



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Департман за ветеринарску медицину

Коришћење репичиног уља у исхрани шарана и лињака као фактора промена квалитета меса

Ментори:

Проф. др Мирослав Ђирковић
др Маријана Годорчевић

Кандидат:

ДВМ Драгана Љубојевић

Нови Сад, 2013. године

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

Пољопривредни факултет

Департман за ветеринарску медицину

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Redni broj: RBR	
Identifikacioni broj: IBR	
Tip dokumentacije: TD	Монографска документација
Tip zapisa: TZ	Текстуални штампани материјал
Vrsta rada (dipl., mag., dokt.): VR	Докторска теза
Ime i prezime autora: AU	Драгана Љубојевић
Mentor (titula, ime, prezime, zvanje): MN	Др Мирослав Ћирковић, редовни професор Др Маријана Годочевећ, научни сарадник
Naslov rada: NR	Коришћење репичиног уља у исхрани шарана и лињака као фактора промена квалитета меса
Jezik publikacije: JP	Српски, ћирилица
Jezik izvoda: JI	srp. / eng.
Zemlja publikovanja: ZP	Република Србија
Uže geografsko područje: UGP	Војводина

Godina: GO	2013.
Izdavač: IZ	Ауторски репринт
Mesto i adresa: MA	Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 8

Fizički opis rada: FO	(broj poglavlja -9 / stranica-253 / slika- 7 / tabela-51/ grafikona -3 / referenci -355)
Naučna oblast: NO	Исхрана домаћих животиња
Naučna disciplina: ND	Исхрана риба
Predmetna odrednica, ključne reči: PO	Циприниде, исхрана, технологија гајења, квалитет меса, алтернативне компоненте биљног порекла, ћелијска култура, перзистентни органски загађивачи
UDK	572.023:597.555.3(043.3)
Čuva se: ČU	Библиотека, Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду
Važna napomena: VN	
Izvod: IZ	<p>Месо шарана, најзаступљеније врсте рибе на рибњацима у Републици Србији, али и других ципринидних врста, представља значајан нутритивни извор n-3 високо незасићених масних киселина, које имају важну улогу на здравље људи. У раду су испитани фактори који делују на хемијски и маснокиселински састав меса шарана и других ципринидних врста које се гаје на подручју Србије. Установљено је да је садржај масти и маснокиселински састав риба су под утицајем врсте рибе, чак и када припадају истој фамилији, различитих фактора животне средине, начина гајења, а посебно начина исхране. Утврђен је значај добре технологије производње на рибњаку за одговарајућу структуру планктонских и бентосних организама, што игра велику улогу у добијању меса шарана, али и других ципринидних врста, које се могу гајити у поликултури са њим, доброг хемијског и маснокиселинског састава. Указано је на значај који формулисана смеше имају у исхрани риба на њихово здравствено стање, производне параметре и квалитет меса. Извршено је испитивање замене компоненти анималног порекла са алтернативним компонентама биљног порекла и добијени су задовољавајући резултати у погледу производних перформанси и умерених промена квалитета меса, када је у питању маснокиселински</p>

	састав. Анализом седимента, воде у рибањацима, као и меса риба из рибањака и отворених вода установљен је степен загађености животне средине. Представљен је нови производ од меса шарана и других ципринидних риба. По први пут је успостављена ћелијска култура масног ткива шарана, која омогућава анализирање молекуларних и биохемијских механизма који се не могу изучавати на живим рибама, који настају као последица промена у исхрани.
Datum prihvatanja teme od strane NN veća: DP	21.05.2012.
Datum odbrane: DO	
Članovi komisije: (ime i prezime / titula / zvanje / naziv organizacije / status) КО	<p>председник: Видица Станаћев, др, редовни професор, Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду</p> <hr/> <p>члан: Драган Милићевић, др, виши научни сарадник, Институт за хигијену и технологију меса, Универзитет у Београду</p> <hr/> <p>члан: Јован Вукадинов, др, редовни професор, Медицински факултет, Универзитет у Новом Саду</p> <hr/>

University of Novi Sad
Faculty of Agriculture
Key word documentation

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	Doctoral dissertation
Author: AU	Dragana Ljubojević
Mentor: MN	Miroslav Ćirković, PhD, Full Professor <hr/> Marijana Todorčević, PhD, Researcher Associate
Title: TI	The use of rapeseed oil in the diet of carp and tench as a factor that affecting meat quality
Language of text: LT	Serbian
Language of abstract: LA	eng. / srp.
Country of publication: CP	Serbia
Locality of publication: LP	Vojvodina
Publication year: PY	2013.

