



**ТРАКИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ
АГРАРЕН ФАКУЛТЕТ
КАТЕДРА „Животновъдство – непрехивни
животни и специални отрасли ”**

ЦВЕТАН ХРИСТОВ СТОЕВ

Влияние на различни фитоекстракти добавени към фуража за дъгова пьстърва (*Oncorhynchus mykiss* W.) върху някои продуктивни, кръвни показатели, качеството на месото и икономическата ефективност при отглеждане в рециркулационна система

АВТОРЕФЕРАТ

**НА ДИСЕРТАЦИЯ ЗА ПРИСЪЖДАНЕ НА ОБРАЗОВАТЕЛНА И
НАУЧНА СТЕПЕН “ДОКТОР”**

Професионално направление: Животновъдство

**Научна специалност: “Рибовъдство, рибно стопанство и промишлен
риболов”**

Научни ръководители:

доц. д-р Георги Иванов Желязков

доц. д-р Елица Петрова-Павлова

РЕЦЕНЗЕНТИ:

проф. дсн Васил Атанасов

доц. д-р Людмила Николова

ИЗГОТВИЛИ СТАНОВИЩА:

доц. д-р Сашка Чобаннова

проф. д-р Магдалена Облакова

проф. д-р Петя Славова

СТАРА ЗАГОРА

2023 г.

Дисертационният труд е написан на 152 страници, в които са включени 30 таблици и 4 фигури. Списъкът на използваната литература включва 266 източници, от които 25 на кирилица и 241 на латиница.

Изследванията са проведени през 2017-2018 г. в учебно-експерименталната база към катедра “Биология и аквакултура“, трансформирана през 2022 г. в катедра „Животновъдство – непреходими животни и специални отрасли“ на Аграрния факултет при Тракийския университет, гр. Стара Загора.

Номерацията на таблиците в автореферата е последователна и не отговаря на тази в дисертацията.

БЛАГОДАРНОСТИ

Изказвам най-сърдечни благодарности на всички, които непосредствено или косвено допринесоха за реализирането на този дисертационен труд:

На ръководството на Аграрен факултет при Тракийския университет за осъществяването на докторантурата.

На доц. д-р Георги Иванов Желязков и доц. д-р Елица Петрова-Павлова за оказаната помощ при разработването на методичния план, провеждането на експериментите и обработването на резултатите от изследванията.

На моето семейство.

ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ:

ГП – гъстота на посадка
ЕС – Европейски съюз
К – хранителен коефициент
K_r – контролна група
МЗХГ – Министерство на земеделието, храните и горите
МК - мастни киселини
МНМК - мононенаситени мастни киселини
НМК - наситени мастни киселини
ННМК – ненаситени мастни киселини
ПНМК – полиненаситени мастни киселини
РС – рециркуляционна система
ALAT – аланинаминотрансфераза
Alb – албумин
ALP – алкална фосфатаза
ASAT – аспартатаминотрансфераза
O_k – опитна група с канела
CHOL – холестерол
Crea – креатинин
ECR – коефициент на икономическа ефективност
Glu – глюкоза
O_{ин} – опитна група с индийско орехче
O_{чп} – опитна група с черен пипер
O_ч – опитна група с чубрица
TG – триглицериди
TP – общ протеин
n-3 – ω-3 (омега)
n-6 – ω-6 (омега)
n-9 – ω-9 (омега)

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 17.02.2023 г. в Зала № 2 на АФ 11:00 часа, на заседание на Научно жури, назначено със Заповед на Ректора на ТрУ № 3946/02.12.2022 г.

Материалите по защитата са на разположение на интересувалите се в Научен отдел на Аграрен факултет и на уебсайта на Университета – www.uni-sz.bg.

1. УВОД

Очакванията са населението на земята до 2050 г. да достигне и подмине десет милиарда души. През историческото си развитие хората са експлоатирали в голяма степен дивите популации на различните видове растения и животни, което е довело до намаляването им и дори до изчезването на много видове. Поради тези причини за осигуряване изхранването на нарастващото население на сегашния етап от развитие основна роля се възлага на селското стопанство. За да отговори на това предизвикателство то трябва да се адаптира и да произвежда два до три пъти повече продукция.

Аквакултурата като един от сегментите на селското стопанство през последните десетилетия бележи изключителен напредък. В днешно време добитата чрез улов от световния океан риба и тази произведена в аквафермите е в съотношение 50:50, а в близко бъдеще това съотношение ще се променя бързо в полза на култивираната във ферми риба. Приходите от аквакултура реализират добър ръст през последните десетилетия, а резултатът от това е повече риба на пазара, цените като цяло остават умерени, а рибата и морските дарове стават масово достъпни.

Все повече хора осъзнават ползата от консумацията на риба и морски дарове, като висококачествени хранителни продукти, конкуриращи се с най-добрите видове месо от домашни животни. Хранителните вещества в рибата и морските дарове доставят важни за човешкия организъм протеини с подходящ аминокиселинен състав, липиди с високо съдържание на n-3 полиненаситени мастни киселини, витамини D, B₁₂, антиоксиданти, като и някои микроелементи, като селен и йод. Тези съединения правят консумацията на риба важен източник на биоактивни съединения в човешкото хранене.

Изхранваните фуражи и храненето на рибите са едни от важните фактори в аквакултурата. Те оказват влияние върху растежа, усвояването на храната и химичния състав на рибното месо. През последните години се наблюдава засилен интерес към използването на различни видове растения и фитоекстракти като добавки (адитиви) към фуражите за риби. Изследва се влиянието им като стимулатори на растежа и апетита, подобряване на храносмилането, хранителния коефициент, темпа на растеж и прираства. Определя се влиянието на различни растения и фитоекстракти от тях върху здравословния статус на отглежданите риби, както и възможностите за изполаването им за лечение на някои заболявания. На тях се възлагат големи надежди за замяна на нутритивните антибиотици използвани доскоро в аквакултурата, както и въобще на антибиотиците. Като естествени продукти фитоекстрактите са екологосъобразни и подходящи в това отношение. Сравнително ограничени са изследванията свързани с влиянието на растенията и фитоекстрактите от тях върху качеството на месото на култивираните риби, както и върху икономическата ефективност от влагането им към фуражите за риби.

На настоящия етап няма достатъчно изследвания за влиянието на различните растения и фитоекстракти от тях, както и на влиянието на съдържащите се в тях биологично активни вещества (алкалоиди, флаваноиди, феноли, стероиди, етерични и глицеридни масла и др.) върху различните видове култивирани в аквакултура риби.

Предвид нарастващото търсене на растежни и имунни стимулатори в съвременната аквакултура, проучването на различни растения и фитоекстракти от тях се считат за подходяща алтернатива. Това налага изследване влиянието на добавката на различни фитоекстракти към фуражите за култивираните в аквакултура видове, а дъговата пъстърва е основния вид в студеноводното рибовъдство на България.

2. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Целта на настоящото проучване е да се определи влиянието на добавката на фитоекстракти (чубрица, индийско орехче, черен пипер и канела) към фуража върху някои продуктивни и кръвни показатели, качеството на месото и икономическата ефективност при дъгова пъстърва (*Oncorhynchus mykiss* W.), култивирана в рециркулационна система.

За постигане на целта си поставихме следните задачи:

1. Да се определят хидрохимичните показатели на водата при култивиране на дъгова пъстърва в рециркулационна система, при изхранване на фураж с добавка на фитоекстракти.
2. Да се определи преживяемостта, прираста и хранителния коефициент при дъгова пъстърва, култивирана в рециркулационна система, при изхранване на фураж с добавка на фитоекстракти.
3. Да се определят биохимичните кръвни показатели при дъгова пъстърва, култивирана в рециркулационна система, при изхранване на фураж с добавка на фитоекстракти.
4. Да се определи химичния състав и мастнокиселинния профил на месо от дъгова пъстърва, култивирана в рециркулационна система, при изхранване на фураж с добавка на фитоекстракти.
5. Да се анализират разходите за фураж и икономическата ефективност при изхранването на фураж с добавка на фитоекстракти при дъгова пъстърва, култивирани в рециркулационна система.

3. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Опитите с дъгова пъстърва бяха проведени през 2017-2018 г. в „Учебно-експерименталната база по аквакултура“ към катедра „Биология и аквакултура“, трансформирана през 2022 г. в катедра „Животновъдство – непрехивни животни и специални отрасли“ на Аграрния факултет при Тракийския университет, гр. Стара Загора.

За целите на експериментите с дъгова пъстърва (Опит № 1, 2, 3 и 4) беше използвана рециркулационна система (РС).

Опитите стартираха след 7 дни адаптационен период на транспортираните риби. При залагане на опитите всички риби бяха изтеглени индивидуално (g).

Всички групи риби и при четирите опита бяха хранени с екструдирани фураж на фирма „Aqua garant UNI“ с размер на гранулите 2 mm, производство на „Garant-Tiernahrung Gesellschaft m.b.H.“ - Австрия. Храненето на рибите беше провеждано ръчно, трикратно на ден.

Съдържанието на хранителни вещества във фуража на рибите от контролните и опитните групи е представено в Табл. 1. Комбинирания фураж, който получаваха пъстървите от двете повторения на всички опитни групи беше 3% от живата им маса. След контролното претегляне на 30^{-я} ден коригирахме количеството на изхранвания фураж.

Таблица 1. Съдържание на хранителни вещества в екструдирани фураж “Aqua garant UNI“ за дъгова пъстърва

№	Показател	Опитни групи				
		К _Г	О _ч	О _{но}	О _{чп}	О _к
1	Суров протеин, %	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
2	Сурови мазнини, %	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
3	Сурови влакнини, %	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
4	Сурова пепел, %	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
5	Са, %	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
6	Р, %	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
7	Чубрица екстракт, %	-	1	-	-	-
8	Индийско орехче екстракт, %	-	-	1	-	-
9	Черен пипер екстракт, %	-	-	-	1	-
10	Канела екстракт, %	-	-	-	-	1
11	МЕ, MJ/kg	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50

В 1 kg комбиниран фураж се съдържат: витамин А – 10000 IЕ; витамин D₃ – 1500 IЕ; витамин – Е – 200 mg; витамин С – 150 mg

В 1 kg комбиниран фураж се съдържат: Fe – 62 mg; Mn – 26 mg; Cu – 5 mg; Zn – 103 mg; J – 2,6 mg; Se – 0,3 mg

При четирите опита прахообразните фитоекстракти произведени от „П.И.К. Ко.“ АД – гр. София бяха добавяни към фуража един час преди хранене на рибите. За да полепне прахообразния екстракт по гранулите, те бяха омаслявани с 5 ml слънчогледово олио за всеки 100 g фураж и при постоянно разбъркване се посипваше предварително претегленото количество екстракт. Рибите от контролните групи (К_Г) получаваха само омаслен със същото количество слънчогледово олио фураж. Продължителността на експерименталните периоди и при четирите опита беше 60 дни.

За проследяването на влиянието на добавката на екстракти от чубрица, индийско орехче, черен пипер и канела към екструдирания пъстървов фураж върху прираста на рибите и оползотворяването на фуража при дъгова пъстърва, отглеждана в рециркулационна система са проведени контролни улови на 30^{-я} и 60^{-я} ден. Средната жива маса (g) при контролните улови е установена, като рибите са теглени индивидуално.

За намаляване на стреса при измерванията рибите бяха анестезирани с 0,0002% разтвор на карамфилово масло.

В края на опита бяха определени:

- прираста на рибите (g)

Среден индивидуален прираст = крайна жива маса (g) – начална жива маса (g)

- преживяемостта на рибите (%)

Преживяемост = $\frac{\text{брой риби в началото на експеримента}}{\text{брой риби в края на експеримента}} \times 100$

- хранителния коефициент (К)

$K = \frac{\text{общо количество изразходван фураж (g)}}{\text{общ прираст (g)}}$

По време на опитните периоди с дъгова пьстърва (опити № 1, 2, 3 и 4) беше проследен хидрохимичния режим в рециркуляционната система, чрез измерване на следните хидрохимични показатели:

- температура на водата, °C;
- разтворен кислород, mg.l⁻¹;
- активна реакция, pH;
- електропроводимост, μS.cm⁻¹;
- нитрати, mg.l⁻¹;
- нитрити, mg.l⁻¹;
- амоняк, mg.l⁻¹;
- ортофосфати, mg.l⁻¹.

При всички проведени опити за изследване на хидрохимичните показатели при култивиране на дъгова пьстърва в рециркуляционна система бяха използвани методики, адаптирани за рибовъдството:

- Определяне на температурата на водата, °C - апарат MultiLineP4 (Xylem Analytics Germany Sales GmbH and Co. KG, WTW);
- Определяне на разтворения във водата кислород, mg.l⁻¹ - апарат MultiLineP4 (Xylem Analytics Germany Sales GmbH and Co. KG, WTW);
- Определяне на pH – апарат MultiLineP4 (Xylem Analytics Germany Sales GmbH and Co. KG, WTW);
- Определяне на електропроводимостта, μS.cm⁻¹ - апарат MultiLineP4 (Xylem Analytics Germany Sales GmbH and Co. KG, WTW);
- Определяне на нитрати, mg.l⁻¹ – БДС ISO 7890-3:1988;
- Определяне на нитрити mg.l⁻¹ – БДС ISO 26777:1997;
- Определяне на амоняк, mg.l⁻¹ БДС ISO 7150-1:2002;
- Определяне на ортофосфати, mg.l⁻¹ – БДС EN ISO 6878:2005.

3.1. Влияние на добавката на фитоекстракти върху преживяемостта, прираста и оползотворяването на фуража при дъгова пьстърва, култивирана в рециркуляционна система

Зарибителният материал от дъгова пьстърва за всички опити беше доставен от рибовъдна ферма „Буковец“ ЕООД – гр. Твърдица.

3.1.1. Влияние на добавката на чубрица върху преживяемостта, прираста и оползотворяването на фуража при дъгова пьстърва, култивирана в рециркуляционна система (Опит №1)

При този опитен вариант 160 бр. дъгови пьстърви бяха разпределени във ваните на рециркуляционната система, в два експериментални варианта - контролен (K_r) и опитен (O_ч), всеки от тях в две повторения по четиридесет броя всяко, при следната опитна схема:

- I опитен вариант (контролна група, K_r) – екструдирани фураж;
- II опитен вариант (O_ч) – екструдирани фураж + 1% екстракт от чубрица;

Средното начално тегло (g) на зарибителния материал от дъгова пьстърва от двукратните повторения е както следва:

- **Контролна група, K_r – 13,43±0,33**
- **Опитна група, O_ч – 13,53±0,35**

Експеримента се проведе в периода от 23.10.2017 г. до 21.12.2017 г. включително.

3.1.2. Влияние на добавката на индийско орехче върху преживяемостта, прираста и оползотворяването на фуража при дъгова пьстърва, култивирана в рециркуляционна система (Опит №2)

При този опитен вариант 160 бр. дъгови пьстърви бяха разпределени във ваните на рециркуляционната система, в два експериментални варианта - контролен (K_r) и опитен ($O_{но}$), всеки от тях в две повторения по четиридесет броя всяко, при следната опитна схема:

- I опитен вариант (контролна група, K_r) – екструдирани фураж;
 - II опитен вариант ($O_{но}$) – екструдирани фураж + 1% екстракт от индийско орехче;
- Средното начално тегло (g) на зарибителния материал от дъгова пьстърва от

двукратните повторения е както следва:

- **Контролна група, K_r – 13,43±0,33**
- **Опитна група, $O_{но}$ – 13,46±0,29**

Експеримента се проведе в периода от 23.10.2017 г. до 21.12.2017 г. включително.

3.1.3. Влияние на добавката на черен пипер върху преживяемостта, прираста и оползотворяването на фуража при дъгова пьстърва, култивирана в рециркуляционна система (Опит №3)

При този опитен вариант 120 бр. дъгови пьстърви бяха разпределени във ваните на рециркуляционната система, в два експериментални варианта - контролен (K_r) и опитен ($O_{чп}$), всеки от тях в две повторения по тридесет броя всяко, при следната опитна схема:

- I опитен вариант (контролна група, K_r) – екструдирани фураж;
 - II опитен вариант ($O_{чп}$) – екструдирани фураж + 1% екстракт от черен пипер;
- Средното начално тегло (g) на зарибителния материал от дъгова пьстърва от

двукратните повторения е както следва:

- **Контролна група, K_r – 41,55±7,76**
- **Опитна група, $O_{чп}$ – 41,23±8,38**

Експеримента се проведе в периода от 22.01.2018 г. до 21.03.2018 г. включително.

3.1.4. Влияние на добавката на канела върху преживяемостта, прираста и оползотворяването на фуража при дъгова пьстърва, култивирана в рециркуляционна система (Опит №4)

При този опитен вариант 120 бр. дъгови пьстърви бяха разпределени във ваните на рециркуляционната система, в два експериментални варианта - контролен (K_r) и опитен (O_k), всеки от тях в две повторения по тридесет броя всяко, при следната опитна схема:

- I опитен вариант (контролна група, K_r) – екструдирани фураж;
 - II опитен вариант (O_k) – екструдирани фураж + 1% екстракт от канела;
- Средното начално тегло (g) на зарибителния материал от дъгова пьстърва от

двукратните повторения е както следва:

- **Контролна група, K_r – 41,55±7,76**
- **Опитна група, O_k – 41,48±7,95**

Експеримента се проведе в периода от 22.01.2018 г. до 21.03.2018 г. включително.

3.2. Влияние на добавката на фитоекстракти във фуража върху биохимичните кръвни показатели при дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система

За анализ на биохимичните кръвни показатели при дъговата пъстърва култивирана в рециркуляционна система бяха използвани същите риби, които са включени в Опити №1, №2, №3 и №4.

