със 7-годишните - 28.77% ($p < 0.05$), а с 8-годишните достига 53.44% ($p < 0.05$). При най-възрастните риби най-високата подвижност се съчетава със сравнително добър обем на еякулата и концентрацията на сперматозоидите. При същата група е установено и най-ниското ниво на вариране на подвижността, като минималната подвижност е достатъчно висока - 97.8%.

Табл. 3.3.2.2. показва, че сперматозоидите при най – възрастните индивиди са с по – високи стойности ($p < 0.05$) на VCL, VSL и VAP, като разликите с 7-годишни риби съставляват съответно 3.7, 2.49, 3.22 пъти; а с 8-годишни съответно 5.19, 3.32, 4.24 пъти. Между хибридите на 7- и 8-годишна възраст разликите по посочените горе показатели не са достоверни. Не са достоверни разликите между групите по LIN и STR, като най-високи стойности са

констатирани при 8-годишни хибриди. При WOB, най-високата стойност е отчетена при 7-годишни риби, като разликите между проучваните групи не са достоверни.

Табл. 3.3.2.1. Показатели, характеризиращи качеството на спермата при хибрида.

Параметри	Показатели		
	Обем, ml	Подвижност, %	Концентрация, 1.10 ⁶ /ml
7-годишна възраст (n=5)			
X	84.00	77.36 c	1956.08
±Sx	15.26	8.37	223.09
CV	27.73	44.84	47.81
min	45.00	16.00	749.60
max	100.00	98.70	2787.36
8-годишна възраст (n=3)			
X	104.00	64.93 d	1545.60
±Sx	19.70	10.81	288.01
CV	55.66	62.07	18.45
min	39.00	18.40	1216.56
max	150.00	88.40	1721.55
9-годишна възраст (n=18)			
X	90.83	99.63 cd	1587.54
±Sx	8.04	4.41	117.58
CV	35.73	0.65	21.94
min	36.00	97.80	1147.70
max	142.00	100.00	2057.88

Разликите между стойностите означени с еднакви символи във всяка колона са достоверни:
c, d - $p < 0.05$;

Най-висока стойност на ALH и BCF е установена при 9-годишни риби, като разликата със 7- и 8-годишни риби по първия показател е съответно 1.73 ($p < 0.05$) и 2.08 пъти ($p < 0.05$); а по втория съответно 1.38 и 1.27 ($p < 0.05$) пъти. Обобщавайки данните за движението на сперматозоиди при хибрида (F_1 Ab x Ag) може да се посочи, че VCL варира от 9.22 до 160.59 $\mu\text{m/s}$; VSL от 1.90 до 67.50 $\mu\text{m/s}$; VAP от 3.90 до 101.60 $\mu\text{m/s}$; LIN от 14.90 до 64.30 %; STR от 49 до 79.90 %; WOB от 30.50 до 81.50%; ALH от 2.0 до 6.50 μm ; BCF от 1.80 до 7.90 Hz.

Относителният дял на бързи сперматозоиди в спермата на хибрида варира от 0 до 96.90%; на средно-бързи от 1.0 до 46.74%; на бавни от 0.28 до 75.30%; статични от 0 до 84% (Табл. 3.3.2.3).. Относителният дял на сперматозоидите с неправилно-линейно-настъпателно движение варира от 15.30 до 89.70%, а тези с праволинейно-настъпателно – от 0.10 до 29.85%.

С най-добри показатели по скоростта на сперматозоидите се отличават най-възрастните риби (9-годишните). При тях бързите сперматозоиди са с най-висок процент, като разликата със 7- и 8-годишните съответно съставлява 30 ($p < 0.05$) и 41.8 ($p < 0.05$) пъти. Бавните и статичните при 9-годишен хибрид са най-малко,

като разликите със 7-годишните съставляват съответно 8.4 ($p<0.05$) и 59.6 ($p<0.05$) пъти, а с 8-годишните съответно 9.3 ($p<0.05$) и 92.4 ($p<0.05$) пъти.

По относителния дял на средно-бързите сперматозоиди в отделните групи не е установена достоверна разлика.