Publisher: PU	Authors reprint
Publication place: PP	University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8
Physical description: PD	Number of chapters 9/pages 253/images 7/tables 51 graphs 3/references 353
Scientific field SF	Animal nutrition
Scientific discipline SD	Fish nutrition
Subject, Key words SKW	Cyprinids, nutrition, rearing technology, meat quality, alternative components of plant origin, cell culture, persistent organic pollutant
UC	UDC 572.023:597.555.3(043.3)
Holding data: HD	Library, Faculty of Agriculture, University of Novi Sad
Note: N	
Abstract: AB	Meat of common carp, the most common fish species which is farmed in the Republic of Serbia and meat of other cyprinid species, represent an important nutritional source of n-3 highly unsaturated fatty acids, which play an important role in human health. This paper examined the factors that affect the chemical and fatty acid composition of carp and other cyprinid species that are grown in Serbia. It was found that the fat content and fatty acid composition of fish are influenced by fish species, even when they belong to the same family, and also by different environmental factors of cultivation, especially by diet. It was established the importance of proper rearing technology in the pond for the appropriate structure of planktonic and benthic organisms, which play a significant role in getting carp meat, and meat of other cyprinid species that can be grown in polyculture with carp of desirable chemical and fatty acid composition. It was pointed out on the significance of formulated feed mixtures in fish nutrition on fish health, production parameters and meat quality. An investigation was done on replacing components of animal origin with alternative components of plant origin and satisfactory results were obtained in terms of production performance and moderate changes in the quality of meat, regarding to fatty acid composition. The degree of environmental pollution was established by analysis of sediment and water in the ponds, and the flesh of fish from ponds and open water. The new food product made from fish meat was presented. For the first time, it was established cell cultures carp preadipocytes, which allows analysis of the molecular and biochemical mechanisms that arise as a result of

	changes in nutrition and that can not be studied in live fish.
Accepted on Scientific Board on: AS	21.05.2012.
Defended: DE	
Thesis Defend Board: DB	president: Vidica Stanaćev, PhD, full professor, Faculty of Agriculture, University of Novi Sad _____ member: Dragan Milićević, PhD, Senior Research Associate, Institute of meat hygiene and technology _____ member: Jovan Vukadinov, PhD, Full professor, Medical Faculty, University of Novi Sad _____

Експериментални део ове докторске дисертације урађен је на рибњаку РЗ “Мошорин” и кавезном систему на Шиквешком језеру, БЈР Македонија. Узорци су узети и са рибњака РТ “Ечка”, Сутјеска, Бардача (Босна и Херцеговина), Каково (Грчка), са кавезних система Врбас и Билећа (Босна и Херцеговина), из река Саве и Дунава, као и из малопродајних објеката. Експерименталне смеше су произведене у фабрици сточне хране “Компонента”, Туприја. Производи од меса рибе су израђени у оквиру погона кланице “Ђурђевић”, Пећинци и у занатском погону манастира Хиландар (Грчка). Све анализе и одређивање рандмана риба су урађене на Институту за хигијену и технологију меса, Београд, а изолација масног ткива и успостављање ћелијске културе преадипоцита је извршено на Научном институту за ветеринарство “Нови Сад”. Сва истраживања су извршена у оквиру реализације пројекта Министарства просвете и науке Републике Србије (ЈПТ 31011).

Желела бих своју захвалност да изразим свима, који су на било који начин допринели реализацији ове дисертације. Захваљујем се свом драгом професору, руководиоцу пројекта и ментору др Мирославу Ђирковићу за сво знање које ми је пренео, подршку, стрпљење и труд и време које ми је посветио. Неизмерно се захваљујем својој менторки др Маријани Подорчевић за бескрајну подршку, дуге разговоре, корисне савете и сугестије и труд и енергију коју је уложила у овај заједнички подухват. Захвалност дугујем и професорки др Видици Станаћев, професору др Јовану Вукадинову и др Драгану Милићевићу, вишем научном сараднику за труд и време које су као чланови комисије за оцену теме и дисертације посветили овом раду. Посебну захвалност дугујем и др Радету Јовановићу, вишем научном сараднику и ФСХ “Компонента”, као и ДВМ Даници Ђирковић и РЗ “Мошорин”. Било је велико задовољство сарађивати садр Весном Матекало-Свераќнаучним саветником, др Весном Ђорђевићнаучним сарадником, мр Дејаном Ђрбовић, истраживачем сарадником, др Данијелом Вранић, научним сарадником, др Јурелијом Спирић, научним саветником и свим запосленима на Институту за хигијену и технологију меса у Београду, као и са др Ђорђем Оќановићем, научним саветником са Института за прехранбене технологије у Новом Саду. Део свог огромног искуства ми је пренео др Сава Лазић, научни саветник, чиме је значајно допринео изради ове тезе.