При вземане на кръвните проби от рибите от контролните и опитните групи, култивирани в рециркуляционна система бяха спазени разпоредбите на Наредба №20 от 01.11.2012 г. за минималните изисквания за защита и хуманно отношение към опитните животни и изискванията към обектите за използването, отглеждането и/или доставката им. За намаляване на стреса рибите бяха анестезирани с 0,0002% разтвор на карамфилово масло преди вземането на кръвни проби.

Кръвта беше взета с помощта на стерилни спринцовки за еднократна употреба (3 ml) с игла, от опашната вена, като е използван 1% антикоагулант. Кръвните проби бяха предадени и анализирани в хематологична лаборатория на „Национален център за професионално обучение и компетентност“, при Тракийския университет, гр. Стара Загора. Бяха изследвани следните биохимични параметри: глюкоза (GLU), урея, креатинин (CREA), общ протеин (TP), албумин (ALB), ASAT, ALAT, алкална фосфатаза (ALP), калций (Ca), фосфор (P), магнезий (Mg), триглицериди (TG) и холестерол (CHOL) с помощта на BS-120 Chemistry Analyzer (Mindray, Китай).

3.3. Влияние на добавката на фитоекстракти във фуража върху състава на месото на дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система

За анализ на месото на дъговата пъстърва култивирана в рециркуляционна система бяха използвани същите риби, които са включени в Опити №1, №2, №3 и №4.

3.3.1. Влияние на добавката на фитоекстракти във фуража върху химичния състав на месото на дъгова пъстърва

Химичните анализи бяха извършени в НИЛ на Аграрния факултет при Тракийски университет, гр. Стара Загора.

Пробите месо са подготвени съгласно АОАС (2006; метод 983.18) и са определени:

- Съдържанието на сухо вещество, % (БДС11374-86);
- Съдържанието на вода, % (АОАС, 1997; метод 950.46 и БДС11374-86);
- Съдържанието на протеин, % (БДС-ISO 5983, метод на Келдал, посредством апарат - Kjeltec 8400, FOSS, Швеция);
- Съдържанието на липиди, % (БДС-ISO 6492, метод на Соклет, посредством апарат - Soxtec 2050, FOSS, Швеция);
- Съдържанието на минерални вещества, % (БДС11374-86).

3.3.2. Влияние на добавката на фитоекстракти във фуража върху мастнокиселинен състав на месото на дъгова пъстърва

Мастнокиселинният състав на месото беше определен в НИЛ на Аграрния факултет при Тракийския университет, гр. Стара Загора. Екстракцията на липидите беше извършена по метода на Bligh and Dyer (1959). Метиловите естери на липидите са получени чрез метилиране с 2% разтвор на сярна киселина, в сух метанол за 14 h при 48°C (Christie, 1973). Съставът е анализиран на газов хроматограф "Perkin Elmer" Clarus 500 с капиларна

колона (Trace Gold T6-WAXMS GC Column, дължина 60 m, вътрешен диаметър 0.25 mm, дебелина на покритието 0.50 μm) и водород, като газ-носител. Използваната при анализа температурна програма е: начална температура на пещта - 160°C за 0,2 min, а след това покачване до 220°C със скорост 5°C/min и задържане 5 min. Температурите на детектора и инжектора са 230°C. Метилите естери на мастните киселини са идентифицирани чрез сравняване с времената на задържане на стандартите. Мастните киселини са изразени като процент от общото количество на метиловите естери (Christie, 1973).

3.4. Анализирание на икономическата ефективност от добавката на фитоекстракти във фуража за дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система

За анализиране на икономическата ефективност от добавката на фитоекстракти във фуража за дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система бяха използвани данни за хранителния коефициент, прираста и преживяемостта на рибите от Опити №1, №2, №3 и №4. Беше направено сравнение по тези показатели между рибите от различните експериментални варианти на всяка опитна постановка и бяха определени разходите за екструдирани фураж. Определена е себестойността на 1 kg прираст на рибите, култивирани в рециркуляционна система.

Коефициентът на икономическа ефективност (ECR) е определен с помощта на следното уравнение:

$$\text{ECR} = \text{Себестойност на фуража} \times \text{Хранителен коефициент (K)} \text{ (Piedecausa et al., 2007).}$$

Резултатите бяха обработени статистически чрез програмния продукт Statistica 6 (StatSoft Inc., 2002). За оценка на влиянието на фитоекстрактите върху рибопродуктивните показатели, биохимичните кръвни показатели и химичния състав на месото беше проведен еднофакторен дисперсионен анализ (ANOVA). За статистическа оценка на данните беше използван t-тест.

4. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

4.1. Влияние на добавката на фитоекстракти във фуража върху хидрохимичните показатели в рециркуляционната система

4.1.1. Влияние на добавката на чубрица във фуража върху хидрохимичните показатели в рециркуляционната система

По време на целия експериментален период хидрохимичните показатели в рециркуляционната система бяха поддържани в оптималните граници за отглеждане на дъгова пъстърва (Табл. 2). Не са наблюдавани значими ($P > 0,05$) разлики при всички изследвани хидрохимични показатели във ваните на рециркуляционната система при двата опитни варианта. Температурата на водата през 60 дневния експериментален период варираше между 12°C и 15°C, а средната стойност беше 13,50°C. Разтвореният във водата кислород беше над 9 mg.l^{-1} , а рН при контролната (K_r) и опитната групи (O_n) беше съответно, $7,46 \pm 0,32$ и $7,52 \pm 0,24$. Електропроводимостта на водата беше 486 $\mu\text{S.cm}^{-1}$. Съдържанието на амоняк, нитрати, нитрити и ортофосфати във водата на рециркуляционната система беше определяно ежеседмично, отчетените стойности бяха значително по-ниски от максимално допустимите представени в Наредба №4/2000 (Табл. 2).

Таблица 2. Параметри на водата в рециркулационната система по време на експеримента с дъгова пъстърва, изхранвана с фураж с добавка на чубрица

Показатели	n	K _Г	O _Ч	Достове рност	Оптимални стойности според Зайков и Стайков (2013) и (Наредба № 4/2000)
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$		
Температура, °C	60	13,50±1,25	13,50±1,42	NS	12,0-16,0
Разтворен кислород, mg.l ⁻¹	60	9,54±0,31	9,37±0,33	NS	> 9
pH	60	7,46±0,32	7,52±0,24	NS	6,0-9,0
Електропроводим ост, µS.cm ⁻¹	60	486,00±23,51	486,00±24,12	NS	-
Амоняк, mg.l ⁻¹	8	0,61±0,28	0,66±0,22	NS	< 1,0
Нитрати, mg.l ⁻¹	8	0,34±0,08	0,33±0,06	NS	< 2,0
Нитрити, mg.l ⁻¹	8	0,005±0,001	0,006±0,001	NS	< 0,01
Ортофосфати, mg.l ⁻¹	8	0,271±0,117	0,280±0,148	NS	<0,40

NS - няма достоверност на влияние

По време на експерименталния период всички хидрохимични показатели на водата в рециркулационната система бяха поддържани в оптималните за дъговата пъстърва граници. Това се доказва от представените данни за температура, разтворен във водата кислород, pH и електропроводимост. Филтърната система имаше основна роля за поддържане на амоняка, нитратите, нитритите и ортофосфатите под максимално допустимите концентрации във водата, зададени в Наредба №4 от 20.10.2000 г., за пъстървови стопанства, те са съответно - 1 mg.l⁻¹, 2 mg.l⁻¹, 0,01 mg.l⁻¹ и 0,40 mg.l⁻¹. По отношение на всички изследвани хидрохимични показатели не се наблюдават значими (P>0,05) разлики между отделните опитни групи (Табл. 2).

4.1.2. Влияние на добавката на индийско орехче във фуража върху хидрохимичните показатели в рециркулационната система

По време на експерименталния период хидрохимичните показатели в рециркулационната система бяха поддържани в оптималните за отглеждане на дъговата пъстърва граници (Табл. 3). Не са наблюдавани значими (P>0,05) разлики между отделните опитни групи по отношение на всички изследвани хидрохимични показатели. Температурата на водата през 60 дневния експериментален период варираше между 12°C и 15°C, като осреднената стойност беше 13,50°C. Разтвореният във водата кислород беше поддържан над 9 mg.l⁻¹, а стойностите на pH при контролната (K_Г) и опитната групи (O_{ио}) бяха съответно, 7,46±0,32 и 7,58±0,27. Електропроводимостта на водата беше със средна стойност 486,00 µS.cm⁻¹. Съдържанието на амоняк, нитрати, нитрити и ортофосфати във водата на рециркулационната система беше определяно ежеседмично (Табл. 3), отчетените

стойности бяха значително по-ниски от максимално допустимите зададени в Наредба №4/2000.

Таблица 3. Параметри на водата в рециркуляционната система по време на експеримента с дъгова пъстърва, изхранвана с фураж с добавка на индийско орехче

Показатели	n	КВ	О _{но}	Дост овер ност	Оптимални стойности според Зайков и Стайков (2013) и (Наредба № 4/2000)
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$		
Температура, °C	60	13,50±1,25	13,50±1,16	NS	12,0-16,0
Разтворен кислород, mg.l ⁻¹	60	9,54±0,31	9,42±0,30	NS	> 9
pH	60	7,46±0,32	7,58±0,27	NS	6,0-9,0
Електропроводимост, μS.cm ⁻¹	60	486,00±23,51	486,00±23,83	NS	-
Амоняк, mg.l ⁻¹	8	0,61±0,28	0,62±0,20	NS	< 1,0
Нитрати, mg.l ⁻¹	8	0,34±0,08	0,35±0,05	NS	< 2,0
Нитрити, mg.l ⁻¹	8	0,005±0,001	0,006±0,001	NS	< 0,01
Ортофосфати, mg.l ⁻¹	8	0,271±0,117	0,284±0,136	NS	<0,40

NS - няма достоверност на влияние

Данните от хидрохимичните изследвания на температура, разтворен във водата кислород, pH и електропроводимост по време на опитния период показват, че те са в оптималните за отглеждания вид граници. Същото се отнася и за максимално допустимите концентрации на амоняк, нитрати, нитрити и ортофосфати във водата. За пъстървовите стопанства максимално допустимите концентрации за тези показатели са съответно - 1 mg.l⁻¹, 2 mg.l⁻¹, 0,01 mg.l⁻¹ и 0,40 mg.l⁻¹ (Наредба № 4 от 20.10.2000 г.), по време на експерименталния период отчетените резултати показват значително по-ниски стойности във водата на рециркуляционната система. Не са наблюдавани значими (P>0,05) разлики между отделните опитни групи по отношение на всички изследвани хидрохимични показатели. Филтърната система на рециркуляционната система имаше основна роля при поддържане на оптималните хидрохимични показатели по време на експеримента с дъгова пъстърва. За да бъдат компенсирани загубите на вода от изпарения ежедневно беше добавяна свежа вода в количество 10% от обема на рециркуляционната система.

4.1.3. Влияние на добавката на черен пипер във фуража върху хидрохимичните показатели в рециркуляционната система

Средната стойност на температурата на водата през 60 дневния експериментален период беше 14,00°C, с вариране от 12,5°C до 15,5°C. Разтвореният във водата кислород беше поддържан над 9 mg.l⁻¹, а pH при контролната (К_Г) и опитната групи (О_{оп}) беше съответно, 7,64±0,56 и 7,62±0,52. Електропроводимостта на водата беше 485,00 μS.cm⁻¹.

Ежеседмично беше определяно съдържанието на амоняк, нитрати, нитрити и ортофосфати във водата на рециркуляционната система, отчетените стойности бяха далеч по-ниски от максимално допустимите зададени в Наредба №4/2000 (Табл. 4).

Таблица 4. Параметри на водата в рециркуляционната система по време на експеримента с дъгова пъстърва, изхранвана с фураж с добавка на черен пипер

Показатели	n	К _Г	О _{КП}	Достове рност	Оптимални стойности според Зайков и Стайков (2013) и (Наредба № 4/2000)
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$		
Температура, °C	60	14,00±1,50	14,00±1,50	NS	12,0-16,0
Разтворен кислород, mg.l ⁻¹	60	9,68±0,28	9,63±0,24	NS	> 9
pH	60	7,64±0,56	7,62±0,52	NS	6,0-9,0
Електропроводимост, µS.cm ⁻¹	60	485,00±35,24	485,00±38,76	NS	-
Амоняк, mg.l ⁻¹	8	0,65±0,23	0,66±0,20	NS	< 1,0
Нитрати, mg.l ⁻¹	8	0,35±0,04	0,33±0,02	NS	< 2,0
Нитрити, mg.l ⁻¹	8	0,007±0,001	0,008±0,001	NS	< 0,01
Ортофосфати, mg.l ⁻¹	8	0,253±0,136	0,248±0,129	NS	<0,40

NS - няма достоверност на влияние

По време на целия експериментален период хидрохимичните показатели (температура, разтворен кислород, pH и електропроводимост) в рециркуляционната система бяха поддържани в оптималните граници за отглеждане на дъгова пъстърва, същото се отнася и за концентрациите на амоняк, нитрати, нитрити и ортофосфати във водата, техните стойности бяха значително по-ниски от максимално допустимите зададени в Наредба №4/2000 (Табл. 4). Не бяха наблюдавани значими ($P > 0,05$) разлики между двете опитни групи по отношение на всички изследвани показатели на водата. Филтърната система на рециркуляционната система, както и ежедневното добавяне на 10% свежа вода изиграха основна роля за това.

4.1.4. Влияние на добавката на канела във фуража върху хидрохимичните показатели в рециркуляционната система

Хидрохимичните показатели в рециркуляционната система бяха поддържани в оптималните граници за отглеждане на дъгова пъстърва по време на целия експериментален период (Табл. 5). По отношение на всички изследвани хидрохимични показатели не са наблюдавани значими ($P > 0,05$) разлики между двете опитни групи. Температурата на водата през 60 дневния експериментален период варираше между 12,50°C и 15,50°C, а средната стойност беше 14,00°C. Разтвореният във водата кислород беше над 9 mg.l⁻¹, а pH при контролната (К_Г) и опитната групи (О_К) беше съответно, 7,64±0,56 и 7,72±0,48. Електропроводимостта на водата беше 485,00 µS.cm⁻¹.

Съдържанието на амоняк, нитрати, нитрити и ортофосфати във водата на рециркуляционната система беше определяно ежеседмично, отчетените стойности бяха много по-ниски от максимално допустимите зададени в Наредба №4/2000 (Табл. 5).

Таблица 5. Параметри на водата в рециркуляционната система по време на експеримента с дъгова пъстърва, изхранвана с фураж с добавка на канела

Показатели	n	K _Г	O _к	Достове рност	Оптимални стойности според Зайков и Стайков (2013) и (Наредба № 4/2000)
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$		
Температура, °C	60	14,00±1,50	14,00±1,50	NS	12,0-16,0
Разтворен кислород, mg.l ⁻¹	60	9.68±0.28	9.75±0.35	NS	> 9
pH	60	7,64±0,56	7,72±0,48	NS	6,0-9,0
Електропроводимост, µS.cm ⁻¹	60	485,00±35,24	485,00±47,18	NS	-
Амоняк, mg.l ⁻¹	8	0,65±0,23	0,64±0,25	NS	< 1,0
Нитрати, mg.l ⁻¹	8	0,35±0,04	0,31±0,07	NS	< 2,0
Нитрити, mg.l ⁻¹	8	0,007±0,001	0,006±0,001	NS	< 0,01
Ортофосфати, mg.l ⁻¹	8	0,253±0,136	0,266±0,138	NS	<0,40

NS - няма достоверност на влияние

Анализът на данните за всички хидрохимични показатели в рециркуляционната система по време на опитния период показват, че те са в оптималните за отглеждания вид граници, като няма значими ($P > 0,05$) разлики между двете опитни групи. Основна роля за това изигра филтърната система на рециркуляционната система, както и ежедневното добавяне на 10% свежа вода от обема на системата, за да бъдат компенсирани загубите от изпарение.

4.2. Влияние на добавката на фитоекстракти във фуража върху преживяемостта, прираста и оползотворяването на фуража при дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система

4.2.1. Влияние на добавката на чубрица върху преживяемостта, прираста и оползотворяването на фуража при дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система

В началото на експеримента средната жива маса на дъговите пъстърви от двете повторения на опитните групи K_Г и O_к беше съответно 13,43±0,33 g и 13,53±0,55 g, като разликите са математически недоказани ($P > 0,05$) (Табл. 6). В средата на опитния период средната индивидуална жива маса на дъговите пъстърви от група K_Г беше 23,73±0,85 g,

като тя беше с 10,80% по-ниска в сравнение с тази при рибите от група $O_{\text{ч}}$, разликите са статистически доказани ($P < 0,05$) (Табл. 6). В края на експерименталния период се запазва тенденцията за по висока средна жива маса на индивидите от групата получавала добавка на чубрица към фуража и тя е с 3,32 % по-висока от тази при рибите от група $K_{\text{г}}$, където беше $43,97 \pm 1,27$ g, разликите обаче са математически недоказани ($P > 0,05$) (Табл. 6). По-висока преживяемост беше отчетена при рибите от контролната група 97,50% в сравнение с тези получавали добавка на чубрица, където тя беше 95,00% (Табл. 6). Средният индивидуален прираст на дъговите пъстърви от група $K_{\text{г}}$ беше $30,54 \pm 0,98$ g, като това е с 4,45% по-ниско в сравнение с този при рибите от група $O_{\text{ч}}$, разликите са статистически недоказани ($P > 0,05$) (Табл. 6). По-добър хранителен коефициент (К) беше отчетен при групата получавала 1% екстракт от чубрица $1,21 \pm 0,06$, като това беше с 4,96% по-ниско в сравнение с този при рибите от контролната група, разликите са математически недоказани ($P > 0,05$) (Табл. 6).