Табл. 3.3.2.2. Мотилитет на сперматозоиди в спермата на хибрида

Параметри	Показатели							
	VCL, $\mu\text{m/s}$	VSL, $\mu\text{m/s}$	VAP, $\mu\text{m/s}$	LIN, %	STR, %	WOB, %	ALH, μm	BCF, Hz
7-годишни								
X	35.90c	19.20c	24.80c	43.10	62.10	68.70	2.80c	4.50c
±Sx	5.31	4.73	4.30	5.17	3.54	4.87	0.35	0.57
CV	27.63	76.08	31.85	24.79	14.42	9.40	24.93	48.17
min	21.60	8.90	14.70	35.20	56.30	62.50	2.30	2.20
max	44.90	44.90	35.70	61.80	77.80	79.50	3.90	7.90
8-годишни								
X	25.80d	14.47d	18.83d	47.73	68.90	64.43	2.33d	4.90
±Sx	6.85	6.11	5.55	6.68	4.56	6.29	0.449	0.74
CV	44.07	75.25	68.69	59.57	25.01	45.61	12.37	54.80
min	12.70	1.90	3.90	14.90	49.00	30.50	2.00	1.80
max	32.80	21.00	26.60	64.30	78.90	81.50	2.50	6.50
9-годишни								
X	133.82cd	47.97cd	79.88cd	36.09	59.65	59.91	4.85cd	6.22c
±Sx	2.80	2.49	2.27	2.73	1.86	2.56	0.18	0.30
CV	9.22	19.46	11.93	21.30	9.29	11.68	17.13	8.51
min	115.92	35.87	64.84	25.97	52.43	49.53	3.59	4.86
max	160.59	67.50	101.60	51.89	71.40	72.68	6.50	7.04

* VCL - придвижване по същинска траектория; VSL - скорост по права линия; VAP - скорост по средно изминатия път; LIN - линейност; STR - процент на праволинейно - движещите се сперматозоиди; WOB - коефициент на трептене; ALH - амплитуда на латерално преместване на главичката; BCF - честота на трептене на опашката.

Разликите между стойностите означени с еднакви символи във всяка колона са достоверни: c, d - $p<0.05$

Не е установена достоверна разлика между отделните групи и по относителния дял на сперматозоидите с неправилно-линейно-настъпателно движение, като средните стойности на показателя варират от 61.87 (8-годишни) до 78.75% (9-годишни). Делът на сперматозоидите с праволинейно-настъпателно движение е най-висок при най-старите риби (9-годишни), като разликата по показателя със 7-годишните съставлява 2.7 пъти ($p<0.05$), а с 8-годишните 6.96 пъти ($p<0.05$).

Обобщавайки може да се посочи, че при хибрид (F1 *A. baerii* x *A. gueldenstaedtii*) най-възрастните риби са имали най-добри характеристики на движението на сперматозоидите – най-висок дял на бързите, най-нисък на бавните и статичните; най-висок процент на сперматозоидите с праволинейно-настъпателно движение.

Табл. 3.3.2.3. Разпределение на сперматозоидите според характеристика на движението и скоростта им в спермата на хибрида, %

Параметри	Показатели					
	Бързи	Средно бързи	Бавни	Статични	С неправолинейно-настъпателно движение	С праволинейно-настъпателно движение
7-годишни						
X	2.36 c	24.26	50.72 c	22.66 c	69.74	7.60 c
±Sx	6.13	7.17	6.46	8,37	8.00	2.95
CV	40.82	67.70	42.79	153.01	44.73	136.23
min	1.10	1.30	13.60	1.40	15.30	0.70
max	3.70	46.60	68.00	84.00	89.70	25.90
8-годишни						
X	1.70 d	7.17	56.00 c	35.13 d	61.87	3.00 d
±Sx	7,91	7.32	8.34	10,81	10.33	3.81
CV	86.65	74.55	59.69	114.73	60.97	83.79
min	0	1.00	17.40	11.70	18.30	0.10
max	2.60	10.40	75.30	81.60	83.80	4.60
9-годишни						
X	71.00 cd	22.61	6.01 cd	0.38 cd	78.75	20.87 cd
±Sx	3.23	2.99	3.41	4.14	4.212	1.56
CV	22.43	54.28	105.50	177.92	7.73	27.47
min	45.50	2.82	0.28	0	69.74	10.70
max	96.90	46.74	21.95	2.19	89.30	29.85