И на крају ништа мање заслужнима, Хвала мојим дивним родитељима, Фумици и Бранку, брату Ђранимиру, супругу Слободану, Биљи и малој Тијани што су увек имали стрпљења и љубави и који су ми пружили највећу подршку.

Драгана

Садржај

СПИСАК РАДОВА У КОЈИМА ЈЕ ПРИКАЗАН ДЕО РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ.....	viii
Листа скраћеница.....	ix
Списак слика и графикана.....	xi
Списак табела.....	xii
1. УВОД	1
2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ	3
2.1. Стање аквакултуре у свету	3
2.1.1. Учешће ципринидних врста риба и шарана у светској аквакултури.....	4
2.1.2. Производња и потрошња рибљег брашна и рибљег уља у свету за потребе аквакултуре	5
2.1.3. Учешће појединих врста риба у укупној светској потрошњи хране за рибе.....	6
2.1.4. Производња хранива биљног порекла која се користе у аквакултури.....	7
2.2. Шаран.....	7
2.3. Нутритивне потребе шарана	8
2.3.1. Протеини и аминокиселине.....	8
2.3.2. Енергија.....	12
2.3.3. Масти и есенцијалне масне киселине.....	12
2.3.4. Угљени хидрати.....	13
2.3.5. Витамини.....	14
2.3.6. Минерали.....	15
2.4. Физичко-хемијски параметри воде за гајење шарана.....	15
2.5. Масти риба	17
2.5.1. Номенклатура масних киселина.....	18
2.5.2. Метаболизам масних киселина.....	19
2.5.2.1.Ресорпција и транспорт масних киселина.....	22
2.5.2.2.Складиштење масти.....	23
2.5.2.3. Елонгација и дестаурација.....	24
2.5.2.4. β -оксидација масних киселина.....	26
2.6. Висцерално масно ткиво.....	27

2.6.1. Раст и развој висцералног масног ткива.....	28
2.6.2. Фазе адипогенезе.....	28
2.6.3. Порекло прекурсора адипоцита.....	29
2.6.4 Последице прекомерног депоновања липида.....	30
2.7. Холестерол.....	31
2.8. Утицај масних киселина на здравље људи	32
2.9. Утицај протеина из меса риба на здравље људи	34
2.10. Фактори који утичу на хемијски састав и квалитет масти шаранских риба	35
2.10.1. Врста рибе	35
2.10.2. Систем гајења	37
2.10.2.1. Утицај неправилне технологије гајења на висок садржај масти у месу шарана	39
2.10.2.2. Квалитет меса шарана (<i>Cyprinus carpio</i>) из слободног излова, класичног полунинтензивног система и кавезног система гајења.....	39.
2.10.3. Исхрана	39
2.10.4. Генетика.....	40
2.10.5. Пол, полна зрелост	40
2.10.6. Гојазност	40
2.10.7. Утицај „чишћења“ гладовањем	41
2.10.8. Старост рибе	42
2.11. Употреба уља биљног порекла у исхрани риба	42
2.11.1. Изазови и ограничења приликом употребе уља биљног порекла	44
2.11.2. Уље уљане репице	45
2.12. Екструдирање као битан технолошки поступак у производњи хране за шарана	47
2.13. Утицај извора масти на здравствено стање риба	48
2.14. Ефекат уштеде протеина у храни за рибе	49
2.15. Кавезни систем производње шарана	50
2.16. Утицај хране за рибе на животну средину.....	51
2.17. Утицај система гајења и различитих врста уља у смеси на квалитет меса трогодишњег лињака	52
2.18. Предности коришћења ћелијских култура за испитивање компоненти хране	54
2.19. Перзистентни органски загађивачи и значај рибе као биоиндикатора загађења животне средине	56
2.20. Рандман ципринидних врста риба	58