Таблица 6. Рибопродуктивни показатели при дъгова пъстърва, изхранвана с фураж с добавка на чубрица

Показатели	n	$K_{\text{г}}$	n	$O_{\text{ч}}$	Достоверност
		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$	
Начална жива маса, g	80	$13,43 \pm 0,33$	80	$13,53 \pm 0,55$	NS
Жива маса в средата на експеримента, g	79	$23,73 \pm 0,85$	78	$26,30 \pm 1,06$	*
Крайна жива маса, g	78	$43,97 \pm 1,27$	76	$45,43 \pm 1,34$	NS
Преживяемост, %		97,50		95,00	
Среден индивидуален прираст, g	78	$30,54 \pm 0,98$	76	$31,90 \pm 1,03$	NS
Хранителен коефициент (К)	78	$1,27 \pm 0,04$	76	$1,21 \pm 0,06$	NS

Статистически значими разлики: * $P < 0,05$; NS - няма достоверност на влияние

В началото на експерименталния период рибите са изравнени по жива маса. При контролното измерване на 30^{-тия} ден се наблюдава достоверно ($P < 0,05$) по-висока жива маса с 10,80% при дъговите пъстърви от групата получавала добавка на 1% екстракт от чубрица в сравнение с контролната група, същата тенденция се запазва и в края на опитния период, но тук разликите между групите са математически недоказани ($P > 0,05$) (Табл. 6). Тези наши резултати потвърждават докладваните от Stoyanova et al. (2018) при шаран, които също установяват по-висока жива маса при рибите получавали добавка на екстракт от чубрица.

Въпреки, че е отчетена с 2,50% по-ниска преживяемост при дъговата пъстърва получавала добавка на 1% чубрица в сравнение с индивидите от контролата (Табл. 6), това е в нормалните граници за подрастващи риби до 10% смъртност. Резултатите получени при това изследване са значително по-лоши от докладваните от Stoyanova et al. (2018) 100% преживяемост при изхранването на фураж с добавка на чубрица на угояван шаран. Това се дължи именно на различната възрастова категория риби използвана при нашия експеримент.

Средният индивидуален прираст на дъговите пъстърви от група $O_{\text{ч}}$ беше с 4,45% по-висок в сравнение с този при рибите от група $K_{\text{г}}$, но разликите са статистически не

доказани ($P>0,05$) (Табл. 6). Тези резултати също корелират с докладваните от Stoyanova et al. (2018) за угояван шаран.

Добавка на 1% екстракт от чубрица доведе до 4,96% по-добър К в сравнение с контролната, но разликите са математически недоказани ($P>0,05$) (Табл. 6), това е в унисон с представените данни от Stoyanova et al. (2018) за угояван шаран. По-добрите резултати по отношение на растежните показатели получени при групата приемала добавка на 1% екстракт от чубрица към екструдирания фураж според нас се дължат на високото съдържание на биологично активни вещества в екстракта, както и на подобрените вкусови качества на фуража и неговата усвояемост.

4.2.2. Влияние на добавката на индийско орехче върху преживяемостта, прираста и оползотворяването на фуража при дъгова пъстърва, култивирана в рециркулационна система

В началото на експеримента средната жива маса на дъговите пъстърви от двете повторения на контролната и опитната групи (получавала добавка на 1% екстракт от индийско орехче), бяха съответно $13,43\pm 0,33$ g и $13,46\pm 0,29$ g, като разликите са математически недоказани ($P>0,05$) (Табл. 7). В средата на опитния период средната индивидуална жива маса на дъговите пъстърви от група K_r беше $23,73\pm 0,85$ g, като тя беше с 1,85% по-висока в сравнение с тази на индивидите от група O_{no} , разликите са статистически недоказани ($P>0,05$) (Табл. 7). В края на експерименталния период достоверно ($P<0,05$) по-ниска жива маса с 8,10 % в сравнение с контролната група ($43,97\pm 1,27$ g) беше наблюдавана при дъговите пъстърви от група O_{no} (Табл. 7). Преживяемостта отчетена при рибите от контролната и опитната групи беше идентична 97,50% (Табл. 7). Средният индивидуален прираст на дъговите пъстърви от група K_r беше $30,54\pm 0,98$ g, като той беше с 11,76% по-висок в сравнение с този на индивидите от група O_{no} , разликите са статистически доказани ($P<0,05$) (Табл. 7). По-добър хранителният коефициент (К) беше отчетен при контролната група (K_r) $1,27\pm 0,04$ в сравнение с този на индивидите от група O_{no} , където конверсията на фуража беше с 14,17% по-лоша, разликите са статистически доказани ($P<0,05$) (Табл. 7).

Таблица 7. Рибопродуктивни показатели при дъгова пъстърва, изхранвана с фураж с добавка на индийско орехче

Показатели	n	K_r	n	O_{no}	Достоверност
		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$	
Начална жива маса, g	80	$13,43\pm 0,33$	80	$13,46\pm 0,29$	NS
Жива маса в средата на експеримента, g	79	$23,73\pm 0,85$	78	$23,30\pm 0,64$	NS
Крайна жива маса, g	78	$43,97\pm 1,27$	78	$40,41\pm 1,23$	*
Преживяемост, %		97,50		97,50	
Среден индивидуален прираст, g	78	$30,54\pm 0,98$	78	$26,95\pm 0,98$	*
Хранителен коефициент (К)	78	$1,27\pm 0,04$	78	$1,45\pm 0,05$	*

Статистически значими разлики: * $P<0,05$; NS - няма достоверност на влияние

В средата на опитния период живата маса на дъговите пъстърви от контролната и опитната групи не се различават съществено, но в края на експерименталния период

рибите хранени с фураж с добавка на 1% екстракт от индийско орехче показват достоверно ($P < 0,05$) по-ниска жива маса в сравнение с тези при контролата (Табл. 7). Това е в противоречие на докладваното от Zhelyazkov et al. (2018) при шаран и от Sodamola et al. (2017) при африкански сом, които докладват по-висока жива маса при рибите получавали добавка на екстракт от индийско орехче. Вероятно резултатите в нашето проучване се дължат на особеностите в метаболизма при дъговата пъстърва.

Добавката на 1% екстракт от индийско орехче, към екструдираниите фуражи за дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система не оказва влияние върху нейната преживяемост, както беше подчертано по-горе тя беше идентична при опитната и контролната групи 97,5% (Табл. 7). По този показател резултатите ни се доближават до тези докладвани от Zhelyazkov et al. (2018) за 100% преживяемост при шаран и са по-високи от тези на Sodamola et al. (2017) за африкански сом (63-86,3%). Различията преживяемостта при трите експеримента се дължат на различните възрастови категории риби използвани в тях, Zhelyazkov et al. (2018) използват шарани за угояване, а Sodamola et al. (2017) подрастващ африкански сом, използваните от нас дъгови пъстърви също спадат към подрастващите риби.

Анализът на данните за средният индивидуален прираст на дъговите пъстърви от група K_r показва, че той беше с 11,76% по-висок в сравнение с този на индивидите от група $O_{но}$, като разликите са статистически доказани ($P < 0,05$) (Табл. 7). Тези резултати също се в противоречие с представените от Zhelyazkov et al. (2018) за угояван шаран и Sodamola et al. (2017) за подрастващ африкански сом, които докладват за по-висок индивидуален прираст при рибите получавали добавка на екстракт от индийско орехче, както споменахме по-горе причината вероятно е в различния метаболизъм при изследваните видове риби.

В края на опитния период анализът на данните за разхода на екстудирани фураж показват с 14,17% по-добър хранителният коефициент (K) при контролната група в сравнение с тази получавала добавка на 1% екстракт от индийско орехче, разликите са статистически доказани ($P < 0,05$) (Табл. 7). Тези данни също са в противоречие с представените от Zhelyazkov et al. (2018) за угояван шаран и Sodamola et al. (2017) за подрастващ африкански сом, които докладват по-добър K при рибите приемали екстракт от индийско орехче.

4.2.3. Влияние на добавката на черен пипер върху преживяемостта, прираста и оползотворяването на фуража при дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система

В началото на експеримента средната жива маса на дъговите пъстърви от двете повторения на опитните групи K_r и $O_{чп}$ беше съответно $41,55 \pm 7,76$ g и $41,23 \pm 8,38$ g, като разликите са математически недоказани ($P > 0,05$) (Табл. 8). В средата на опитния период рибите от група $O_{чп}$ бяха със средна жива маса $71,63 \pm 10,68$ g, като това беше с 6,60% по-високо в сравнение с тази при рибите от контролата, но разликите са статистически недоказани ($P > 0,05$) (Табл. 8). В края на експерименталния период се запази същата тенденция, индивидите от групата получавала добавка на черен пипер към фуража имаха с 5,84% по-висока средна жива маса в сравнение с рибите от група K_r , където тя беше $117,25 \pm 19,15$ g, но разликите също са математически недоказани ($P > 0,05$) (Табл. 8). Преживяемостта при дъговите пъстърви и от двете опитни групи беше 100% (Табл. 8). Средният индивидуален прираст на индивидите от група $O_{чп}$ беше $82,87 \pm 11,33$ g, като това беше с 8,65% по-високо в сравнение с този при рибите от група K_r , разликите са

статистически недоказани ($P>0,05$) (Табл. 8). По-добър хранителен коефициент (К) беше отчетен при дъговите пъстърви от групата получавала 1% екстракт от черен пипер $0,98\pm 0,02$, като той беше с 10,20% по-нисък в сравнение с този при рибите от контролната група, разликите са математически доказани ($P<0,01$) (Табл. 8).

Таблица 8. Рибопродуктивни показатели при дъгова пъстърва, изхранвана с фураж с добавка на черен пипер

Показатели	n	К _Г	n	О _{чп}	Достоверност
		$\bar{x}\pm SD$		$\bar{x}\pm SD$	
Начална жива маса, g	60	41,55±7,76	60	41,23±8,38	NS
Жива маса в средата на експеримента, g	60	66,90±14,77	60	71,63±10,68	NS
Крайна жива маса, g	60	117,25±19,15	60	124,10±19,35	NS
Преживяемост, %		100		100	
Среден индивидуален прираст, g	60	75,70±11,53	60	82,87±11,33	NS
Хранителен коефициент (К)	60	1,08±0,03	60	0,98±0,02	**

** $P\leq 0,01$; NS - няма достоверност на влияние

При контролното измерване на 30^{-тия} ден се наблюдава тенденция за по-висока жива маса с 6,60% при дъговите пъстърви от групата получавала добавка на 1% екстракт от черен пипер в сравнение с контролната група, същата тенденция се запазва и при финалното претегляне на 60^{-тия} ден, рибите от група О_{чп} имаха с 5,84% по-висока средна жива маса в сравнение с тези от контролата, но разликите между групите и в двата случая са математически недоказани ($P>0,05$) (Табл. 8). Тези наши резултати потвърждават докладваната от много автори по-висока жива маса при рибите получавали добавка на различни фитоекстракти към фуража, като черен пипер и куркума при нилска тилапия (Dowidar et al., 2017), черен пипер при роху (Matiullah et al., 2016), черен пипер при подрастваща хибридна червена тилапия „Флорида“ (Shalaby et al., 2014), канела (Dedi et al., 2016; Stoyanova et al., 2018a), чубрица (Stoyanova et al., 2018b) при шаран, мащерка, риган и чесън (Georgieva and Zhelyazkov, 2018), бял равнец и глухарче (Koshinski 2019; 2020) при дъгова пъстърва.

Добавката на 1% екстракт от черен пипер към екструдираните фуражи за дъгова пъстърва култивирана в рециркулационна система не оказва влияние върху преживяемост на рибите, тя беше 100% и при контролната и при опитната група (Табл. 8). Това корерила с докладваната 100% преживяемост на дъгова пъстърва при добавката на екстракти от бял равнец и глухарче към фуража (Koshinski, 2019; 2020), но е значително по-висока от установените (88-93%) от Georgieva and Zhelyazkov (2018) при добавката на екстракти от куркумин, паприка, мащерка, риган и чесън към фуража за същия вид.

Средният индивидуален прираст на дъговите пъстърви от група О_{чп} беше с 8,65% по-висок в сравнение с този при рибите от група К_Г, но разликите са статистически не доказани ($P>0,05$) (Табл. 8). Тези резултати също са в унисон с представените от Shalaby et al. (2014) за добавката на черен пипер при подрастваща хибридна червена тилапия „Флорида“, както и при роху (Matiullah et al., 2016), при добавката на екстракти от бял равнец и глухарче към фуража за дъгова пъстърва (Koshinski 2019; 2020), както и на

машерка, риган и чесън при дъгова пьстърва (Georgieva and Zhelyazkov, 2018) за същия вид, подобни са и резултатите при добавката на канела във фуража за подрастващ и угояван шаран (Dedi et al., 2016; Stoyanova et al., 2018).

В края на опитния период разхода на екструдирани фураж показва с 10,20% подобър К при групата получавала добавка на 1% екстракт от черен пипер в сравнение с контролната, разликите са математически доказани ($P < 0,01$) (Табл. 8). Тези данни също потвърждават представените от Koshinski (2019; 2020) и Georgieva and Zhelyazkov (2018) при добавката на екстракти съответно от бял равнец, глухарче, машерка, риган и чесън към фуража за дъгова пьстърва, подобни са и резултатите при добавката на канела във фуража за подрастващ и угояван шаран (Dedi et al., 2016; Stoyanova et al., 2018). По-добрите растежни показатели отчетени при групата получавала добавка на 1% екстракт от черен пипер към екструдирания фураж според нас се дължат на подобрените вкусови качества на фуража и неговата усвояемост, както и на високото съдържание на витамини, минерали и фенолни съединения в екстракта от черен пипер.

4.2.4. Влияние на добавката на канела върху преживяемостта, прираста и оползотворяването на фуража при дъгова пьстърва, култивирана в рециркулационна система

Средната жива маса на дъговите пьстърви от двете повторения на опитните групи K_r и O_k в началото на експеримента беше съответно $41,55 \pm 7,76$ g и $41,48 \pm 7,95$ g, като разликите са математически недоказани ($P > 0,05$) (Табл. 9). В средата на опитния период беше наблюдавана тенденция за по-висока средна индивидуална жива маса на дъговите пьстърви от група O_k – $72,47 \pm 11,77$ g, като това беше с 7,69 % по-високо в сравнение с тази при рибите от контролата, но разликите са статистически недоказани ($P > 0,05$) (Табл. 9). Същата тенденция се наблюдава и в края на експерименталния период индивидите от групата получавала добавка на канела към фуража бяха с 3,56% по-висока средна жива маса в сравнение с рибите от група K_r , където тя беше $117,25 \pm 19,15$ g, но разликите също са математически недоказани ($P > 0,05$) (Табл. 9). При двете опитни групи преживяемостта беше 100% (Табл. 9). Средният индивидуален прираст на дъговите пьстърви от група O_k беше $79,93 \pm 11,89$ g, като това беше с 5,29% по-високо в сравнение с този при рибите от група K_r , разликите са статистически недоказани ($P > 0,05$) (Табл. 9). По-добър хранителен коефициент (К) беше отчетен при групата получавала 1% екстракт от канела $1,03 \pm 0,03$, като той беше с 4,85% по-нисък в сравнение с този при рибите от контролната група, разликите са статистически недоказани ($P > 0,05$) (Табл. 9).

Таблица 9. Рибопродуктивни показатели при дъгова пьстърва, изхранвана с фураж с добавка на канела

Показатели	n	K_r	n	O_k	Достоверност
		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$	
Начална жива маса, g	60	$41,55 \pm 7,76$	60	$41,48 \pm 7,95$	NS
Жива маса в средата на експеримента, g	60	$66,90 \pm 14,77$	60	$72,47 \pm 11,77$	NS
Крайна жива маса, g	60	$117,25 \pm 19,15$	60	$121,42 \pm 19,39$	NS
Преживяемост, %		100		100	
Среден индивидуален прираст, g	60	$75,70 \pm 11,53$	60	$79,93 \pm 11,89$	NS
Хранителен коефициент (К)	60	$1,08 \pm 0,03$	60	$1,03 \pm 0,03$	NS

NS - няма достоверност на влияние

В средата на опитния период се наблюдава тенденция за по висока жива маса при дъговите пъстърви от групата получавала добавка на 1% екстракт от канела в сравнение с контролната група, същата тенденция се запазва и в края на опитния период, но разликите между групите са математически недоказани ($P>0,05$) (Табл. 9). Тези наши резултати потвърждават докладваните от Stoyanova et al. (2018) и Dedi et al. (2016) при шаран, които също установяват по-висока жива маса при рибите получавали добавка на екстракт от канела.

Преживяемостта при рибите от опитната и контролната групи беше 100%, което показва, че добавката на 1% екстракт от канела, към екструдираниите фуражи за дъгова пъстърва, култивирана в рециркулационна система не оказва влияние върху този показател (Табл. 9). Това потвърждава докладваната от Stoyanova et al. (2018) 100% преживяемост при угояван шаран и е незначително по-висока от установената (93,3-100%) от Dedi et al. (2016) при подрастващ шаран.

Средният индивидуален прираст на дъговите пъстърви от група O_k беше с 5,29% по-висок в сравнение с този при рибите от група K_r , но разликите са статистически не доказани ($P>0,05$) (Табл. 9). Тези резултати също са в унисон с представените от Stoyanova et al. (2018) за угояван шаран и от Dedi et al. (2016) при подрастващ шаран.