Разликите между стойностите означени с еднакви символи във всяка колона са достоверни: c, d - $p < 0.05$

Ензимната активност на спермата е проучена при всички възрастови групи, но в групата на 8-годишните са получени резултати само на две проби, поради което е невъзможно да се направи статистическата обработка на данните. Резултатите за отделните ензими при тази група са както следва: във воден екстракт AP – 53.0 - 68.0 UI/L, GGT – 11.98-14.29 UI/L, CK – 39.31-56.92 UI/L, LDH – 219.42 - 268.29 UI/L; в тритонов екстракт - AP – 28.0 - 64.0 UI/L, GGT – 10.64 – 31.10 UI/L, CK – 9.21 - 20.12 UI/L, LDH – 46.74 – 95.18 UI/L. Прави впечатление, че при 8-годишен хибрид получените стойности за AP, CK и във воден и в тритонов екстракт са значително по ниски, в сравнение със 7 – и 9 – годишните риби (Табл. 3.3.2.4.).

Сравнителният анализ на ензимната активност на спермата на 7 – и 9 – годишни риби показва, че има достоверна разлика между групите по всички проучени ензими във воден екстракт, и само по LDH в тритоновия. Във водния екстракт при по-възрастните риби са достоверно по-високи нива на AP (7 пъти; $p < 0.05$) и GGT (3.2 пъти; $p < 0.05$), докато при по-младите риби са по-високи стойностите на CK (2.3 пъти; $p < 0.05$).

В тритоновия екстракт нивата на АР също са по-високи (над 30 %) при 9-годишните риби, но разликата не е достоверна. При GGT, СК и LDH, по-високи нива са установени при по-младите индивиди, съответно 4.6%; 22.1% и 2.9 пъти ($p < 0.05$).

Табл. 3.3.2.4. Ензимна активност на сперма на хибрида във воден и в тритонов екстракт, UI/L

Параметри	Показатели*							
	Във воден екстракт				В тритонов екстракт			
	АР	GGT	СК	LDH	АР	GGT	СК	LDH
7-годишни (n=5)								
X	117.40с	6.40с	1515.30с	1224.20	409.60	8.54	113.68	1531.10с
±Sx	49.62	2.14	311.56	230.43	139.75	2.45	15.09	268.86
CV	175.30	67.24	106.52	95.74	175.66	114.14	59.81	91.22
Min	7.00	2.80	107.40	262.70	30.00	1.14	21.05	98.40
Max	485.00	13.40	4268.60	3245.90	1695.00	19.30	191.20	3267.90
9-годишни (n=18)								
X	821.28с	20.16с	660.28с	823.72	586.56	8.15	88.61	523.83с
±Sx	26.51	1.13	164.21	121.45	73.65	1.29	7.95	141.70
CV	9.40	24.89	18.62	17.29	11.46	28.17	22.07	17.83
Min	679.00	12.23	488.00	580.00	492.00	4.87	56.00	390.00
Max	935.00	30.25	873.00	1050.00	724.00	12.87	121.00	720.00

*АР - алкална фосфатаза; GGT - гамаглутамилтрансфераза; СК - креатин киназа; LDH - лактат дехидрогеназа.

Разликите между стойностите означени с еднакви символи във всяка колона са достоверни: с - $p < 0.05$

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

МОРФОМЕТРИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Сравнителен анализ на женски и мъжки индивиди на руска есетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) и хибрид (F_1 *Acipenser baerii* x *Acipenser gueldenstaedtii*) на седемгодишна възраст показва, че между двата пола има различия по редица морфометрични характеристики.