2.21. Производи од меса ципринидних врста риба	59
2.22. Потенцијал слатководних риба.....	60
3. РАДНА ХИПОТЕЗА, ЦИЉ И ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА	62
3.1. Радна Хипотеза.....	62
3.2. Циљ и задаци истраживања	62
4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА	66
4.1. Оглед 1. Ефекат врсте рибе на хемијски састав и квалитет масти	66
4.1.1. Припрема рибњака, гајење риба и узорковање	66
4.2. Оглед 2. Узорковање комерцијално важних врста риба изловљених из Дунава	67
4.3. Оглед 3. Ефекат система гајења на хемијски састав и маснокиселински састав меса шарана	67
4.3.1. Експериментално гајење шарана	67
4.3.2. Производни параметри	68
4.3.3. Агротехничке мере	69
4.3.4. Узорковање хране и експериментаних риба	69
4.4. Оглед 4. Узорковање шарана и приказ технологије гајења на рибњацима	70
4.5. Оглед 5. Узорковање шарана из слободног излова, класичног полуинтензивног рибњака и шарана из кавезног система гајења	70
4.6. Оглед 6. Узорковање комерцијално важних врста риба из малопродајних објеката	71
4.7. Оглед 7. Ефекат старости шарана на хемијски и маснокиселински састав	72
4.8. Оглед 8. Утицај додавања различитих врста уља у формулисане смеше на квалитет меса лињака	72
4.8.1. Експериментална процедура гајења и исхране лињака	72
4.8.2. Физичко-хемијски параметри воде	73
4.8.3. Узорковање планктона и бентоса	73
4.8.4. Узорковање хране и експерименталних риба	74
4.9. Оглед 9. Ефекат уља уљане репице и садржаја протеина у храни на раст, хемијски и маснокиселински састав шарана у кавезном систему гајења	74
4.9.1. Поставка огледа гајења шарана у кавезном систему	74
4.9.2. Експерименталне смеше	74
4.9.3. Узорковање експерименталне хране и шарана	75
4.10. Хемијске анализе и анализе маснокиселинског састава хране, меса риба, планктона и бентоса	75

4.10.1. Хемикалије и стандарди	77
4.10.2. Припрема узорака за хемијске анализе	77
4.10.3. Анализа хемијског састава меса риба и хране за рибе	78
4.10.4. Екстракција укупних липида за одређивање маснокиселинског састава	78
4.10.5. Анализа састава масних киселина	79
4.10.6. Одређивање садржаја холестерола у месу рибе	80
4.10.7. Методе статистичке обраде података	81
4.11. Производња огледних смеша	81
4.12. Оглед 10. Ћелијска култура масног ткива шарана	84
4.12.1. Материјал	83
4.12.2. Методе	84
4.13. Оглед 11. Присуство тешких метала и перзистентних органских загађивача у седименту, води и мишићном ткиву риба	88
4.13.1. Узорковање седимента, воде из рибњака и риба из рибњака и речних водотокова	86
4.13.2. Одређивање токсичних метала	89
4.13.3. Одређивање органохлорних пестицида и полихлорованих бифенила	90
4.13.4. Критеријуми за оцену квалитета седимента	90
4.14. Оглед 12. Утврђивање рандмана ципринида	91
4.15. Оглед 13. Производња кобасица од меса ципринида и њихова евакуација	92
4.15.1. Производња кобасица од меса ципринида у индустријском погону	92
4.15.2. Производња кобасица од меса шарана у условима занатске радиности	94
4.15.3. Анализа основног хемијског састава рибљих кобасица	94
4.15.4. Микробиолошка испитивања рибљих кобасица	95
4.15.5. Сензорска оцена рибљих кобасица	95
5. РЕЗУЛТАТИ	96
5.1. Оглед 1. Ефекат врсте рибе на хемијски састав и квалитет масти	96
5.2. Оглед 2. Резултати анализа хемијског и маснокиселинског састава комерцијално важних врста риба изловљених из Дунава	102
5.3. Оглед 3. Ефекат система гајења на хемијски састав и маснокиселински састав меса шарана.....	106
5.3.1. Производне перформансе.....	106
5.3.2. Хемијски састав меса шарана.....	106