В края на опитния период разхода на екструдиран фураж показва с 4,85% по-добър K при групата получавала добавка на 1% екстракт от канела в сравнение с контролната, но разликите са математически не доказани ($P>0,05$) (Табл. 9). Тези данни също потвърждават представените от Stoyanova et al. (2018) за угояван шаран и от Dedi et al. (2016) при подрастващ шаран. Тенденцията за по-добри резултати по отношение на растежните показатели получени при групата получавала добавка на 1% екстракт от канела към екструдирания фураж според нас се дължат на високото съдържание на витамини, минерали и фенолни съединения в екстракта от канела, както и на подобрените вкусови качества на фуража и неговата усвояемост.

4.3. Влияние на добавката на фитоекстракти във фуража върху биохимичните кръвни показатели при дъгова пъстърва, култивирана в рециркулационна система

4.3.1. Влияние на добавката на чубрица върху биохимичните кръвни показатели при дъгова пъстърва, култивирана в рециркулационна система

В практиката биохимичните показатели на кръвта се използват за мониторинг на здравословния статус на рибите. При настоящия експеримент за всички изследвани 13 биохимични показателя на кръвта на рибите от контролната и опитната групи не бяха установени значими разлики ($P>0,05$) (Табл. 10).

Таблица 10. Биохимични показатели на кръвта на дъгова пъстърва, изхранвана с фураж с добавка на чубрица

Показатели	n	K _r	O _ч	Достоверност
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	
GLU, mmol/l	6	4,87±0,42	5,39±0,63	NS
UREA, mmol/l	6	0,85±0,06	0,83±0,06	NS
CREA, μmol/l	6	16,17±1,58	14,67±1,61	NS
TP, g/l	6	40,43±1,31	40,65±2,33	NS
ALB, g/l	6	19,28±1,81	19,18±1,39	NS
ASAT, U/l	6	246,67±26,19	240,83±25,30	NS
ALAT, U/l	6	32,50±2,67	37,83±4,83	NS
ALP, U/l	6	590,67±90,39	573,50±21,72	NS
Ca, mmol/l	6	2,44±0,10	2,29±0,17	NS
P, mmol/l	6	5,85±0,51	5,81±0,78	NS
Mg, mmol/l	6	0,76±0,05	0,68±0,08	NS
TG, mmol/l	6	1,92±0,02	1,89±0,04	NS
CHOL, mmol/l	6	6,22±0,82	6,28±0,43	NS

NS - няма достоверност на влияние

Glu-глюкоза; Crea-креатинин; TP-общ протеин; Alb-албумин; ASAT-аспартатаминотрансфераза; ALAT-аланинаминотрансфераза; ALP-алкална фосфатаза; Ca-калций; P-фосфор; Mg-манган; TG-триглицериди; CHOL-холестерол

Биохимичните параметри на кръвта при рибите се повлияват от много фактори, като качество на водата, температура, метод на вземане на кръв, възраст, хранене, полова зрялост и фотопериод (Coşkun et al., 2016; Fazio et al., 2016). Добавката на 1% екстракт от чубрица не повлиява достоверно ($P > 0,05$) върху изследваните 13 биохимични кръвни показателя при дъговата пъстърва (Табл. 10). В литературата не се откриват данни за влиянието на екстракт от чубрица върху кръвните биохимични показатели при риби. Koshinski (2019; 2020) изследвайки добавката на екстракти от бял равнец и глухарче към фуража за дъгова пъстърва, също не установява значими разлики при кръвните биохимични показатели, докато Velichkova et al. (2019) докладват за значително по-високи нива на Ca в кръвта на шаран при добавка във фуража му на блатен аир (*Acorus calamus* L.), а Sirakov et al. (2019) откриват по-високи нива на TG и CHOL в кръвта на същия вид при добавка на глухарче към фуража му.

4.3.2. Влияние на добавката на индийско орехче върху биохимичните кръвни показатели при дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система

Биохимичните показатели на кръвта се използват за мониторинг на здравословния статус на рибите. При всички изследвани 13 биохимични показателя на кръвта на рибите от контролната и опитната групи не бяха установени значими разлики ($P > 0,05$) (Табл. 11).

Таблица 11. Биохимични показатели на кръвта на дъгова пъстърва, изхранвана с фураж с добавка на индийско орехче

Показатели	n	K _г	O _{но}	Достоверност
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	
GLU, mmol/l	6	4,87±0,42	4,94±0,26	NS
UREA, mmol/l	6	0,85±0,06	0,83±0,10	NS
CREA, μmol/l	6	18,17±1,58	20,00±2,13	NS
TP, g/l	6	40,43±1,31	38,62±2,59	NS
ALB, g/l	6	19,28±1,81	17,68±1,25	NS
ASAT, U/l	6	246,67±26,19	249,33±25,32	NS
ALAT, U/l	6	32,50±2,67	34,17±2,90	NS
ALP, U/l	6	590,67±90,39	543,17±60,64	NS
Ca, mmol/l	6	2,44±0,10	2,28±0,20	NS
P, mmol/l	6	5,85±0,51	5,60±0,42	NS
Mg, mmol/l	6	0,76±0,05	0,78±0,05	NS
TG, mmol/l	6	1,96±0,02	1,95±0,02	NS
CHOL, mmol/l	6	6,22±0,82	5,63±0,65	NS

NS - няма достоверност на влияние

Glucose-глюкоза; Crea-креатинин; TP-общ протеин; Alb-албумин; ASAT-аспартатаминотрансфераза; ALAT-аланинаминотрансфераза; ALP-алкална фосфатаза; Ca-калций; P-фосфор; Mg-манган; TG-триглицериди; CHOL-холестерол

Биохимичните параметри на кръвта при рибите се влияят от качеството на водата, температурата, методът на вземане на кръв, възрастта, храненето, половата зрялост и фотопериода (Coşkun et al., 2016; Fazio et al., 2016). Настоящото изследване показва, че добавката на 1% екстракт от индийско орехче не повлиява достоверно $P > 0,05$ върху изследваните 13 биохимични кръвни показателя при дъговата пъстърва (Табл. 11). До този момент в литературата не откриваме данни за влиянието на екстракт от индийско орехче върху кръвните биохимични показатели при риби. В изследванията си Koshinski (2019; 2020) на добавката на екстракти от бял равнец и глухарче към фуража за дъгова пъстърва, също не установява значими разлики при кръвните биохимични показатели. В противоречие на това Velichkova et al. (2019) докладват за значително по-високи нива на Ca в кръвта на шаран при добавка във фуража му на блатен аир, значително по-високи нива на TG и CHOL в кръвта откриват Sirakov et al. (2019) при добавка на глухарче към фуража за шаран.

4.3.3. Влияние на добавката на черен пипер върху биохимичните кръвни показатели при дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система

Беше проведен мониторинг на здравословния статус на дъговите пъстърви от двете опитни групи посредством определяне на биохимичните показатели на кръвта. По всички изследвани 13 биохимични показателя на кръвта не бяха установени значими разлики ($P > 0,05$) между рибите от контролната и опитната групи (Табл. 12).

Таблица 12. Биохимични показатели на кръвта на дъгова пъстърва, изхранвана с фураж с добавка на черен пипер

Показатели	n	K _r	O _{чп}	Достоверност
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	
GLU, mmol/l	6	5,12±0,46	5,14±0,44	NS
UREA, mmol/l	6	0,82±0,08	0,80±0,06	NS
CREA, μmol/l	6	15,58±1,15	15,52±1,09	NS
TP, g/l	6	41,85±1,64	40,92±1,18	NS
ALB, g/l	6	18,86±1,57	18,68±1,46	NS
ASAT, U/l	6	248,19±23,40	250,96±24,54	NS
ALAT, U/l	6	34,73±3,24	35,34±2,82	NS
ALP, U/l	6	555,89±80,67	552,97±80,22	NS
Ca, mmol/l	6	2,30±0,14	2,34±0,12	NS
P, mmol/l	6	5,68±0,49	5,59±0,45	NS
Mg, mmol/l	6	0,69±0,08	0,68±0,07	NS
TG, mmol/l	6	1,88±0,03	1,89±0,02	NS
CHOL, mmol/l	6	6,17±0,54	6,20±0,46	NS

NS - няма достоверност на влияние

Glu-глюкоза; Crea-креатинин; TP-общ протеин; Alb-албумин; ASAT-аспартатаминотрансфераза; ALAT-аланинаминотрансфераза; ALP-алкална фосфатаза; Ca-калций; P-фосфор; Mg-манган; TG-триглицериди; CHOL-холестерол

Върху биохимичните параметри на кръвта при рибите влияние оказват: вида, възрастта, половата зрялост, температурата, фотопериода, храненето, качеството на водата и методът на вземане на кръв (Coşkun et al., 2016; Fazio et al., 2016). Добавката на 1% екстракт от черен пипер не оказва влияние върху изследваните 13 биохимични кръвни показателя при дъговата пъстърва ($P > 0,05$) (Табл. 12). В достъпната литература не открихме данни за влиянието на екстракт от черен пипер върху кръвните биохимични показатели при риби. Koshinski (2019; 2020) изследва добавката на екстракти от бял равнец и глухарче към фуража за дъгова пъстърва върху кръвните биохимични показатели и заключава, че те не оказват влияние върху тях, нашите резултати са в унисон с това твърдение. В противоречие Georgieva and Zhelyazkov (2018) докладват по-високи нива на някои биохимични кръвни показатели при добавката на различни растителни екстракти към фуража за дъгова пъстърва, като уреа при куркумин, паприка и риган, албумин при мащерка, креатинин при риган, TP при мащерка и чесън, ALAT при куркумин, риган и чесън, същите автори докладват по-ниски нива на креатинин при паприка и чесън, както и на ASAT при куркумин, риган и чесън. Значително по-високи нива на TP в кръвта на шаран са докладвани при добавката към фуража му на куркумин, мащерка и чесън (Georgieva et al., 2020). Velichkova et al. (2019) отчитат по-високи нива на Ca в кръвта на същия вид при добавка на блатен аир, а Sirakov et al. (2019) откриват по-високи нива на TG и CHOL в кръвта на шаран при добавка на глухарче към фуража му. Казаното до тук показва, че различните видове фитоекстракти влияят по различен начин на кръвните биохимични показатели при различните видове риби, поради това изследванията в тази област трябва да продължат.

4.3.4. Влияние на добавката на канела върху биохимичните кръвни показатели при дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система

За мониторинг на здравословния статус на дъговите пъстърви от двете опитни групи бяха изследвани биохимичните показатели на кръвта. Не бяха установени значими разлики ($P>0,05$) по всички изследвани 13 биохимични показателя на кръвта между рибите от контролната и опитната групи (Табл. 13).

Таблица 13. Биохимични показатели на кръвта на дъгова пъстърва, изхранвана с фураж с добавка на канела

Показатели	n	К _Г	О _К	Достоверност
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	
GLU, mmol/l	6	5,12±0,46	5,23±0,38	NS
UREA, mmol/l	6	0,82±0,08	0,86±0,14	NS
CREA, μ mol/l	6	15,58±1,15	15,35±1,46	NS
TP, g/l	6	41,85±1,64	42,16±1,19	NS
ALB, g/l	6	18,86±1,57	19,04±1,28	NS
ASAT, U/l	6	248,19±23,40	257,56±20,82	NS
ALAT, U/l	6	34,73±3,24	35,94±3,48	NS
ALP, U/l	6	555,89±80,67	543,54±78,85	NS
Ca, mmol/l	6	2,30±0,14	2,42±0,18	NS
P, mmol/l	6	5,68±0,49	5,74±0,61	NS
Mg, mmol/l	6	0,69±0,08	0,65±0,12	NS
TG, mmol/l	6	1,88±0,03	1,91±0,05	NS
CHOL, mmol/l	6	6,17±0,54	6,08±0,48	NS

NS - няма достоверност на влияние

GlU-глюкоза; Crea-креатинин; TP-общ протеин; Alb-албумин; ASAT-аспартатаминотрансфераза; ALAT-аланинаминотрансфераза; ALP-алкална фосфатаза; Ca-калций; P-фосфор; Mg-манган; TG-триглицериди; CHOL-холестерол

Възрастта, храненето, половата зрялост, фотопериода, качеството на водата, температурата и методът на вземане на кръв влияят върху биохимичните параметри на кръвта при рибите (Coşkun et al., 2016; Fazio et al., 2016). Настоящото изследване показва, че добавката на 1% екстракт от канела не повлиява достоверно ($P>0,05$) върху изследваните 13 биохимични кръвни показателя при дъговата пъстърва (Табл. 13). До този момент в литературата не откриваме данни за влиянието на екстракт от канела върху кръвните биохимични показатели при риби. Добавката на екстракти от бял равнец и глухарче към фуража за дъгова пъстърва, не повлиява на кръвните биохимични показатели Koshinski (2019; 2020) и нашите резултати потвърждават това твърдение. В противоречие на това Sirakov et al. (2019) откриват значително по-високи нива на TG и CHOL в кръвта на шаран при добавка на глухарче към фуража му, а Velichkova et al. (2019) докладват за значително по-високи нива на Ca в кръвта на същия вид при добавка на блатен аир.

4.4. Влияние на добавката на фитоекстракти във фуража върху състава на месото от дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система

4.4.1. Влияние на добавката на фитоекстракти във фуража върху химичния състав на месото от дъгова пъстърва

4.4.1.1. Влияние на добавката на чубрица върху химичния състав на месото от дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система

Добавката на 1% екстракт от чубрица не води до достоверни разлики ($P>0,05$) по отношение на химичния състав на месото на дъговата пъстърва. Количеството на водата в месото на рибите от група O_4 е $75,81\pm 1,23\%$, което е по-високо с $0,68\%$ в сравнение с това при контролната група. Респективно съдържанието на сухо вещество в месото на дъговите пъстърви от група O_4 е $24,19\pm 1,23\%$ и то е по-ниско, в сравнение с това при индивидите от група K_7 с $2,11\%$ (Табл. 14). Наблюдава се тенденция за по-високо с $1,49\%$ количество протеин в месото на рибите от групата получавала добавка на 1% екстракт от чубрица в сравнение с това при контролната група – $18,58\pm 0,26\%$ (Табл. 14). Съдържанието на липидите и пепелта в месото на дъговите пъстърви от група O_4 е съответно $3,74\pm 0,44\%$ и $1,59\pm 0,16\%$ и те са по-ниски в сравнение с тези при индивидите от контролната група съответно с $19,25\%$ и $5,03\%$ (Табл. 14).

Таблица 14. Химичен състав на месото от дъгова пъстърва, изхранвана с фураж с добавка на чубрица

Показатели	n	K_7	O_4	Достоверност
		$\bar{x}\pm SD$	$\bar{x}\pm SD$	
Вода, %	6	$75,30\pm 0,70$	$75,81\pm 1,23$	NS
Протеин, %	6	$18,58\pm 0,26$	$18,86\pm 0,66$	NS
Липиди, %	6	$4,46\pm 0,82$	$3,74\pm 0,44$	NS
Сухо вещество, %	6	$24,70\pm 0,70$	$24,19\pm 1,23$	NS
Пепел, %	6	$1,67\pm 0,04$	$1,59\pm 0,16$	NS

NS – няма достоверност на влияние.

Общия химичен състав на месото на дъговите пъстърви не беше повлиян от добавката на 1% екстракт от чубрица към фуража, въпреки че, беше наблюдавана тенденция за по-ниско съдържанието на липиди при група O_4 (Табл. 14). Това съответства на резултатите докладвани от Georgieva et al. (2019) при добавката на екстракти от паприка, куркумин, чесън и мащерка към фуража за дъгова пъстърва и на същите екстракти при шаран Georgieva et al. (2018). Тъй като съвременния консуматор търси риби с по-ниски стойности на липиди, обнадеждаващ е факта, че добавката на 1% чубрица към фуража води до тенденция за понижаването им в месото.

4.4.1.2. Влияние на добавката на индийско орехче върху химичния състав на месото от дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система

Добавката на 1% екстракт от индийско орехче доведе до достоверно ($P<0,001$) по-високо количество на вода в месото на дъговите пъстърви – $77,12\pm 0,21\%$ и респективно на по-ниско съдържание на сухо вещество в същото $22,88\pm 0,21\%$, в сравнение с това при индивидите от контролната група, където те бяха съответно - $75,30\pm 0,70\%$ и $24,70\pm 0,70\%$ (Табл. 15). Протеинът в месото на рибите от опитната и контролната групи беше

идентичен $18,59\pm 0,09\%$ и $18,58\pm 0,26\%$, разликите са математически недоказани ($P>0,05$) (Табл. 15). Съдържанието на липиди в месото на дъговите пъстърви от група $O_{но}$ беше $2,59\pm 0,21\%$ и то е достоверно по-ниско ($P<0,001$) в сравнение с това при индивидите от контролната група – $4,46\pm 0,82\%$. Количеството на пепелта в месото на рибите от контролната и опитната групи са приблизително еднакви, съответно $1,67\pm 0,04\%$ и $1,69\pm 0,02\%$ и това показва, че добавката на 1% екстракт от индийско орехче към фуража за дъгова пъстърва не влияе върху този показател ($P>0,05$) (Табл. 15).

Таблица 15. Химичен състав на месото от дъгова пъстърва, изхранвана с фураж с добавка на индийско орехче

Показатели	n	K_r	$O_{но}$	Достроверност
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	
Вода, %	6	$75,30 \pm 0,70$	$77,12 \pm 0,21$	***
Протеин, %	6	$18,58 \pm 0,26$	$18,59 \pm 0,09$	NS
Липиди, %	6	$4,46 \pm 0,82$	$2,59 \pm 0,21$	***
Сухо вещество, %	6	$24,70 \pm 0,70$	$22,88 \pm 0,21$	***
Пепел, %	6	$1,67 \pm 0,04$	$1,69 \pm 0,02$	NS

Статистически значими разлики: *** $P \leq 0,001$; NS - няма достоверност на влияние

До достоверно по-високо количество на водата в месото на дъговите пъстърви доведе добавката на 1% екстракт от индийско орехче, също достоверно, но по-ниско беше съдържанието на сухо вещество и липиди. Подобни резултати при добавка на екстракти от бял равнец и глухарче към фуража за дъгова пъстърва докладват Koshinski (2019; 2020) и Georgieva et al. (2018) при добавката на риган към фуража за шаран. В противречие на тези резултати при добавката на екстракти от куркумин, паприка, мащерка и чесън към фуража за шаран Georgieva et al. (2018) и на същите екстракти при дъгова пъстърва Georgieva et al. (2019) не установяват съществено влияние. По-ниските нива на липиди в месото на дъговите пъстърви получавали добавка на 1% екстракт от индийско орехче към фуража вероятно се дължат на антиинфламаторното и липотропното действие на биологичноактивните субстанции: лимонен, сабинен и алфа-пинен съдържащи в екстракта от индийско орехче.