Женските руски есетри имат достоверно по – добра угоеност от мъжките ($P < 0.001$), тялото им е по – компактно ($P < 0.001$) и по – дебело ($P < 0.01$). При тях е по – голямо съотношението към абсолютната дължина на тялото на антивентрално разстояние, дебелината на гърба и обхвата на тялото. Пропорциите на главата при женските индивиди се отличават с по – голяма височина и дължина на задочното пространство, по широка уста, по – голямо око и по – широк роstrум при хрущялната арка на устата. Броят на дорзалните костни щитчета варира от 9 до 13. Латералните от лявата страна варират от 24 до 30, а от дясната – от 22 до 31. Вентралните от ляво са от 7 до 11, а от дясно от 8 до 11. Броят на лъчите в дорзалната перка е от 21 до 39, а в аналната от 16 до 25. Женските риби имат достоверно по – малък в сравнение с мъжките

индивиди брой вентрални костни щитчета и от лявата ($P<0.05$) и от дясната ($P<0.01$) страна на тялото.

Мъжките руски есетри, в сравнение с женските имат по – голяма глава. По – голямо е съотношение към абсолютната дължина на тялото на дължините на главата, на опашното стъбло, на вентралната перка, височината на аналната перка и вентро – аналното разстояние. При мъжките индивиди индексът на дългоглавието е по – голям ($P<0.05$). Рострумът и разстоянието от края му до устата са по – дълги и прекъсването на долната устна е по – голямо. Броят на дорзалните костни щитчета варира от 8 до 13. Латералните от лявата страна са от 25 – 32, а от дясната от 25 до 32. Вентралните и от двете страни на тялото варират от 8 до 11. Броят на лъчите в дорзалната перка е от 23 до 45, а в аналната от 16 до 23.

Женските хибриди са с по – висок индекс на високогърбие и имат по – висока степен на угоеност, изразена чрез индекса ІС. При тях е по – голямо антивентралното и пектовентралното разстояние. Главата на женските хибриди, в сравнение с мъжките, е по – широка, по – висока в зоната над окото и има относително по – голямо задочно пространство. Женските риби имат относително по – голям диаметър на окото; относително по – широка уста и по – широк рострум при хрущялната арка. По – високи са дорзалната и аналната и по – дълги гръдна и коремна перка.

Мъжките хибриди имат по – високо тяло отнесено към абсолютната му дължина и по – високо опашно стъбло. При тях аналната перка е по – дълга. Главата при мъжките риби в сравнение с женските е с по – масивен и дълъг рострум, по – голямо разстояние от края на рилото до устата и по – голяма широчина на прекъсването на долната устна. При мъжките риби е по – голямо и съотношението на прекъсването на устата към нейната дължина.

ПОЛОВО РАЗВИТИЕ

При есетрови риби, култивирани при условия на суперинтензивна садкова технология чрез методите на ехографско изследване не само успешно се определя полът на рибите, но може, и при двата пола, да се проследява възрастова динамика на развитието на гонадите с установяване на отделните фази на зрялост.

При всички изследвани индивиди на ултразвуковото изображение **яйчниците** се виждат като хетерогенни структури със смесена ехогенност с неравномерни граници без туника. Масната част на яйчника се визуализира във формата на по – тъмни области, различаващи се ясно от по – ярката генеративна тъкан.

При всички изследвани индивиди на ултразвуковото изображение **семенниците** лесно се отдиференцират. Тестикуларната тъкан е хиперехогенна. Границите на семенника са гладки, а ярката хиперехогенна туника ясно се вижда. Семенниците имат овална и бадемообразна форма. За разлика от яйчниковата тъкан, семеникът е разположен непосредствено под

мускулната тъкан. Маслната част е недостатъчно или слабо развита от медиалната страна и на практика е трудно видима.