5.3.3. Маснокиселински састав меса шарана.....	107
5.4. Оглед 4. Ефекат неодговарајуће технологије гајења на прекомерно накупљање масти у мишићном ткиву шарана.....	113
5.5. Оглед 5. Резултати анализа хемијског и маснокиселинског састава меса шарана из слободног излова, класичног полуинтензивног рибњака и шарана из кавезног система гајења.....	114
5.6. Оглед 6. Резултати анализа хемијског и маснокиселинског састава комерцијално важних врста риба из малопродајних објеката.....	119
5.7. Оглед 7. Резултати анализа хемијског и маснокиселинског састава меса шарана различите старости.....	122
5.8. Оглед 8. Утицај додавања различитих врста уља у формулисане смеше на квалитет меса лињака.....	126
5.8.1. Маснокиселински састав смеша.....	126
5.8.2. Производне перформансе	121
5.8.3. Хемијски састав рибљег меса.....	127
5.8.4. Квалитет воде.....	128
5.8.5. Маснокиселински састав планктона и бентоса.....	128
5.8.6. Маснокиселински састав филета лињака.....	129
5.9. Оглед 9. Ефекат уља уљане репице и садржаја протеина у храни на раст, хемијски и маснокиселински састав шарана у кавезном систему гајења.....	139
5.10. Оглед 10. Ћелијска култура масног ткива шарана.....	147
5.10.1. Морфолошке промене	139
5.10.2. Стадијум конфлуенције 10. дана и хормонска индукција	139
5.11. Оглед 11. Присуство тешких метала и перзистентних органских загађивача у седименту, води и мишићном ткиву риба.....	151
5.12. Оглед 12. Резултати анализа рандмана ципринида.....	164
5.12.1. Утицај врсте рибе на рандман.....	164
5.12.2. Утицај старости рибе на рандман.....	166
5.12.3. Утицај технологије гајења и исхране на рандман.....	166
5.12.4. Утицај пола на рандман трогодишњег шарана гајеног у кавезном систему производње.....	168
5.13. Оглед 13. Евауација кобасица произведених од меса ципринида.....	169
6. ДИСКУСИЈА.....	173

6.1. Оглед 1. Ефекат врсте рибе на хемијски састав и квалитет масти.....	173
6.2. Оглед 2. Квалитет меса комерцијално важних врста риба изловљених из Дунава	177
6.3. Оглед 3. Ефекат система гајења на хемијски састав и маснокиселински састав меса шарана.....	183
6.3.1. Производне перформансе.....	183
6.3.2. Хемијски састав шарана.....	184
6.3.3. Маснокиселински састав шарана.....	186
6.4. Оглед 4. Ефекат неодговарајуће технологије гајења на прекомерно накупљање масти у мишићном ткиву шарана.....	188
6.5. Оглед 5. Хемијски и маснокиселински састав меса шарана из слободног излова, класичног полуинтензивног рибњака и шарана из кавезног система гајења.....	190
6.6. Оглед 6. Квалитет меса комерцијално важних врста риба узоркованих из малопродајних објеката.....	197
6.7. Оглед 7. Хемијски и маснокиселински састав меса шарана различите старости	199
6.8. Оглед 8. Утицај додавања различитих врста уља у формулисане смеше на квалитет меса лињака	202
6.9. Оглед 9. Ефекат уља уљане репице и садржаја протеина у храни на раст, хемијски и маснокиселински састав шарана у кавезном систему гајења	208
6.10. Оглед 10. Ћелијска култура масног ткива шарана	216
6.11. Оглед 11. Присуство тешких метала и перзистентних органских загађивача у седименту, води и мишићном ткиву риба	218
6.12. Оглед 12. Рандман ципринида	223
6.12.1. Утицај врсте рибе на рандман	223
6.12.2. Утицај старости на рандман	223
6.12.3. Утицај технологије гајења и исхране на рандман	224
6.12.4. Утицај пола на рандман трогодишњег шарана гајеног у кавезним системима	225
6.13. Оглед 13. Производ од меса ципринида.....	227
7. ЗАКЉУЧЦИ	214
8. ПРАВЦИ БУДУЋИХ ИСТРАЖИВАЊА	217
9. ЛИТЕРАТУРА	233
10. БИОГРАФИЈА.....	253