През последните години консуматорите търсят риби с по-постно месо, получените значително по-ниски стойности на липиди в месото на дъговите пъстърви получавали добавка на екстракт от индийско орехче са обнадеждаващи по-отношение получаването на такава.

4.4.1.3. Влияние на добавката на черен пипер върху химичния състав на месото от дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система

Добавката на 1% екстракт от черен пипер към фуража за дъгова пъстърва доведе до $0,53\%$ по-ниско съдържание на вода в месото на рибите от опитната група и респективно с $1,78\%$ по-високо на сухо вещество в сравнение с индивидите от контролната група, където те бяха съответно $77,07 \pm 0,17\%$ и $22,93 \pm 0,17\%$, разликите са математически доказани ($P<0,01$) (Табл. 16). Количеството протеин в месото на рибите от контролната група беше с $1,67\%$ по-високо в сравнение с това при индивидите от група $O_{чп}$, където то беше $18,30 \pm 0,29\%$, но разликите са математически недоказани ($P>0,05$) (Табл. 16). Добавката на 1% екстракт от черен пипер към фуража доведе до достоверно ($P<0,01$) по-високо с $22,59\%$

съдържание на липиди в месото на дъговите пъстърви от група $O_{\text{чп}}$ в сравнение с това при рибите от контролната група, където то беше $3,01 \pm 0,28\%$. Количеството на пепелта в месото на рибите от контролната група беше $1,31 \pm 0,03\%$ и то е с $2,97\%$ по-ниско от това при опитната група $O_{\text{чп}}$, но разликите са математически недоказани ($P > 0,05$) (Табл. 16).

Таблица 16. Химичен състав на месото от дъгова пъстърва, изхранвана с фураж с добавка на черен пипер

Показатели	n	K_r	$O_{\text{чп}}$	Достоверност
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	
Вода, %	6	$77,07 \pm 0,17$	$76,66 \pm 0,13$	**
Протеин, %	6	$18,61 \pm 0,20$	$18,30 \pm 0,29$	NS
Липиди, %	6	$3,01 \pm 0,28$	$3,69 \pm 0,30$	**
Сухо вещество, %	6	$22,93 \pm 0,17$	$23,34 \pm 0,13$	**
Пепел, %	6	$1,31 \pm 0,03$	$1,35 \pm 0,03$	NS

Статистически значими разлики: ** $P \leq 0,01$; NS - няма достоверност на влияние

Добавката на 1% екстракт от черен пипер към фуража за дъгова пъстърва доведе до достоверно ($P < 0,01$) по-ниско количество на вода в месото и, също достоверно ($P < 0,01$), но по-високо беше съдържанието на сухо вещество и липиди. При добавката на черен пипер към фуража за обикновен шаран Wojno et al. (2021) и при роху Matiullah et al. (2016) докладват повишени нива на общите липиди в месото им. В противоречие на тези резултати при добавка на екстракти от бял равнец и глухарче към фуража за дъгова пъстърва Koshinski (2019; 2020) докладват по-високо количество вода и по-ниско на липиди и сухо вещество, подобни са и резултатите на Georgieva et al. (2018) при добавката на риган към фуража за шаран. Georgieva et al. (2018, 2019) не установяват съществено влияние при добавката на екстракти от куркумин, паприка, мащерка и чесън към фуража, съответно за дъгова пъстърва и шаран. Не беше установено достоверно ($P > 0,05$) повлияване на съдържанието на протеин и пепел при добавката на 1% черен пипер към фуража за дъгова пъстърва, което потвърждава докладваните от Georgieva et al. (2018) резултати при добавката на екстракти от куркумин, паприка, мащерка, риган и чесън към фуража за дъгова пъстърва. В противоречие на тези на резултати Matiullah et al. (2016) установяват достоверно по-високи нива на протеин и пепел при добавката на 0,5% черен пипер към фуража за роху, а Koshinski (2020) докладва за по-високо количество на протеин и по-ниско на пепел в месото на дъгова пъстърва получавала като добавка към фуража екстракт от глухарче.

4.4.1.4. Влияние на добавката на канела върху химичния състав на месото от дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система

Химичния състав на месото на дъговата пъстърва не беше повлиян от добавката на 1% екстракт от канела към фуража и, разликите между групите бяха математически недостоверни ($P > 0,05$) (Табл. 17). Количеството на водата в месото на рибите от група O_k беше по-ниско с $0,13\%$ в сравнение с това при контролната група, където беше $77,07 \pm 0,17\%$. Респективно съдържанието на сухо вещество в месото на дъговите пъстърви от група O_k беше по-високо с $0,43\%$ в сравнение с това при индивидите от група K_r , където беше $22,93 \pm 0,17\%$ (Табл. 17). Протеина в месото на дъговите пъстърви от контролната група беше $18,61 \pm 0,20\%$ и това беше с $0,97\%$ по-високо в сравнение с това при рибите

получавали добавка на 1% екстракт от канела. Съдържанието на липиди в месото на рибите от група O_k беше с 10,30% по-високо в сравнение с това при индивидите от контролата, където беше $3,01 \pm 0,28\%$. Количеството на пепелта в месото на дъговите пъстърви от група O_k беше $1,28 \pm 0,06\%$ и това беше с 2,29% по-ниско в сравнение със същото при контролната група (Табл. 17).

Таблица 17. Химичен състав на месото от дъгова пъстърва, изхранвана с фураж с добавка на канела

Показатели	n	K_r	O_k	Достоверност
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	
Вода, %	6	$77,07 \pm 0,17$	$76,97 \pm 0,30$	NS
Протеин, %	6	$18,61 \pm 0,20$	$18,43 \pm 0,28$	NS
Липиди, %	6	$3,01 \pm 0,28$	$3,32 \pm 0,25$	NS
Сухо вещество, %	6	$22,93 \pm 0,17$	$23,03 \pm 0,30$	NS
Пепел, %	6	$1,31 \pm 0,03$	$1,28 \pm 0,06$	NS

Статистически значими разлики: NS - няма достоверност на влияние

Общия химичен състав на месото на дъговите пъстърви не беше повлиян от добавката на 1% екстракт от канела към фуража и, разликите между групите бяха математически недостоверни ($P > 0,05$). Това е в унисон с резултатите докладвани от Mohammad et al. (2011) при добавката на канела към фуража за Нилска тилапия, идентични са и резултатите на Georgieva et al. (2018; 2019) при добавката на екстракти от паприка, куркумин, чесън и машерка към фуража за дъгова пъстърва и шаран. В противоречие на това са данните представени от други автори, които докладват повишени нива на общите липиди в месото на рибите при добавка на черен пипер към фуража за обикновен шаран Wojno et al. (2021) и при роху Matiullah et al. (2016). По-високо количество вода и по-ниско на липиди и сухо вещество отчитат Koshinski (2019; 2020) при добавка на екстракти от бял равнец и глухарче към фуража за дъгова пъстърва, както и Georgieva et al. (2018) при добавката на риган към фуража за шаран. Koshinski (2020) докладва за по-високо количество на протеин и по-ниско на пепел в месото на дъгова пъстърва получавала като добавка към фуража екстракт от глухарче, а Matiullah et al. (2016) установяват по-високи нива на протеин и пепел при добавката на 0,5% черен пипер към фуража за роху.

4.4.2. Влияние на добавката на фитоекстракти във фуража върху мастнокиселинния състав на месото от дъгова пъстърва

4.4.2.1. Влияние на добавката на чубрица върху мастнокиселинния състав на месото от дъгова пъстърва, култивирана в рециркулационна система

Съдържанието на мастни киселини в месото на дъговата пъстърва, отглеждана в рециркулационна система и получавала фураж с добавка на екстракт от чубрица и без добавка на такъв е предствено в Табл. 18. Добавката на 1% екстракт от чубрица към фуража за дъгова пъстърва доведе до достоверно ($P < 0,05$) по-високо количество с 21,69% на миристиновата киселина в сравнение с това при група K_r , където то беше $2,49 \pm 0,17\%$. В съдържанието на палмитинова киселина не бяха наблюдавани достоверни разлики ($P > 0,05$) между рибите от опитната и контролната групи. Достоверно ($P < 0,01$) по-високо с 14,82% количество на стеариновата киселина беше установено при рибите от група O_4 , в

сравнение с контролната група, където то беше $3,98 \pm 0,15\%$. НМК в месото на рибите от опитната група $O_{\text{ч}}$ беше $25,79 \pm 0,95\%$ и това е с $5,28\%$ по-високо в сравнение със същото при контролната група, разликите са математически доказани ($P < 0,05$) (Табл. 18).

Добавката на 1% екстракт от чубрица към фуража за дъгова пъстърва доведе до достоверно ($P < 0,01$) по-високо съдържание на палмитолеиновата киселина при група $O_{\text{ч}}$ – $23,97\%$, в сравнение с контролната, където то беше $2,92 \pm 0,12\%$. Количеството на олеиновата киселина при контролната и опитната групи беше съответно, $49,68 \pm 1,03\%$ и $49,79 \pm 0,48\%$, като разликите между групите са математически недоказани ($P > 0,05$) по отношение на тази мастна киселина. Не се наблюдават достоверни ($P > 0,05$) разлики в съдържанието на МНМК в месото на рибите от контролната и опитната групи.

Количеството на линоловата киселина в месото на рибите от контролната група е $13,83 \pm 0,48\%$ и това е с $3,11\%$ по-ниско в сравнение със същото при група $O_{\text{ч}}$, разликите са математически недоказани ($P > 0,05$). Съдържанието на α -линоленова киселини в месото на рибите от група $K_{\text{г}}$ е $3,21 \pm 0,26\%$ и това е с $14,02\%$ по-ниско в сравнение със същото при индивидите от група $O_{\text{ч}}$, разликите между групите са достоверни ($P < 0,05$). Добавката на 1% екстракт от чубрица към фуража за дъгова пъстърва не доведе до достоверни разлики ($P > 0,05$) в съдържанието на ейкозациеновата, ейкозатриеновата, ейкозапентаеновата и доказапентаеновата киселини в месото на опитните риби. Наблюдава се достоверно ($P < 0,001$) по-ниско с $24,90\%$ количество на докозахексаеновата киселина в месото на опитните риби от група $O_{\text{ч}}$, в сравнение с това при индивидите от група $K_{\text{г}}$, където то беше $2,57 \pm 0,28\%$. Добавянето към фуража на 1% екстракт от чубрица води до достоверно ($P < 0,05$) по-ниско съдържание на ПНМК и ННМК в месото на дъговата пъстърва от опитната група $O_{\text{ч}}$, съответно $7,48\%$ и $1,80\%$, в сравнение със същото при контролната група – $22,98 \pm 0,20\%$ и $75,58 \pm 0,51\%$.

Количеството на $n-3$ мастните киселини в месото на дъговата пъстърва приемала 1% екстракт от чубрица към фуража беше по-ниско с $15,64\%$, в сравнение с това при контролната група $8,12 \pm 0,16\%$, разликите са математически доказани ($P < 0,001$). Съдържанието на $n-6$ мастните киселини в месото на рибите от опитната група не беше повлияно от включването на екстракт от чубрица във фуража, разликите са математически недоказани ($P > 0,05$).

Добавката на 1% екстракт от чубрица към фуража за дъгова пъстърва води до статистически достоверни разлики ($P < 0,05$) между групите при съотношението ПНМК/НМК, то беше по-ниско с $11,70\%$ при рибите получавали добавка на екстракт от чубрица в сравнение с това при контролната група, където беше $0,94 \pm 0,01$. Включването на същата добавка във фуража за дъгова пъстърва не оказва достоверно влияние ($P > 0,05$) върху съотношението $n-6/n-3$.

Таблица 18. Съдържание на мастни киселини в месото на дъгова пъстърва, изхранвана с фураж с добавка на чубрица

Мастни киселини, %	n	K _r	O _ч	Достоверност
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	
C14:0 Миристинова	6	2,49±0,17	3,03±0,50	*
C16:0 Палмитинова	6	17,96±0,38	18,19±0,47	NS
C16:1 Палмитолеинова	6	2,92±0,12	3,62±0,47	**
C18:0 Стеаринова	6	3,98±0,15	4,57±0,28	**
C18:1 Олеинова	6	49,68±1,03	49,79±0,48	NS
C18:2 Линолова	6	13,83±0,48	13,40±1,79	NS
C18:3n-3 α-линоленова	6	3,21±0,26	2,76±0,30	*
C20:2 Ейкозациденова	6	0,82±0,15	0,77±0,05	NS
C20:3 Ейкозатриенова	6	0,21±0,03	0,25±0,08	NS
C20:5 Ейкозапентаенова	6	1,71±0,30	1,72±0,44	NS
C22:5 Докозапентаенова	6	0,64±0,12	0,45±0,19	NS
C22:6 Докозахексаенова	6	2,57±0,28	1,93±0,16	***
НМК ¹	6	24,43±0,51	25,79±0,95	*
ННМК ²	6	75,58±0,51	74,22±0,95	*
МНМК ³	6	52,60±0,91	53,41±0,95	NS
ПНМК ⁴	6	22,98±0,20	21,26±0,71	*
n-6 ⁵	6	14,86±0,36	14,42±1,91	NS
n-3 ⁶	6	8,12±0,16	6,85±0,20	***
ПНМК/НМК	6	0,94±0,01	0,83±0,05	*
n-6/n-3	6	1,83±0,08	2,11±0,34	NS

Статистически значими разлики: *** P≤0,001; ** P≤0,01; NS - няма достоверност на влияние.

¹НМК-Наситени мастни киселини; ²ННМК-Ненаситени мастни киселини; ³МНМК-Мононенаситени мастни киселини; ⁴ПНМК-Полиненаситени мастни киселини; ⁵n-6- ΣC18:2;C20:2;C20:3;C20:4; ⁶n-3-ΣC18:3n-3;C20:5;C22:6.

Добавката на 1% екстракт от чубрица към фуража за дъгова пъстърва доведе до достоверно по-високо количество на миристиновата (P<0,05) и стеариновата (P<0,01) киселини, и тенденция за по-високо такова на палмитиновата киселина, което е причина за достоверно (P<0,05) по-високото общо количество НМК (Табл. 18). Това противоречи на докладваните от Georgieva et al. (2018) по-ниски нива на същите мастни киселини в месото на дъгова пъстърва при изхранване с фуражи с добавка на паприка, куркумин, мащерка, чесън и риган. Заради повишаването на холестерола в кръвта миристиновата и палмитиновата мастни киселини са от особено значение при храненето на човека, докато стеариновата киселина е неутрална в това отношение. Въпреки, достоверно по-високото количество на НМК в месото на дъговите пъстърви от група O_ч (25,79%), то е нормално за този вид риба и далеч по-ниско от докладваните от Zhelyazkov et al. (2015) стойности 28,28-29,03%

Въпреки достоверно (P<0,01) по-високото количество на палмитолеиновата киселина, не се наблюдават достоверни разлики в общото количество МНМК (Табл. 18). Това корелира с докладваното от Georgieva et al. (2018) за тези мастни киселини в месото на дъгова пъстърва при хранене с фуражи с добавка на паприка, куркумин, мащерка, чесън и риган.

Добавката на екстракт от чубрица към фуража за дъгова пьстърва води до достоверно по-ниско съдържание на α -линоленова и докозахексаенова ($P<0,001$) киселини в месото (Табл. 18), в сравнение с това при контролната група. Georgieva et al. (2018) също докладват по-ниски нива на α -линоленова киселина в месото на дъгова пьстърва при изхранване с фуражи с добавка на мащерка и куркумин, но не откриват такива при изхранването на чесън, риган и паприка, по отношение на докозахексаеновата киселина същите автори не откриват значителни разлики, което е в противоречие с нашите резултати. В количествата на останалите дълговерижни мастни киселини (линолова, ейкозациенова, ейкозатриенова, ейкозапентаенова и докозапентаенова) не се откриват достоверни разлики (Табл. 18), това е в унисон с докладваните от Georgieva et al. (2018) данни за влияние на добавката на паприка, куркумин, мащерка, чесън и риган във фуража за дъгова пьстърва по отношение на тези мастни киселини. До достоверно по-ниско съдържание на ПНМК ($P<0,05$), ННМК ($P<0,05$) и n-3 ($P<0,001$) мастни киселини в месото на дъговата пьстърва от грипа $O_{\text{ч}}$, доведе добавянето към фуража на екстракт от чубрица, не са наблюдавани достоверни разлики по отношение на n-6 (Табл. 18). Тези данни са в противоречие с резултатите на Georgieva et al. (2018), които наблюдават тенденция за по-високи нива на тези групи мастни киселини при добавянето към фуража за дъгова пьстърва на паприка, куркумин, мащерка, чесън и риган.

ПНМК/НМК беше достоверно ($P<0,05$) по-ниско при дъговите пьстърви получавали добавка на екстракт от чубрица, в сравнение с контролната, докато при съотношението n-6/n-3 не се наблюдават достоверни разлики (Табл. 18). Въпреки положителните съотношения на ПНМК/НМК и n-6/n-3, при групата получавала като добавка към фуража чубрица, съответно 0,83 и 2,11, те остават в благоприятния диапазон повече от 0,4 и по-малко от 5 (Simopoulos, 2004).