При **женска руска есетра** е установена възрастова и сезонна динамика в развитие на гонадите. През **пролетта** при рибите с разлика във възрастта от 2 години достоверно се различава, в полза на по-възрастните риби, площта на яйчника. Разликата по показателя е съставила 41.8 % ($p < 0.05$) между 5 и 7 годишните индивиди; и съответно 62.5% ($p < 0.01$) между 6 и 8 годишните. При по – голяма разлика във възрастта (5 и 8 годишни) е установено достоверно нарастване не само на площта (2 пъти; $p < 0.001$), но и височината (над 2 пъти; $p < 0.001$) на яйчника. При по-възрастните риби, дори при разлика в 1 година (7 и 8 годишни), с възрастта е установено нарастване и на площта, и на височината на яйчника, съответно с 44.8 % ($p < 0.05$) и над два пъти ($p < 0.001$). През **есенно-зимния период**, при руските есетри с различна възраст се наблюдават подобни тенденции както и през пролетта. Между 5 и 7 годишните риби с възрастта се наблюдава с 68.4 % ($p < 0.05$) нарастване на площта на гонадите. Между 6 и 7 годишните височината на яйчника е по – голяма с 50 % ($p < 0.01$), а площта с 45.6 % ($p < 0.001$). При сравняване на 6 и 8 годишни риби е установено достоверно нарастване на всички параметри на яйчниците: височината на яйчника е по – голяма с 46 % ($p < 0.001$), обхватът с 33.8 % ($p < 0.001$) и площта с 45.6 % ($p < 0.05$). При 5 и 7 годишните риби е установено и достоверно нарастване на гонадите в рамките на вегетационния период, като при 5 годишните височината на яйчника се е увеличила с 64 % ($p < 0.01$), а при 7 годишните височината и площта са нараснали съответно със 78.5 % ($p < 0.001$), и двойно ($p < 0.001$).

Установено е, че при женска руска есетра на 5 годишна възраст яйчниците се развиват максимално до края на 2-ра фаза, като през пролетта в тази фаза са се намирали 30% от изследваните риби. При 6-годишните риби през пролетта 50% от рибите са достигнали до фаза F2sf, като нямаше риби във фаза F2f. С нарастване на възрастта при 7 годишните руски есетри 10 % от индивидите и през пролетния, и през есенно зимния сезон вече преминават във фаза F3. При 8 годишните риби през пролетта 60 % от индивидите са били във фаза F2sf, а останалите 40 % във фаза F2f. Есента, 50 % от рибите в същата група са имали яйчници във фаза F2sf, а останалите във фаза F2f.

При **женските хибриди** са налице подобни на тези, установени при женските руски есетри тенденции за възрастови отличия по размери на гонадите през пролетта. При по-възрастните риби яйчниците са по-добре развити. При 5 годишните риби височината на яйчника е по – голяма с 38.8 % ($p < 0.01$), а площта с 51.6 % ($p < 0.05$) в сравнение с 6 годишните. Разликата между 5 и 7 годишните риби по височината на яйчника е съставила 31.6 % ($p < 0.01$); а между 6 и 8 годишните - 22.2% ($p < 0.05$). През есенно-зимния период обаче при женските хибриди на 8 годишна възраст констатирахме по – малки стойности по отношение на обхвата и площта в сравнение с 5 годишните, съответно 25.5 % ($p < 0.01$) по обхвата и 61.4 % ($p < 0.05$) по площта. Получените резултати показват, че в края на вегетационния период в яйчниците на 8-годишни хибриди

се натрупват повече овариални мазнини за сметка на генеративната част на гонадата. Същото е установено и при рибите на 7 и 8 годишна възраст, където обхватът на яйчника при по – възрастните е по – малък с 38.3 % ($p<0.01$), а площта съответно с 62.9 % ($p<0.001$). При проучване на сезонната динамика на развитие на яйчниците в рамките на всяка възрастова група е установено, че гонадите нарастват към края на вегетационния период. При 5 годишните хибриди височината на яйчника се е увеличила с 53.2 % ($p<0.01$), а площта почти три пъти ($p<0.001$). При 6 годишните с 56.7% ($p<0.05$) се е увеличила площта. При 7 годишните височината е нараснала с 28.9% ($p<0.01$), а обхватът с 42.6% ($p<0.01$).