СПИСАК РАДОВА У КОЈИМА ЈЕ ПРИКАЗАН ДЕО РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ĆIRKOVIĆ MIROSLAV, LJUBOJEVIĆ DRAGANA, ĐORĐEVIĆ VESNA, NOVAKOV NIKOLINA, PETRONIJEVIĆ RADIVOJ, MATEKALO-SVERAK VESNA, TRBOVIĆ DEJANA (2012). THE BREED EFFECT ON PRODUCTIVITY AND MEAT NUTRIENT COMPOSITION OF FISH. KAFKAS UNIV VET FAK DERG, VOL. 18, NO. 5, 775-780; ARTICLE CODE: KVFD-2012-6383; ISSN 1300-6045; E-ISSN: 1309-2251

II LJUBOJEVIĆ DRAGANA, TRBOVIĆ DEJANA, LUJIĆ JELENA, BJELIĆ-ČABRILO OLIVERA, KOSTIĆ DESANKA, NOVAKOV NIKOLINA, ĆIRKOVIĆ MIROSLAV (2013). FATTY ACID COMPOSITION OF FISHES FROM INLAND WATERS. BULGARIAN JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE, VOL. 19, NO. 1, 62-71, ISSN 1310-0351

III LJUBOJEVIĆ DRAGANA, ĆIRKOVIĆ MIROSLAV, NOVAKOV NIKOLINA, JOVANOVIĆ RADE, JANKOVIĆ SNEŽANA, ĐORĐEVIĆ VESNA, MAŠIĆ ZORAN (2013). PRODUCTIVITY AND MEAT NUTRIENT IN FISH: THE DIET EFFECT. KAFKAS UNIV VET FAK DERG, VOL. 19, NO. 1, 43-49; ARTICLE CODE: KVFD-2012-7088; ISSN 1300-6045; E-ISSN: 1309-2251

IV LJUBOJEVIĆ DRAGANA, ĆIRKOVIĆ MIROSLAV, ĐORĐEVIĆ VESNA, PUVAČA NIKOLA, TRBOVIĆ DEJANA, VUKADINOV JOVAN, PLAVŠA NADA. (2013) FAT QUALITY OF MARKETABLE FRESH WATER FISH SPECIES IN THE REPUBLIC OF SERBIA CZECH JOURNAL OF FOOD SCIENCES (CJFS) VOLUME 31, ISSUE 5. (IN PRESS)

V LJUBOJEVIĆ DRAGANA, ĆIRKOVIĆ MIROSLAV, NOVAKOV NIKOLINA, SIMIĆ SNEŽANA, ALEKSIĆ NEVENKA, LUJIĆ JELENA, JOVANOVIĆ RADE. COMPARISON OF MEAT QUALITY OF TENCH, *TINCA TINCA*, REARED IN EXTENSIVE AND SEMI-INTENSIVE CULTURE SYSTEMS (RAD U POSTUPKU RECENZIJE)

Листа скраћеница

ALA – (alfa linolenic fatty acid) – алфа линолеинска масна киселина

AA – (arachidonic acid) – арахидонска киселина

aSVF – (stromal-vascular fraction of adipose tissue) - стромално-васкуларна фракција масног ткива

C/EBP CCAAT/(enhancer-binding protein) – појачивач везивања протеина

CPT – (carnitine palmitoyl-transferase) –карнитин ацилтрансфераза

DDT- (dichlorodiphenyltrichloroethane) - дихлор-дифенил-трихлоретан

DDE – (Dichlorodipenyldichloroethylene) – дихлор-дифенил-дихлоретилен

DDD– (dichlorodipenyldichloroethane)-дихлор-дифенил-дихлоретан

DHA – (docosaheptaenoic acid) –докозахептаенска киселина

DPA –(docosapentaenoic acid) – докозапентаенска киселина

EPA – (eicosapentaenoic acid) – еикозапентаенска киселина

ER – (endoplasmic reticulum) – ендоплазматични ретикулум

FA – (fatty acid) – масна киселина

FABP – (fatty acid binding protein) – протеини који везују масне киселине

FFA – (free fatty acid) – слободна масна киселина

FATP – (fatty acid transport protein) - транспортни протеин масних киселина

HCВ– (Hexachlorobenzene) -хексахлор-бензен

HCH– (Hexachlorocyclohexane) -хексахлорциклохексан

HUFA – (highly unsaturated fatty acid) – високо незасићене масне киселине

LA – (linoleic acid) – линолна киселина

MSC – (mesenchymal stem cell) – мезенхимска матична ћелија

MTP – (microsomal triglyceride transfer protein) – ген за микрозомални протеин који је преносилац триглицерида