4.4.2.2. Влияние на добавката на индийско орехче върху мастнокиселинния състав на месото от дъгова пьстърва, култивирана в рециркулационна система

Съдържанието на мастни киселини в месото на дъговата пьстърва, отглеждана в рециркулационна система и получавала фураж с добавка на екстракт от индийско орехче и без добавка на такъв е предствено в Табл. 19. Добавката на 1% екстракт от индийско орехче към фуража за дъгова пьстърва доведе до достоверно по-високо количество ($P<0,001$) на миристиновата и палмитиновата киселини. Съдържанието на първата при индивидите от контролната и опитната групи беше съответно, $2,49\pm 0,17\%$ и $4,23\pm 0,44\%$, а на втората $17,96\pm 0,38\%$ и $21,15\pm 0,04\%$. Достоверно по-високо количество ($P<0,01$) беше установено и на стеариновата киселина $4,58\pm 0,42\%$ при рибите от група $O_{\text{ю}}$, в сравнение с контролната група където беше $3,98\pm 0,15\%$. НМК в месото на рибите от опитната група $O_{\text{ю}}$ беше $29,95\pm 0,05\%$ и това е достоверно по-високо ($P<0,001$) в сравнение със същото при контролната група – $24,43\pm 0,51\%$.

Съдържанието на палмитолеиновата киселина при контролната и опитната групи беше съответно, $2,92\pm 0,12\%$ и $2,97\pm 0,11\%$, като разликите между групите са математически недоказани ($P>0,05$) по отношение на тази мастна киселина. Добавката на 1% екстракт от индийско орехче към фуража за дъгова пьстърва доведе до достоверно по-ниско количество ($P<0,01$) на олеинова киселина при опитната група $O_{\text{ю}}$ – $47,29\pm 1,12\%$, в сравнение с контролната където беше $49,68\pm 1,03\%$. МНМН в месото на рибите от група $O_{\text{ю}}$ беше $50,26\pm 1,01\%$ и то е достоверно по-ниско ($P<0,01$) в сравнение с това при контролната група – $52,60\pm 0,91\%$.

Добавката на екстракт от индийско орехче към фуража за дъгова пъстърва води до достоверно по-ниско ($P<0,01$) съдържание на линолова и α -линоленова киселини в месото, съответно – $12,87\pm 0,38\%$ и $2,57\pm 0,29\%$, в сравнение с това при контролната група – $13,83\pm 0,48\%$ и $2,57\pm 0,29\%$. Също достоверно по-ниско ($P<0,001$) беше количеството на ейкозациеновата, докозапентаеновата и докозахексаеновата киселини в месото на опитните риби, съответно - $0,35\pm 0,08\%$, $0,25\pm 0,09\%$ и $1,46\pm 0,20\%$, в сравнение с това при контролата, където тяхното съдържание беше $0,82\pm 0,15\%$, $0,64\pm 0,12\%$ и $2,57\pm 0,28\%$. Ейкозапентаеновата киселина в месото на рибите от групата получавала екстракт от индийско орехче беше $2,16\pm 0,14\%$ и то е достоверно по-високо ($P<0,01$) в сравнение с контролната група – $1,71\pm 0,30\%$. Количеството на ейкозатриенова киселина в месото на опитните риби не беше повлияно от добавката на индийско орехче ($P>0,05$). Добавянето към фуража на екстракт от индийско орехче води до достоверно по-ниско ($P<0,01$) съдържание на ПНМК и ННМК в месото на дъговата пъстърва от опитната група, съответно $19,89\pm 0,96\%$ и $70,05\pm 0,05\%$, в сравнение със същото при контролната група – $22,98\pm 0,20\%$ и $75,58\pm 0,51\%$.

Стойностите на n-6 и n-3 мастните киселини в месото на дъговата пъстърва приемала екстракт от индийско орехче към фуража бяха достоверно ($P<0,001$) по-ниски $13,46\pm 0,53\%$ и $6,43\pm 0,44\%$, в сравнение с тези на контролната група $14,86\pm 0,36\%$ и $8,12\pm 0,16\%$.

Добавката на 1% екстракт от индийско орехче към фуража за дъгова пъстърва води до статистически достоверни разлики ($P<0,001$) между групите при съотношенията ПНМК/НМК и n-6/n-3. Съотношението ПНМК/НМК беше по-ниско при дъговите пъстърви получавали добавка на екстракт от индийско орехче $0,66\pm 0,03$, в сравнение с контролната, където то беше $0,94\pm 0,01$, а това на n-6/n-3 е по-високо при рибите получавали фураж с добавка на екстракт от индийско орехче $2,10\pm 0,06$, в сравнение с това при контролата $1,83\pm 0,08$.

Таблица 19. Съдържание на мастни киселини в месото на дъгова пъстърва, изхранвана с фураж с добавка на индийско орехче

Мастни киселини, %	n	К _Г	О _{НО}	Достоверност
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	
C14:0 Миристинова	6	$2,49 \pm 0,17$	$4,23 \pm 0,44$	***
C16:0 Палмитинова	6	$17,96 \pm 0,38$	$21,15 \pm 0,04$	***
C16:1 Палмитолеинова	6	$2,92 \pm 0,12$	$2,97 \pm 0,11$	NS
C18:0 Стеаринова	6	$3,98 \pm 0,15$	$4,58 \pm 0,42$	**
C18:1 Олеинова	6	$49,68 \pm 1,03$	$47,29 \pm 1,12$	**
C18:2 Линолова	6	$13,83 \pm 0,48$	$12,87 \pm 0,38$	**
C18:3n-3 α -линоленова	6	$3,21 \pm 0,26$	$2,57 \pm 0,29$	**
C20:2 Ейкозациенова	6	$0,82 \pm 0,15$	$0,35 \pm 0,08$	***
C20:3 Ейкозатриенова	6	$0,21 \pm 0,03$	$0,25 \pm 0,07$	NS
C20:5 Ейкозапентаенова	6	$1,71 \pm 0,30$	$2,16 \pm 0,14$	**
C22:5 Докозапентаенова	6	$0,64 \pm 0,12$	$0,25 \pm 0,09$	***
C22:6 Докозахексаенова	6	$2,57 \pm 0,28$	$1,46 \pm 0,20$	***
НМК ¹	6	$24,43 \pm 0,51$	$29,95 \pm 0,05$	***
ННМК ²	6	$75,58 \pm 0,51$	$70,05 \pm 0,05$	***
МНМК ³	6	$52,60 \pm 0,91$	$50,26 \pm 1,01$	**

ПНМК ⁴	6	22,98±0,20	19,89±0,96	***
n-6 ⁵	6	14,86±0,36	13,46±0,53	***
n-3 ⁶	6	8,12±0,16	6,43±0,44	***
ПНМК/НМК	6	0,94±0,01	0,66±0,03	***
n-6/n-3	6	1,83±0,08	2,10±0,06	***

Статистически значими разлики: *** P≤0,001; ** P≤0,01; NS - няма достоверност на влияние

¹НМК-Наситени мастни киселини; ²ННМК-Ненаситени мастни киселини; ³МНМК-Мононенаситени мастни киселини; ⁴ПНМК-Полиненаситени мастни киселини; ⁵n-6- ΣC18:2;C20:2;C20:3;C20:4; ⁶n-3-ΣC18:3n-3;C20:5;C22:6.

Добавката на екстракт от индийско орехче към фуража за дъгова пъстърва доведе до достоверно по-високо количество на миристиновата, палмитиновата и стеариновата киселини, както и на общото количество НМК. Това е в противоречие с докладваните от Georgieva et al. (2018) по-ниски нива на същите мастни киселини в месото на дъгова пъстърва при хранене с фуражи с добавка на куркумин, паприка, мащерка, риган и чесън. Миристиновата и палмитиновата мастни киселини са от съществено значение за храненето на хората понеже водят до повишаване на хлостерола, докато стеариновата киселина е неутрална в това отношение. Въпреки по-високото количество на НМК в месото на дъговите пъстърви от група O_{ио} (29,95%) то е нормално за този вид риба Zhelyazkov et al. (2015) докладват стойности 28,28-29,03%

Достоверно по-ниско беше количеството на олеиновата киселина и МНМК при опитната група O_{ио}, в сравнение с контролната, докато Georgieva et al. (2018) докладва по-високи нива на тези мастни киселини в месото на дъгова пъстърва при хранене с фуражи с добавка на куркумин, паприка, мащерка, риган и чесън.

Добавката на екстракт от индийско орехче към фуража за дъгова пъстърва води до достоверно по-ниско съдържание на линолова, α-линоленова, ейкозадиеновата, доказапентаеновата и докозахексаеновата в месото, в сравнение с това при контролната група. Georgieva et al. (2018) също представят значително по-ниски нива на α-линоленова киселина в месото на дъгова пъстърва при изхранване с фуражи с добавка на куркумин и мащерка, докато не откриват такива при изхранването на паприка, риган и чесън, но по отношение на останалите мастни киселини същите автори не откриват значителни разлики, което противоречи на нашите резултати. Единствената дълговерижна мастна киселина, която при настоящото изследване показва достоверно по-високо количество в месото на опитните риби беше ейкозапентаеновата, докато Georgieva et al. (2018) не откриват съществено влияние на добавката на куркумин, паприка, мащерка, риган и чесън във фуража за дъгова пъстърва по отношение на тази мастна киселина. До достоверно по-ниско съдържание на ПНМК, ННМК, n-6 и n-3 в месото на дъговата пъстърва от опитната група, доведе добавянето към фуража на екстракт от индийско орехче, това противоречи на резултатите на Georgieva et al. (2018), които наблюдават тенденция за по-високи нива на тези групи мастни киселини при добавянето към фуража за дъгова пъстърва на куркумин, паприка, мащерка, риган и чесън.

Статистически достоверни бяха разликите между групите при съотношенията ПНМК/НМК и n-6/n-3. ПНМК/НМК беше по-ниско при дъговите пъстърви получавали добавка на екстракт от индийско орехче, в сравнение с контролната, докато това на n-6/n-3 беше по-високо при рибите получавали фураж с добавка на екстракт от индийско орехче, в сравнение с това при контролата. Въпреки по-лошите съотношения на ПНМК/НМК и n-6/n-3, съответно 0,66 и 2,10, при групата получавала като добавка към фуража индийско

орехче те остават в благоприятния диапазон повече от 0,4 и по-малко от 5 (Simopoulos, 2004).

4.4.2.3. Влияние на добавката на черен пипер върху мастнокиселинния състав на месото от дъгова пъстърва, култивирана в рециркулационна система

Добавката на 1% екстракт от черен пипер към фуража за дъгова пъстърва доведе до достоверно ($P < 0,001$) по-ниско количество на миристиновата мастна киселина, с 26,82% в сравнение с това при контролната група, където то беше $2,61 \pm 0,24\%$ (Табл. 20). Също достоверно ($P < 0,01$) по-ниско с 30,99% беше съдържанието на палмитинова киселина при индивидите от група ($O_{\text{чп}}$) в сравнение с това при контролата – $20,30 \pm 0,94\%$ (Табл. 20). Не бяха установени достоверни ($P > 0,05$) разлики в количеството на стеариновата киселина при рибите от двете опитни групи (Табл. 20). НМК в месото на рибите от контролната група беше $27,69 \pm 0,94\%$ и това е достоверно ($P < 0,001$) по-високо с 23,51% в сравнение със същото при група $O_{\text{чп}}$ (Табл. 20).

Съдържанието на палмитолеиновата киселина при контролната група беше $3,14 \pm 0,30\%$ и това е с 39,49% по-ниско в сравнение с това при група $O_{\text{чп}}$, разликите са математически доказани ($P < 0,05$) (Табл. 20). Количеството на олеинова киселина не се повлия от добавката на 1% екстракт от черен пипер към фуража за дъгова пъстърва, разликите между контролната и опитната групи са математически недостоверни ($P > 0,05$) (Табл. 20). МНМК в месото на рибите от група $O_{\text{чп}}$ беше $53,23 \pm 0,21\%$ и то беше с 4,38% по-високо в сравнение с това при индивидите от контролната група ($P < 0,01$) (Табл. 20).

Добавката на екстракт от черен пипер към фуража за дъгова пъстърва не повлия на съдържанието на линолова киселина в месото ($P > 0,05$) (Табл. 20). Достоверно ($P < 0,01$) по-високо с 26,89% количество α -линоленова киселина се наблюдаваше в месото на рибите от група $O_{\text{чп}}$ в сравнение с това при контролата, където то беше $2,12 \pm 0,11\%$ (Табл. 20). Съдържанието на ейкозациеновата киселина при индивидите от група $O_{\text{чп}}$ беше $0,32 \pm 0,02\%$ и това е с 65,63% по-ниско в сравнение с това при рибите от контролната група, разликите са статистически достоверни ($P < 0,001$) (Табл. 20). Количеството на ейкозатриенова киселина в месото на опитните риби не беше повлияно от добавката на черен пипер ($P > 0,05$) (Табл. 20). Достоверно по-високо ($P < 0,05$) с 90,10% беше съдържанието на ейкозапентаеновата киселина при рибите от група $O_{\text{чп}}$, в сравнение с това при индивидите от контролната, където то беше $0,91 \pm 0,36\%$ (Табл. 20). Количеството на докозапентаеновата киселина в месото на рибите от групата получавала екстракт от черен пипер беше достоверно ($P < 0,01$) по-високо с 3,2 пъти в сравнение с това при контролната група, където то беше $0,34 \pm 0,04\%$ (Табл. 20). Също достоверно ($P < 0,001$) по-високо с 2,53 пъти беше съдържанието на докозахексаеновата киселина в месото на рибите от група $O_{\text{чп}}$, в сравнение с това при индивидите от контролата, където то беше $1,26 \pm 0,71\%$ (Табл. 20). Добавянето към фуража на екстракт от черен пипер води до достоверно по-високо съдържание на ННМК ($P < 0,001$) и ПНМК ($P < 0,05$) в месото на дъговата пъстърва от опитната група, съответно с 9,02% и 19,51%, в сравнение със същото при контролната група – $72,31 \pm 0,94\%$ и $21,42 \pm 0,51\%$ (Табл. 20).

Съдържанието на n-3 в месото на рибите от група $O_{\text{чп}}$ беше достоверно ($P < 0,001$) по-високо с 87,90% в сравнение с това при контролната група, където беше $4,63 \pm 0,92\%$, докато в количеството на n-6 не се наблюдават достоверни разлики ($P > 0,05$) (Табл. 20).

Добавката на 1% екстракт от черен пипер към фуража за дъгова пъстърва води до статистически достоверни разлики ($P < 0,01$) между групите при съотношенията

ПНМК/НМК и n-6/n-3 (Табл. 20). Съотношението ПНМК/НМК беше с 62,34% по-високо при рибите получавали добавка на екстракт от черен пипер в сравнение с контролната група, където то беше $0,77 \pm 0,01\%$, а това на n-6/n-3 е по-ниско с 49,34% при рибите от група $O_{\text{чп}}$ в сравнение с това при контролата - $3,81 \pm 1,10\%$ (Табл. 20).

Таблица 20. Съдържание на мастни киселини в месото на дъгова пъстърва, изхранвана с фураж с добавка на черен пипер

Мастни киселини, %	n	К _Г	O _{чп}	Достоверност
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	
C14:0 Миристинова	6	2,61±0,24	1,91±0,15	***
C16:0 Палмитинова	6	20,30±0,94	14,01±3,52	**
C16:1 Палмитолеинова	6	3,14±0,30	4,38±0,99	*
C18:0 Стеаринова	6	4,79±0,24	5,26±0,51	NS
C18:1 Олеинова	6	47,76±1,74	48,85±1,20	NS
C18:2 Линолова	6	15,59±1,07	16,15±2,81	NS
C18:3n-3 α-линоленова	6	2,12±0,11	2,69±0,37	**
C20:2 Ейкозадиенова	6	0,53±0,04	0,32±0,02	***
C20:3 Ейкозатриенова	6	0,68±0,32	0,44±0,07	NS
C20:5 Ейкозапентаенова	6	0,91±0,36	1,73±0,67	*
C22:5 Докозапентаенова	6	0,34±0,04	1,09±0,51	**
C22:6 Докозахексаенова	6	1,26±0,71	3,19±0,26	***
НМК ¹	6	27,69±0,94	21,18±3,16	***
ННМК ²	6	72,31±0,94	78,83±3,16	***
МНМК ³	6	50,90±1,44	53,23±0,21	**
ПНМК ⁴	6	21,42±0,51	25,60±3,37	*
n-6 ⁵	6	16,79±1,42	16,91±2,90	NS
n-3 ⁶	6	4,63±0,92	8,70±0,47	***
ПНМК/НМК	6	0,77±0,01	1,25±0,35	**
n-6/n-3	6	3,81±1,10	1,93±0,23	**

Статистически значими разлики: *** $P \leq 0,001$; ** $P \leq 0,01$; * $P \leq 0,05$; NS - няма достоверност на влияние

¹НМК-Наситени мастни киселини; ²ННМК-Ненаситени мастни киселини; ³МНМК-Мононенаситени мастни киселини; ⁴ПНМК-Полиненаситени мастни киселини; ⁵n-6- Σ C18:2;C20:2;C20:3;C20:4; ⁶n-3- Σ C18:3n-3;C20:5;C22:6.