При хибрида на 5 годишна възраст есента 30% от изследваните риби са достигнали фаза F3, като и през двата сезона нямаше нито един индивид, който да се е намирал във фаза F4. При 6 годишен хибрид през есента 36% от рибите са били във фаза F3, 24% във фаза F4i и 4% във фаза F4c. При 7 годишни хибриди и през двата сезона не бяха установени индивиди с развитие на яйчника в четвърта фаза. Максимална фаза на развитието е била F3, установена есента при 30% от рибите. При 8 годишните хибриди, през пролетта рибите са били с развитието до фаза F2-3, докато през есента от изследваните риби в тази фаза са били 5%, в F3 - 45%, в F4i - 5% и в F4c - 15%.

При условия на проучената технология **сибирска есетра** на сравнително ранна възраст (три години) има много добре оформени яйчници, което позволява успешно прилагане на ултразвукова диагностика на пола. При сибирската есетра през есенния период 30 % от анализирания индивиди се намирали във фаза F2-3, която е междинна и показва прехода от F2f към F3; 20 % от рибите са били във F2sf и 50% във F2f. През пролетния период само 10 % от индивидите са се намирали във фаза F2-3. а във F2f - 70 % от индивидите.

При **мъжките руски есетри** не са установени достоверни различия по измерените показатели между отделни проучени групи - нито между отделните възрасти, нито в различните сезони в рамките на една и съща възраст. По отношение на степента на зрелост е установено, че при индивидите на пет години през пролетния сезон 80 % са се намирали във фаза M3 и 20 % във фаза M4, а през есенно-зимния обратно, 20 % във фаза M3 и 80 % във фаза M4. При седем годишните индивиди през пролетта 30 % са били във фаза M3 и 70 % във фаза M4, а през есента 70 % във M3 и 30 % в M4.

При **мъжки хибриди**, за разлика от руската есетра, е установено достоверно нарастване от пролетта до края на вегетационния период (есенно-зимен сезон) и при трите измервани показателя. Височината на семенника се е увеличила с 40.5 % ($p<0.05$), обхватът с 28 % ($p<0.01$), а площта на практика се е увеличила двойно ($p<0.01$). При хибрида на седем години през пролетния сезон повечето индивиди се намираха във фаза M3 – 80 %, докато през есенно-зимния 70 % от рибите са във M4.

При **сибирската есетра** на 3 годишна възраст от началото до края на вегетационния период обхватът на семенника е нарастнал с 16 % ($p < 0.01$), а площта със 75 % ($p < 0.001$).

Резултатите от проучването на степента на зрялост при проучваните групи показват, че при сибирските есетри, които са най – млада проучвана група, гонадите са по – слабо развити в сравнение с проучените групи руска есетра и хибрида.

ХАРАКТЕРИСТИКА НА СПЕРМОПРОДУКЦИЯТА

Въпреки необичайните условия за есетровите риби при отглеждане в условията на суперинтензивна садкова технология, руските есетри и хибриди от трите проучени възрастови групи имаха добра спермопродукция. Не е установена ясна закономерност на влияние на възрастта върху обема на еякулата.

При **руската есетра** средният обем на еякулата варира от 10.50 ml (8-годишна) до 153 ml (7-годишна риба). Възрастта не оказва достоверно влияние върху концентрацията на сперматозоидите. При 8-годишните риби варирането в концентрацията на сперматозоидите е най – голямо – от 56.89 до 2917.15 $\times 10^6$ / ml. По отношение на характеристиката на движението на сперматозоидите, най – лоши показатели са получени при 8-годишните риби, като делът на статичните при тази група е достигнал 46.04%, което значително надвишава ($p < 0.05$) установените стойности по показателя при 7- и 9-годишните риби, съответно с 15.35% и 31.53 пъти. По повечето от изследваните ензими семенната течност на 8-годишна руска есетра има значително по – ниски нива в сравнение с другите две групи. По отношение на AP, CK, LDH във воден екстракт, разликата на тази група със 7- и 9-годишните е достоверна ($p < 0,05$) и е съответно: 2.36 и 2.44 пъти; 16.03 и 17.05 пъти; 2.68 и 2.59 пъти. Само при GGT във воден екстракт при 8-годишни индивиди нивото на ензима е най – високо, но разликите между групите не са достоверни.