Достоверно по-ниско количество на миристиновата ($P < 0,001$) и палмитиновата ($P < 0,01$) киселини беше отчетено в месото на рибите получавали добавка на екстракт от черен пипер към фуража си, докато в съдържанието на стеаринова киселина не бяха установени математически доказани разлики ($P > 0,05$). Понеже водят до повишаване на хлостерола миристиновата и палмитиновата мастни киселини са от съществено значение за храненето на хората, докато в това отношение стеариновата киселина е неутрална. Общото количество НМК в месото на дъговите пъстърви от група $O_{\text{чп}}$ беше достоверно ($P < 0,001$) по-ниско в сравнение с това при контролната. Тези данни са в унисон с докладваните от Georgieva et al. (2018) по-ниски нива на миристиновата киселина, палмитиновата киселина и НМК в месото на дъгова пъстърва при изхранване на фуражи с добавка на куркумин, паприка, мащерка, риган и чесън.

Докато количеството на олеинова киселина не беше повлияно от добавката на 1% екстракт от черен пипер към фуража за дъгова пъстърва, то това на палмитолеинова киселина ($P < 0,05$) и МНМК ($P < 0,01$) бяха достоверно по-високи при опитната група $O_{\text{чп}}$ в сравнение с контролната. Georgieva et al. (2018) също докладва по-високи нива на тези мастни киселини в месото на дъгова пъстърва при изхранване на фуражи с добавка на куркумин, паприка, мащерка, риган и чесън.

Добавката на екстракт от черен пипер към фуража за дъгова пъстърва не доведе до достоверни ($P > 0,05$) разлики в количеството на линоловата и ейкозатриеновата мастни киселини в месото на опитните риби, което корелира с резултатите на Georgieva et al. (2018) при изхранването на фуражи с добавка на куркумин, паприка, мащерка, риган и чесън на дъгова пъстърва. Достоверно по-високо съдържание на α -линоленова ($P < 0,01$), ейкозапентаенова ($P < 0,05$), доказапентаенова ($P < 0,01$) и докозахексаенова ($P < 0,001$) киселини се наблюдаваше при групата $O_{\text{чп}}$ в сравнение с това при контролната група. В противоречие на това са резултатите на Georgieva et al. (2018), които представят значително по-ниски нива на α -линоленова киселина в месото на дъгова пъстърва при изхранване с фуражи с добавка на куркумин и мащерка, а не откриват разлики при изхранването на паприка, риган и чесън. По отношение на останалите четири мастни киселини същите автори не откриват значителни разлики при изхранването на използваните пет фитоекстракта, което също е в противоречие с нашите резултати. Ейкозациеновата мастна киселина беше единствената дълговерижна мастна киселина, която при настоящото изследване показва достоверно ($P < 0,001$) по-ниска стойност в месото на опитните риби, докато Georgieva et al. (2018) не откриват съществено влияние при добавката на куркумин, паприка, мащерка, риган и чесън във фуража за дъгова пъстърва по отношение на тази мастна киселина. Достоверно по-високо беше съдържанието на ННМК ($P < 0,001$), ПНМК ($P < 0,05$) и n-3 ($P < 0,001$) в месото на дъговата пъстърва от опитната група получавала добавка на 1% екстракт от черен пипер, това е в унисон с резултатите докладвани от Georgieva et al. (2018), които също наблюдават тенденция за по-високи нива на тези групи мастни киселини при изхранването на фуражи с добавка на куркумин, паприка, мащерка, риган и чесън на дъгова пъстърва. Количеството на n-6 мастните киселини в месото на рибите от опитната група $O_{\text{чп}}$ не беше повлияно от добавката на екстракт от черен пипер, което корелира с резултатите на Georgieva et al. (2018).

При съотношенията ПНМК/НМК и n-6/n-3 бяха отчетени статистически достоверни ($P < 0,01$) разлики между опитната и контролната групи. ПНМК/НМК беше по-високо при дъговите пъстърви получавали добавка на екстракт от черен пипер в сравнение с контролната, докато това на n-6/n-3 беше по-ниско при рибите от група $O_{\text{чп}}$ в сравнение с това при контролата. Georgieva et al. (2018) не установяват достоверно влияние при добавката на куркумин, паприка, мащерка, риган и чесън във фуража за дъгова пъстърва при тези две съотношения, което е в противоречие с нашите резултати. По-добрите съотношения на ПНМК/НМК и n-6/n-3 съответно $1,25 \pm 0,35$ и $1,93 \pm 0,23$, при групата получавала като добавка към фуража черен пипер показват, че този адитив влияе благоприятно върху мастнокиселинният състав на месото от дъгова пъстърва. Според Simopoulos, (2004) благоприятния диапазон на тези две съотношения е съответно повече от 0,4 и по-малко от 5.

4.4.2.4. Влияние на добавката на канела върху мастнокиселинния състав на месото от дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система

Добавката на 1% екстракт от канела към фуража за дъгова пъстърва доведе до достоверно ($P<0,001$) по-високо с 20,31% количество на миристиновата киселина в месото на рибите в сравнение с това при контролната група, където то беше $2,61\pm 0,24\%$ (Табл. 21). Съдържанието на палмитинова киселина при индивидите от група (O_k) беше с 14,93% по-ниско в сравнение с това при контролата ($20,30\pm 0,94\%$), разликите са математически доказани ($P<0,001$) (Табл. 21). Между рибите от двете опитни групи не бяха установени достоверни ($P>0,05$) разлики в количеството на стеариновата киселина (Табл. 21). Достоверно ($P<0,001$) по-ниско с 8,02% беше съдържанието на НМК в месото на рибите от група O_k в сравнение с това при контролната група, където то беше $27,69\pm 0,94\%$ (Табл. 21).

Количествата на олеиновата и палмитолеиновата киселина в месото на опитните риби не бяха повлияни от добавката на 1% екстракт от канела към фуража за дъгова пъстърва, разликите между контролната и опитната групи са математически недостоверни ($P>0,05$), същото се отнася и за общото количество МНМК в месото (Табл. 21).

Добавката на екстракт от канела към фуража за дъгова пъстърва не повлия на съдържанието на линолова, α -линоленова, ейкозадиенова и докозапентаенова мастни киселини в месото им, разликите между групите са статистически недоказани ($P>0,05$) (Табл. 21). Достоверно ($P<0,05$) по-ниско с 44,12% количество на ейкозатриенова киселина се наблюдаваше в месото на рибите от група O_k в сравнение с това при контролата, където беше $0,68\pm 0,32\%$ (Табл. 21). Съдържанието на ейкозапентаенова киселина при рибите от група O_k беше достоверно ($P<0,001$) по-високо с 2,36 пъти в сравнение с това при индивидите от контролната, където то беше $0,91\pm 0,36\%$ (Табл. 21). Също достоверно ($P<0,001$) по-високо с 3,05 пъти беше количеството на докозахексаеновата киселина в месото на рибите от група O_k , в сравнение с това при индивидите от контролата, където то беше $1,26\pm 0,71\%$ (Табл. 21). Добавянето към фуража на екстракт от канела води до достоверно по-високо съдържание на ННМК ($P<0,001$) и ПНМК ($P<0,05$) в месото на дъговата пъстърва от опитната група, съответно с 3,07% и 12,79%, в сравнение със същото при контролната група – $72,31\pm 0,94\%$ и $21,42\pm 0,51\%$ (Табл. 21).

Съдържанието на n-3 в месото на рибите от група O_k беше достоверно ($P<0,001$) по-високо с 77,75% в сравнение с това при контролната група, където беше $4,63\pm 0,92\%$, докато в количеството на n-6 не се наблюдават достоверни разлики ($P>0,05$) (Табл. 21).

Добавката на 1% екстракт от канела към фуража за дъгова пъстърва доведе до статистически достоверни разлики ($P<0,001$) между групите при съотношението ПНМК/НМК, то беше с 23,38% по-високо при рибите от група O_k в сравнение с контролната група, където беше $0,77\pm 0,01\%$ (Табл. 21). Също достоверно ($P<0,01$), но по-ниско с 48,29% беше съотношението n-6/n-3 при рибите от група O_k в сравнение с това при контролата ($3,81\pm 1,10\%$) (Табл. 21).

Таблица 21. Съдържание на мастни киселини в месото на дъгова пъстърва, изхранвана с фураж с добавка на канела

Мастни киселини, %	n	К _г	О _к	Достоверност
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	
C14:0 Миристинова	6	2,61±0,24	3,14±0,04	***
C16:0 Палмитинова	6	20,30±0,94	17,27±0,52	***
C16:1 Палмитолеинова	6	3,14±0,30	3,63±0,95	NS
C18:0 Стеаринова	6	4,79±0,24	5,06±0,86	NS
C18:1 Олеинова	6	47,76±1,74	46,75±1,16	NS
C18:2 Лиолова	6	15,59±1,07	14,69±1,05	NS
C18:3n-3 α-линоленова	6	2,12±0,11	2,00±1,10	NS
C20:2 Ейкозадиенова	6	0,53±0,04	0,86±0,41	NS
C20:3 Ейкозатриенова	6	0,68±0,32	0,38±0,02	*
C20:5 Ейкозапентаенова	6	0,91±0,36	2,15±0,13	***
C22:5 Докозапентаенова	6	0,34±0,04	0,26±0,13	NS
C22:6 Докозахексаенова	6	1,26±0,71	3,84±0,43	***
НМК ¹	6	27,69±0,94	25,47±0,30	***
ННМК ²	6	72,31±0,94	74,53±0,30	***
МНМК ³	6	50,90±1,44	50,38±0,21	NS
ПНМК ⁴	6	21,42±0,51	24,16±0,51	***
n-6 ⁵	6	16,79±1,42	15,93±1,44	NS
n-3 ⁶	6	4,63±0,92	8,23±0,94	***
ПНМК/НМК	6	0,77±0,01	0,95±0,03	***
n-6/n-3	6	3,81±1,10	1,97±0,40	**

Статистически значими разлики: *** P≤0,001; ** P≤0,01; * P≤0,05; NS - няма достоверност на влияние
¹НМК-Наситени мастни киселини; ²ННМК-Ненаситени мастни киселини; ³МНМК-Мононенаситени мастни киселини; ⁴ПНМК-Полиненаситени мастни киселини; ⁵n-6- ΣC18:2;C20:2;C20:3;C20:4; ⁶n-3-ΣC18:3n-3;C20:5;C22:6.

Добавката на 1% екстракт от канела към фуража за дъгова пъстърва доведе до достоверно (P<0,001) по-високо количество на миристиновата киселина в месото на рибите в сравнение с това при контролната група, докато съдържанието на палмитинова киселина при индивидите от група (О_к) беше достоверно (P<0,001) по-ниско в сравнение с това при контролата. Количеството на стеариновата киселина в месото на дъговите пъстърви не беше повлияно от добавката на 1% екстракт от канела към фуража, докато последната е неутрална за храненето на хората, то миристиновата и палмитиновата мастни киселини са от съществено значение за това, понеже водят до повишаване на общия холестерол в кръвта. Съдържанието на НМК в месото на рибите от група О_к беше достоверно (P<0,001) по-ниско в сравнение с това при контролната група. За разлика от нашето проучване Georgieva et al. (2018) докладват по ниски нива на миристинова киселина в месото на дъгова пъстърва изхранвана с фуражи с добавка на куркумин,

паприка, мащерка, риган и чесън, докато по отношение на нивата на палмитиновата киселина и НМК нашите резултати са в унисон с техните данни.

Количествата на олеиновата, палмитолеиновата мастни киселини и общото количество МНМК в месото на опитните риби не бяха повлияни от добавката на 1% екстракт от канела към фуража за дъгова пъстърва ($P>0,05$). В противоречие на тези резултати при изхранване на фуражи с добавка на куркумин, паприка, мащерка, риган и чесън (Georgieva et al., 2018) докладват по-високи нива на тези мастни киселини в месото на дъгова пъстърва.

Съдържанието на линолова, α -линоленова, ейкозациенова и докозапентаенова мастни киселини в месото на дъговата пъстърва не беше повлияно ($P>0,05$) от добавката на 1% екстракт от канела към фуража и. Резултатите отчетени по отношение на линоловата, ейкозациеновата и докозапентаенова мастни киселини в месото на рибите са в унисон с тези на Georgieva et al. (2018) при изхранването на дъгова пъстърва с фуражи с добавка на куркумин, паприка, мащерка, риган и чесън, докато същите автори представят значително по-ниски нива на α -линоленова киселина, което противоречи на получените при това изследване данни. Достоверно ($P<0,05$) по-ниско количество на ейкозатриенова киселина се наблюдаваше в месото на рибите от група O_k в сравнение с това при контролата, това противоречи на представените резултати от Georgieva et al. (2018) при изхранването на дъгова пъстърва с фуражи с добавка на куркумин, паприка, мащерка, риган и чесън. Съдържанието на ейкозапентаенова и докозахексаенова мастни киселина при рибите от група O_k беше достоверно ($P<0,001$) по-високо в сравнение с това при индивидите от контролната, докато Georgieva et al. (2018) не откриват съществено влияние при добавката на куркумин, паприка, мащерка, риган и чесън във фуража за дъгова пъстърва по отношение на тези мастни киселини. Количеството на ННМК, ПНМК и n-3 в месото на дъговата пъстърва от опитната група получавала добавка на 1% екстракт от канела беше достоверно ($P<0,001$) по-високо от това при контролата, това е в унисон с резултатите докладвани от Georgieva et al. (2018), които също наблюдават тенденция за по-високи нива на тези групи мастни киселини при изхранването на фуражи с добавка на куркумин, паприка, мащерка, риган и чесън на дъгова пъстърва. Съдържанието на n-6 мастните киселини в месото на рибите от опитната група O_k не беше повлияно ($P>0,05$) от добавката на екстракт от черен пипер към фуража за дъгова пъстърва, което съответства на резултатите на Georgieva et al. (2018).

Добавката на 1% екстракт от канела към фуража за дъгова пъстърва доведе до статистически достоверни разлики при съотношенията ПНМК/НМК ($P<0,001$) и n-6/n-3 ($P<0,01$). ПНМК/НМК беше по-високо при дъговите пъстърви получавали добавка на екстракт от канела в сравнение с контролната група, докато това на n-6/n-3 беше по-ниско при рибите от група O_k в сравнение с това при контролата. В противоречие с нашите резултати при добавката на куркумин, паприка, мащерка, риган и чесън във фуража за дъгова пъстърва Georgieva et al. (2018) не установяват достоверно влияние при тези две съотношения. Благоприятното влияние върху мастнокиселинният състав на месото от дъгова пъстърва получавала като добавка към фуража канела се доказва от по-добрите съотношения на ПНМК/НМК и n-6/n-3 съответно $0,95\pm 0,03$ и $1,97\pm 0,40$. За храненето на човека благоприятния диапазон на тези две съотношения е съответно повече от 0,4 и по-малко от 5 Simopoulos, (2004).

4.5. **Анализиране на икономическата ефективност от добавката на фитоекстракти във фуража за дъгова пьстърва, култивирана в рециркуляционна система**

4.5.1. **Анализиране на икономическата ефективност от добавката на чубрица във фуража за дъгова пьстърва, култивирана в рециркуляционна система**

Цената на екструдирания фураж за дъгова пьстърва беше 1400,00 €/тон (без ДДС). Към същия фураж за опитната група О_ч добавихме 1% екстракт от чубрица, което доведе до оскъпяване на фуража с 65 €/тон без ДДС (Табл. 22).

По-добър коефициент на икономическа ефективност 1,77 беше отчетен при групата получавала фураж с добавка на 1% екстракт от чубрица в сравнение с този при контролната група, където той беше 1,78 (Табл. 22).

Таблица 22. Икономическа ефективност от добавката на екстракт от чубрица към фуража за дъгова пьстърва

Показатели	К_г	О_ч
Цена, €/t фураж (без ДДС)	1400,00	1465,00
Цена, €/kg Фураж (без ДДС)	1,400	1,465
Коефициент на икономическа ефективност (ECR)	1,78	1,77*

*По-ниските стойности показват по-добър ECR

Установен беше 0,56% по-добър коефициент на икономическа ефективност при групата приемала 1% екстракт от чубрица в сравнение с контролната, където той беше 1,78. Това е отражение на по-лошата конверсия на фуража и по-ниския растеж при контролната група и е в унисон докладвания по-добър ECR от Stoyanova et al. (2018 b) при дообавката на чубрица във фуража за угояван шаран.

4.5.2. **Анализиране на икономическата ефективност от добавката на индийско орехче във фуража за дъгова пьстърва, култивирана в рециркуляционна система**

Цената на екструдирания фураж за дъгова пьстърва беше 1400,00 €/тон (без ДДС). Към същия фураж за опитната груп О_{ио} добавихме 1% екстракт от индийско орехче, което доведе до оскъпяване на фуража за съответната група с 70 €/тон без ДДС (Табл. 23).

По-добър коефициент на икономическа ефективност 1,78 беше отчетен при контролната група в сравнение с този при групата приемала 1% екстракт от индийско орехче, където той беше 2,13 (Табл. 23).

Таблица 23. Икономическа ефективност от добавката на екстракт от индийско орехче към фуража за дъгова пьстърва

Показатели	К_г	О_{ио}
Цена, €/t фураж (без ДДС)	1400,00	1470,00
Цена, €/kg Фураж (без ДДС)	1,400	1,470
Коефициент на икономическа ефективност (ECR)	1,78*	2,13

*По-ниските стойности показват по-добър ECR

Установен беше 19,66% по-лош коефициент на икономическа ефективност при групата приемала 1% екстракт от индийско орехче в сравнение с контролната, където той беше 1,78. Това е отражение на по-лошата конверсия на фуража и по-ниския растеж при група O_{no} и е в противоречие с докладвания по-добър ECR от Zhelyazkov et al. (2018) при добавката на индийско орехче във фуража за угояван шаран.