Хибридите от всички възрастови групи имаха добра спермопродукция. Разликата във възрастта не влияе достоверно на обема на еякулата. По отношение на мотилитета най – възрастните индивиди имат най – високи стойности ($p < 0.05$) на VCL, VSL, VAP, ALH и BCF, както и най – добри ($p < 0.05$) характеристики на движението на сперматозоидите – най – висок дял на бързите и тези с праволинейно – настъпателно движение, също така и най – нисък на бавните и статичните. Възрастта оказва влияние на ензимната активност на спермата, като във водния екстракт при по – възрастните риби са установени по – високи нива на AP (7 пъти; $p < 0.05$) и GGT (3.2 пъти; $p < 0.05$), а при по – младите риби стойностите на ензима CK са по – високи 2.3 пъти ($p < 0.05$). В тритоновия екстракт при по – младите риби са установени 2,9 пъти ($p < 0.05$) по – високи нива на LDH.

5. ИЗВОДИ.

1. На основата на проведен морфометричен анализ на Руска есетра и хибрид ($F_1 Ab \times Ag$), отглеждани в условията на суперинтензивна садкова технология, са установени достоверни различия по редица показатели, както между генотиповете, така и между половете в рамките на генотипа, позволяващи морфометричният анализ да се използва за оценка на реакцията на рибите към условията на култивиране, както и като инструмент за видова и полова идентификация.
2. Ехографският мониторинг на яйчниците и семенниците на живи есетрови риби, дава възможност за проследяване на развитието и степенята на зрялост на гонадите.
3. При отглеждане в условията на суперинтензивна садкова технология, чрез използване на ултразвукова диагностика, полът при сибирската есетра може успешно да се определя още от три годишна възраст.
4. При отглеждане в условията на суперинтензивна садкова технология, женските хибриди ($F_1 Ab \times Ag$) са по – скорозрели от женските руски есетри. В рамките на една и съща възраст, хибридите изпреварват значително руските есетри по развитието на яйчниците.
5. Отглежданите в садкови индустриални ферми мъжки индивиди Руска есетра и хибрид ($F_1 Ab \times Ag$), могат успешно да се използват за репродукция, тъй като проучената технология не влияе негативно на качеството на спермата.

6. ПРЕПОРЪКИ

1. Установените морфометрични показатели на Руска есетра и хибрид ($F_1 Ab \times Ag$), при отглеждане в условията на суперинтензивна садкова технология, да се използват като базова информация при бъдеща дейност, свързана с подобряване на технологията или определяне на насоките на развъдно-подобрителна дейност.
2. Отчитайки актуалността на проблема с „генетичното замърсяване“ на природните популации хидробионти, базата-данни за морфометричните особености на Руска есетра и хибрида ($F_1 Ab \times Ag$) да се използва при идентификацията на риби от естествени есетрови популации.
3. Получените данни от морфометричните анализи да се използват при разработването на специализиран софтуер за определяне на пола при есетрови риби.
4. За повишаване на ефективността на фермите за производство на хайвер, да се използват ехографски изследвания за ранно определяне на пола, с цел възможно най – рано изключване на мъжките индивиди от промишлени стада.
5. При отглеждане на есетрови риби в условията на суперинтензивна садкова технология, за повишаване на ефективността на производството чрез сортирането на рибите в различни фази от половото им развитие, да се

използват ултразвуковите изследвания за изчисляване на гонадо-соматичния индекс, проследяване развитието на гонадите и степента на зрялост.

6. За разплод, както при руската есетра, така и при хибрида ($F_1 Ab \times Ag$) да се използват мъжки индивиди достигнали 9-годишна възраст.

7. ОСНОВНИ НАУЧНИ ПРИНОСИ В ДИСЕРТАЦИЯТА

1. За първи път е извършено комплексно проучване на морфометрична и репродуктивна характеристика на есетрови риби (руска есетра и хибрид ($F_1 Ab \times Ag$)) от различен пол и възраст, култивирани при условия на суперинтензивна садкова технология на отглеждане. Оригинален принос.
2. Доказани са морфометрични различия по редица пластични и меристични признаци, между Руската есетра и хибрид ($F_1 Ab \times Ag$), и между половете в рамките на генотипа, при отглеждане в условията на суперинтензивна садкова технология. Установена е възможността морфометричният анализ да се използва като инструмент за видова и полова идентификация, за оценка на реакцията на рибите към условията на култивиране, както и за определяне на възможността и насоките на развъдно- подобрителна дейност. Оригинален принос.
3. Установени са параметрите на основни показатели характеризиращи стопанските качества на руска есетра и хибрид ($F_1 Ab \times Ag$) (угоеност, компактност, дебелина и широчина на тялото, и др.) при отглеждане в условията на суперинтензивна садкова технология, установено е влиянието на генотипа и пола върху тях. Оригинален принос.
4. Доказана е възможността ултразвуковата диагностика на яйчниците и семенниците, да се използва за проследяване на развитието и степента на зрялост на гонадите при живи есетрови риби, както и за ранно определяне на пола, което е от особено значение за повишаване на ефективността на фермите за производство на хайвер. Потвърдителен принос с елементи на оригиналност.
5. За първи път е извършено проучване и са установени възрастови и сезонни динамики на развитие на гонадите при руска есетра и хибрид ($F_1 Ab \times Ag$), култивирани в условията на суперинтензивна садкова технология. Направен е сравнителен анализ на половото развитие на мъжки и женски индивиди на руската есетра и хибрида. Оригинален принос.
6. Установено е, че при отглеждане в условията на суперинтензивна садкова технология, женските хибриди ($F_1 Ab \times Ag$) са по – скорозрели от женските руски есетри, като в рамките на една и съща възраст, значително ги изпреварват по развитието на яйчниците. Оригинален принос.
7. Установено е, че в условията на суперинтензивна садкова технология, полът при сибирската есетра може да се определи още на 3 годишна възраст. Потвърдителен принос с елементи на оригиналност.

8. За първи път е установена сезонна динамика на развитие на яйчниците и семенниците при сибирска есетра, култивирана в условията на суперинтензивна садкова технология. Оригинален принос.
9. За пръв път е проведено проучване на комплексни показатели на спермопродукция на различни възрастови групи руска есетра и хибрид (F1 Ab x Ag). Установено е, че при култивиране в условията на суперинтензивна садкова технология, руската есетра и хибридите имат добра спермопродукция и могат успешно да се използват за репродукция. За разплод се препоръчва да се използват мъжки индивиди достигнали 9-годишна възраст. Оригинален принос.

Списък на научните публикации във връзка с дисертацията

1. **Bonev St.**, 2018. Use of echographic methods for sex determination of three-year-old Siberian sturgeon, reared in a cage farm. *Conference proceedings. VIII International conference "Water & Fish", 13-15 June 2018, Faculty of Agriculture, Belgrade-Zemun, Serbia*, 306-311. ISBN 978-86-7834-308-7
2. **Bonev S.**, L. Nikolova, 2019. Development of female Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) and hybrid (*Acipenser baerii* x *Acipenser gueldenstaedtii*) gonads reared in net cages. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25 (Suppl. 1): 62-68.
3. **Bonev S.**, L. Nikolova, 2021. Development of male Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) and hybrid (*Acipenser baerii* x *Acipenser gueldenstaedtii*) gonads reared in net cages. *Agricultural Sciences*, 1: 202113(28): 65-74.
4. Nikolova L., **St. Bonev**, 2021. Comparative morphometric analysis of male and female hybrids (F1 *Acipenser baerii* x *Acipenser gueldenstaedtii*) at the age of seven years. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*. Vol. LXIV, No. 1, 2021 ISSN 2285-5750; ISSN CD-ROM 2285-5769; ISSN Online 2393-2260; ISSN-L 2285-5750
5. Nikolova L., **St. Bonev**, 2021. Comparative morphometric analysis of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) male and female individuals at the age of seven years. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*. Vol. LXIV, No. 2: 471-478. ISSN 2285-5750; ISSN CD-ROM 2285-5769; ISSN Online 2393-2260; ISSN-L 2285-5750.