4.5.3. Анализирание на икономическата ефективност от добавката на черен пипер във фуража за дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система

Цената на екструдирания фураж за дъгова пъстърва беше 1400,00 €/тон (без ДДС). Към същия фураж за опитната група $O_{чп}$ добавихме 1% екстракт от черен пипер, което доведе до оскъпяване на фуража със 78 €/тон без ДДС (Табл. 24).

По-добър коефициент на икономическа ефективност 1,45 беше отчетен при групата получавала фураж с добавка на 1% екстракт от черен пипер в сравнение с този при контролната група, където той беше 1,51 (Табл. 24).

Таблица 24. Икономическа ефективност от добавката на екстракт от черен пипер към фуража за дъгова пъстърва

Показатели	K_r	$O_{чп}$
Цена, €/t фураж (без ДДС)	1400,00	1478,00
Цена, €/kg Фураж (без ДДС)	1,400	1,478
Коефициент на икономическа ефективност (ECR)	1,51	1,45*

*По-ниските стойности показват по-добър ECR

Установен беше 3,98% по-добър коефициент на икономическа ефективност при групата приемала 1% екстракт от черен пипер в сравнение с контролната, където той беше 1,51. Това е отражение на по-лошата конверсия на фуража и по-ниския растеж при контролната група и е в унисон с докладвания ECR от Stoyanova et al. (2018 a, b) при добавката на канела и чубрица във фуража за угояван шаран.

4.5.4. Анализирание на икономическата ефективност от добавката на канела във фуража за дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система

Цената на екструдирания фураж за дъгова пъстърва беше 1400,00 €/тон (без ДДС). Към същия фураж за опитната група O_k добавихме 1% екстракт от канела, което доведе до оскъпяване на фуража с 20 €/тон без ДДС (Табл. 25).

По-добър коефициент на икономическа ефективност 1,46 беше отчетен при групата получавала фураж с добавка на 1% екстракт от канела в сравнение с този при контролната група, където той беше 1,51 (Табл. 25).

Таблица 25. Икономическа ефективност от добавката на екстракт от канела към фуража за дъгова пъстърва

Показатели	K_r	O_k
Цена, €/t фураж (без ДДС)	1400,00	1420,00
Цена, €/kg Фураж (без ДДС)	1,400	1,420
Коефициент на икономическа ефективност (ECR)	1,51	1,46*

*По-ниските стойности показват по-добър ECR

Установен беше 3,31% по-добър коефициент на икономическа ефективност при групата приемала 1% екстракт от канела в сравнение с контролната, където той беше 1,51. Това е отражение на по-лошата конверсия на фуража и по-ниския растеж при контролната група и е в унисон с докладвания ECR от Stoyanova et al. (2018 a) при добавката на канела във фуража за угояван шаран.

5. ИЗВОДИ

5.1. Хидрохимични показатели

- Добавката на 1% фитоекстракт от чубрица, индийско орехче, черен пипер или канела към фуража за дъгова пъстърва не повлиява на всички изследвани показатели на водата в сравнение с контролата. През целия експериментален период всички хидрохимични показатели бяха в оптималните за отглеждане на дъгова пъстърва граници.

5.2. Продуктивни показатели

- Добавката на 1% екстракт от чубрица, черен пипер или канела към фуража за дъгова пъстърва повлиява положително върху основните растежни показатели при отглеждането на този вид. Отчетени бяха по-висока крайна жива маса и среден индивидуален прираст, също така беше изчислен по-добър хранителен коефициент в сравнение с контролата.
- Добавката на 1% екстракт от индийско орехче към фуража за дъгова пъстърва повлиява отрицателно върху растежните показатели при този вид. Бяха отчетени по-ниски крайна жива маса и среден индивидуален прираст, също така беше изчислен по-лош хранителен коефициент в сравнение с контролата.

5.3. Биохимични кръвни показатели на кръвта

- Добавката на 1% фитоекстракт от чубрица, индийско орехче, черен пипер или канела към фуража за дъгова пъстърва не повлияха върху всички изследвани биохимични показатели на кръвта на опитните риби в сравнение с контролата.

5.4. Химичен състав на месото

- Добавката на 1% фитоекстракт от чубрица или канела към фуража за дъгова пъстърва не повлия върху общия химичен състав на месото на опитните риби в сравнение с контролата.
- Добавката на 1% фитоекстракт от индийско орехче към фуража за дъгова пъстърва доведе до достоверно по-високо съдържание на вода и респективно по-ниско на сухо вещество в месото на опитните риби в сравнение с контролата. Положително влияние беше отчетено по отношение количеството на липидите в месото на дъговите пъстърви получавали добавка на екстракт от индийско орехче, което беше значително по-ниско от това при контролната група риби.
- Добавката на 1% екстракт от черен пипер към фуража за дъгова пъстърва понижава достоверно съдържанието на вода и респективно повишава това на сухо вещество в месото на опитните риби в сравнение с контролата. Отрицателно влияние беше отчетено по отношение количеството на липидите в месото на дъговите пъстърви, което беше значително по-високо от това при контролната група риби.

5.5. Мастнокиселинен състав на месото

- Достоверно по-високо съдържание на НМК и по-ниско такова на ННМК, ПНМК и п-3 е отчетено в месото на дъговите пъстърви получавали добавка на 1% екстракт от чубрица или индийско орехче към фуража в сравнение с контролата. Рибите

получавали добавка на индийско орехче показват и по-ниско съдържание на n-6 в месото си. Въпреки това, съотношенията ПНМК/НМК и n-6/n-3 остават в благоприятния за храненето на човека диапазон, съответно повече от 0,4 и по-малко от 5.

- Маснокиселинният състав на месото от дъгова пъстърва се повлиява положително от добавката на 1% екстракт от черен пипер или канела към фуража. Достоверно по-ниско беше отчетеното количество на НМК, а тези на ННМК, МНМК, ПНМК и n-3 бяха съответно достоверно по-високи в сравнение с контролата, не беше установено значимо влияние при n-6 мастните киселини. По-добрите съотношения на ПНМК/НМК и n-6/n-3 при групите получавали като добавка към фуража 1% екстракт от черен пипер или канела показват, че тези адитиви влияят положително върху маснокиселинния състав на месото от дъгова пъстърва. Двете съотношения са в благоприятния за храненето на човека диапазон съответно повече от 0,4 и по-малко от 5.

5.6. Икономическа ефективност от добавката на фитоекстракти

- Добавката на 1% фитоекстракт от чубрица, черен пипер или канела към фуража за дъгова пъстърва доведе до по-добър ECR при опитната група риби в сравнение с контролата.
- Добавката на 1% фитоекстракт от индийско орехче към фуража за дъгова пъстърва доведе до по-лош ECR при опитната група риби в сравнение с контролата.

6. ПРЕПОРЪКИ

- 6.1.** За по-добри продуктивни показатели и по-добра икономическа ефективност при култивирането на дъгова пъстърва в рециркуляционна система препоръчваме добавката на 1% екстракти от чубрица, черен пипер и канела.
- 6.2.** За подобряване на съдържанието на липиди в месото на дъгова пъстърва култивирана в рециркуляционна система препоръчваме добавката на 1% екстракт от индийско орехче.
- 6.3.** За подобряване на съдържанието на вода и сухо вещество в месото на дъгова пъстърва култивирана в рециркуляционна система препоръчваме добавката на 1% екстракт от черен пипер.
- 6.4.** За подобряване на маснокиселинния състав на месото на дъгова пъстърва култивирана в рециркуляционна система препоръчваме добавката на 1% екстракти от черен пипер и канела.

7. ПРИНОСИ

- 7.1.** Установено е влиянието на фитодобавката на чубрица, индийско орехче и канела към екструдираните фуражи при храненето на дъгова пъстърва върху продуктивните показатели. **Потвърдителен принос.**
- 7.2.** За пръв път е установено влиянието на фитодобавката черен пипер към екструдираните фуражи при храненето на дъгова пъстърва върху растежните и показатели. **Оригинален принос.**
- 7.3.** За пръв път е установено влиянието на фитодобавките чубрица, индийско орехче, черен пипер и канела към екструдираните фуражи при храненето на дъгова пъстърва върху биохимичните кръвни показатели. **Оригинален принос.**

- 7.4. За пръв път е установено влиянието на фитодобавките чубрица, индийско орехче, черен пипер и канела към екструдираните фуражи при храненето на дъгова пъстърва върху химичния и мастнокиселинния състав на месото и. **Оригинален принос.**
- 7.5. Установено е влиянието на фитодобавката на чубрица, индийско орехче и канела към екструдираните фуражи при храненето на дъгова пъстърва върху икономическата ефективност от отглеждането и. **Потвърдителен принос.**
- 7.6. За пръв път е установено влиянието на фитодобавката черен пипер към екструдираните фуражи при храненето на дъгова пъстърва върху икономическата ефективност от отглеждането и. **Оригинален принос.**

8. СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИЯТА

№	Заглавие	точки
1.	Zhelyazkov G. and T. Stoev , 2020. Effect of cinnamon (<i>Cinnamomum verum</i>) extract on productive traits, economic efficiency and blood biochemical parameters of rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i> W.). Bulgarian Journal of Agricultural Science, 26 (Suppl. 1), 175-179. (SJR=0.196).	15
2.	Stoev T. and G. Zhelyazkov, 2020. Productive traits, blood biochemical parameters and meat quality of rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i> W.) fed with supplement of nutmeg extract (<i>Myristica fragrans</i>). Agricultural Science and Technology, 12(4), 324-330.	15
3.	Stoev T. and G. Zhelyazkov, 2021. Effect of black pepper (<i>Piper nigrum</i>) extract on productive traits, economic efficiency and blood biochemical parameters of rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i> W.). Agricultural Science and Technology, 13(3), 266-271.	15
4.	Zhelyazkov G. and T. Stoev , 2022. Proximate and fatty acid composition of meat from rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i> W.) after dietary supplementation with black pepper (<i>Piper nigrum</i> L.) extract. Food Science and Applied Biotechnology, 2022, 5(2), 232-239. https://doi.org/10.30721/fsab2022.v5.i2.183	15
Общо:		60

Участия в конференции

№	Заглавие	точки
1.	International conference on agricultural science and business May 10-12, 2018 Starozagorski bani, Stara Zagora, Bulgaria: Tsvetan Stoev . Effect of savory and nutmeg extracts supplementation on some productive traits and economic efficiency of rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i> W.) cultivated in recirculation system - постер	10
2.	Scientific Anniversary Conference 25 years Trakia University May 15, 2020 Stara Zagora, Bulgaria: Georgi Zhelyazkov and Tsvetan Stoev . Effect of cinnamon (<i>Cinnamomum verum</i>) extract on productive traits, economic efficiency and blood biochemical parameters of rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i> W.) - постер	10
Общо:		20

Участие в университетски проекти

№	Заглавие	точки
1.	Проект № 2АФ/2019. „Влияние на растителни екстракти, използвани като добавки във фураж на риби, отглеждани в рециркулационни системи”. Ръководител: доц. д-р Стефка Стоянова	5
2.	Проект № 8АФ/21. „Влияние на срока на съхранение в охладено и замразено състояние върху технологичните качества, химичния състав, микробиологичния статус и хистоструктурата на месо от рапан (<i>Rapana venosa</i>) и черна морска мида (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) добити от Черно море“. Ръководител: доц. д-р Георги Желязков	5
Общо:		10

Цитирания

Цитирана статия	Цитираща статия
1. Stoey T. and G. Zhelyazkov, 2021. Effect of black pepper (<i>Piper nigrum</i>) extract on productive traits, economic efficiency and blood biochemical parameters of rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i> W.). Agricultural Science and Technology, 13(3), 266-271.	1. Mollik, M., Rahman, M., Al-Shaeri, Ghulam, M., Ashraf, Md., Alexiou, A., and Gafur Md., 2022. Isolation, characterization and in vitro antioxidant activity screening of pure compound from black pepper (<i>Piper nigrum</i>). Environmental Science and Pollution Research. https://doi.org/10.1007/s11356-022-19403-8 (IF=1,500)

Effect of various phytoextracts added to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.) feed on some productive, blood indicators, meat quality and economic efficiency cultivating in a recirculation system

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of dietary phytoextracts supplementation (savory, nutmeg, black pepper or cinnamon) to the extruded feeds for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.) on some productive and blood indicators, meat quality and economic efficiency cultivating in a recirculation system.

The results show that the supplementation of 1% savory, nutmeg, black pepper or cinnamon phytoextract to the rainbow trout feed did not affected all studies indicators of water compared to the control group. Throughout the whole experimental period, all hydrochemical indicators were within the optimal limits for cultivating rainbow trout.

The addition of 1% savory, nutmeg, black pepper or cinnamon phytoextract to the rainbow trout feed affects positively the growth indicators cultivation this species. Higher final body weight and average individual weight gain were recorded and also, a better feed conversion ratio compared to the control group was calculated. There was a negative effect on the growth indicators in rainbow trout fed with supplementation of 1% nutmeg extract. Lower final body weight, average individual weight gain and feed conversion ratio were recorded compared to the control group.

Phytoextracts of savory, nutmeg, black pepper or cinnamon added to the amount of 1% to the rainbow trout feed did not influenced all studies biochemical indicators of the blood of the experimental fish compared to the control group.

Chemical composition of the rainbow trout meat was not affected by supplementation its feed with 1% savory or cinnamon phytoextract. The addition of 1% nutmeg phytiextract to the rainbow trout feed resulted statistically significantly higher contents of water, and respectively to lower dry matter in the meat of the experimental fish compared to the control group. The effect of supplementation of 1% black pepper extract to the rainbow trout feed was opposite, statistically significantly lower contents of water and higher contents of dry matter was recorded in the meat of the experimental fish compared to the control group. There was a positive effect from addition of 1% nutmeg extract to the rainbow trout feed in terms of the meat lipids quantity and it was significantly lower than the one of the control group of fish. A negative effect was recorded regarding of the meat lipids quantity of rainbow trout with intake of feed supplemented with 1% black pepper and it was significantly higher than the one in the control group of fish.

Statistically significantly higher contents of saturated fatty acids (SFA) and lower of unsaturated fatty acids (USFA), polyunsaturated fatty acids (PUFA) and n-3 was recorded in the rainbow trout meat that had feed supplemented with 1% savory and nutmeg extract compared to the control group. Fish receiving a supplement of nutmeg show also lower contents of n-6 in their meat. Although the PUFA/SFA and n-6/n-3 ratios remain in rage favorable for human nutrition, respectively more than 0.4 and less than 5. The fatty acid content of rainbow trout meat was affected positively by supplementation of 1% black pepper or cinnamon extract to feed. Statistically significantly lower amount of SFA was recorded, and the one of UFA, MUFA, PUFA and n-3 were respectively significantly higher compared to the control group, no significant differences of n-6 fatty acids was found. The better PUFA/SFA and n-6/n-3 ratios in the groups receiving 1% black pepper or cinnamon extract supplemented to the feed show that

these additives affect positively the fatty acid contents of rainbow trout meat. The two rations were in a range favourable for human nutrition, respectively more than 0.4 and less than 5.

The supplementation of 1% savory, black pepper or cinnamon phytoextract to the rainbow trout feed resulted in a better economic conversion ratio (ECR), whereas the addition of the feed for the same species of 1% nutmeg extract showed a poorer such.

Съдържание:

1.	УВОД.....	3
2.	ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО.....	4
3.	МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ.....	4
3.1.	Влияние на добавката на фитоекстракти върху преживяемостта, прираста и оползотворяването на фуража при дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система.....	6
3.1.1.	Влияние на добавката на чубрица върху преживяемостта, прираста и оползотворяването на фуража при дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система (Опит №1).....	6
3.1.2.	Влияние на добавката на индийско орехче върху преживяемостта, прираста и оползотворяването на фуража при дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система (Опит №2).....	7
3.1.3.	Влияние на добавката на черен пипер върху преживяемостта, прираста и оползотворяването на фуража при дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система (Опит №3).....	7
3.1.4.	Влияние на добавката на канела върху преживяемостта, прираста и оползотворяването на фуража при дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система (Опит №4).....	7
3.2.	Влияние на добавката на фитоекстракти във фуража върху биохимичните кръвни показатели при дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система.....	8
3.3.	Влияние на добавката на фитоекстракти във фуража върху състава на месото на дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система.....	8
3.3.1.	Влияние на добавката на фитоекстракти във фуража върху химичния състав на месото на дъгова пъстърва.....	8
3.3.2.	Влияние на добавката на фитоекстракти във фуража върху мастнокиселинен състав на месото на дъгова пъстърва.....	8
3.4.	Анализиране на икономическата ефективност от добавката на фитоекстракти във фуража за дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система.....	9
4.	РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ.....	9
4.1.	Влияние на добавката на фитоекстракти във фуража върху хидрохимичните показатели в рециркуляционната система.....	9
4.2.	Влияние на добавката на фитоекстракти във фуража върху преживяемостта, прираста и оползотворяването на фуража при дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система.....	13
4.2.1.	Влияние на добавката на чубрица върху преживяемостта, прираста и оползотворяването на фуража при дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система.....	13

4.5.3.	Анализиране на икономическата ефективност от добавката на черен пипер във фуража за дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система	40
4.5.4.	Анализиране на икономическата ефективност от добавката на канела във фуража за дъгова пъстърва, култивирана в рециркуляционна система	40
5.	ИЗВОДИ.....	41
5.1.	Хидрохимични показатели	41
5.2.	Продуктивни показатели	41
5.3.	Биохимични кръвни показатели на кръвта	41
5.4.	Химичен състав на месото.....	41
5.5.	Мастнокиселинен състав на месото.....	41
5.6.	Икономическа ефективност от добавката на фитоекстракти.....	42
6.	ПРЕПОРЪКИ.....	42
7.	ПРИНОСИ.....	42
8.	СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИЯТА.....	43

БЕЛЕЖКИ:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....