MUFA- (monounsaturated fatty acids) – мононезасићене масне киселине

OA – (oleic acid) – олеинска киселина

PBDE – (polybrominated diphenyl ethers) - полибромовани дифенил етри

PCB – (polychlorinated biphenyls) - полихлоровани бифенили

POPs – перзистентни органски загађивачи

PPAR – (peroxisome proliferator-activated receptor) – рецептори активирани пролифератом пероксизома

PUFA- (polyunsaturated fatty acids) – полинезасићене масне киселине

РГ- рибарско газдинство

РЗ-рибарска задруга

ROS –(reactive oxygen species) – реактивне врсте кисеоника, слободни радикали кисеоника

SFA- (saturated fatty acids) – засићене масне киселине

TAG – (triacylglycerol) – триацилглицерид

USFA –unsaturated fatty acids – незасићене масне киселине

Списак слика и графикана

Графикон 2.1.1. Процентуална заступљеност ципринидних врста риба у укупној светској производњи од 24,2 милиона тона, 2010. године (FAO, 2012).	4
Графикон 2.1.2. Учешће различитих врста риба у потрошњи индустријски произведене хране за рибе 2008. године (FAO, 2012).	6
Слика 2.5.1. Главне групе масти у ткивима риба	20
Слика 2.5.2. Структура масних киселина са 18 угљеникових атома – засићена, мононезасићена и представници полинезасићених масних киселина из серија n-6 и n-3	21
Слика 2.5.3. Механизми елонгације и десатурације n-6 и n-3 масних киселина (прерађена шема <i>Tocher</i> , 2003).	25
Слика 2.19.1. Хемијске структуре перзистентних органских загађивача	57
Графикон 4.11.1. Шематски приказ технолошког поступка производње хране за рибу	83
Слика 4.13.1. Локалитети одређени за излов рибе	87
Слика 5.1.1. Хроматограм (толстолобик бели)	94
Слика 5.10.1. Морфолошке промене у ћелијској култури адипоцита шарана	140

Списак табела

Табела 2.3.1. Потребе шарана за нутритивним материјама	10
Табела 2.3.2. Потребе шарана за есенцијалним аминокиселинама (NRC 1993; на основу података које су добили Nose (1979) који су установљене при садржају протеина у храни од 38,5% и на основу резултата Ogino (1980)	11
Табела 2.3.3. Потребе шарана за витаминима које спречавају знаке дефицитарности (NRC, 1993)	14
Табела 2.3.4. Потребе шарана за минералима и симптоми дефицита (NRC, 1993; Satoh et al., 1997; Takeuchi et al., 2002)	16
Табела 5.1.1. Производни параметри риба гајених у поликултури	95
Табела 5.1.2. Хемијски састав меса риба гајених у поликултури	95
Табела 5.1.3. Маснокиселински састав меса риба гајених у поликултури	96
Табела 5.2.1. Хемијски састав седам слатководних врста риба изловљених из Дунава.....	99
Табела 5.2.2. Маснокиселински састав седам слатководних врста риба изловљених из Дунава	100
Табела 5.3.1. Састав и хемијски састав екструдиране смеше за исхрану шарана	104
Табела 5.3.2. Маснокиселински састав експерименталне хране	104
Табела 5.3.3. Производне перформансе шарана гајеног у три различита система	106
Табела 5.3.4. Хемијски састав меса шарана гајених у три различита система гајења	107
Табела 5.3.5. Маснокиселински састав меса шарана гајеног у три различита система	107
Табела 5.4.1. Хемијски састав шарана узоркованог на рибњацима на Какову; РГ“Ечка“, Бардача, Сутјеска и РЗ“Мошорин“	110
Табела 5.5.1. Хемијски састав и садржај укупног холестерола у филетима конзумног шарана изловљеног из Дунава, РГ „Ечка“ и кавезног система „Врбас“	112
Табела 5.5.2. Састав масних киселина (% од укупних масних киселина) у филетима конзумног шарана изловљеног из Дунава, РГ“Ечка“ и кавезног система „Врбас“	112
Табела 5.6.1. Хемијски састав седам најзаступљенијих топлководних врста риба узоркованих у малопродајним објектима	115
Табела 5.6.2. Маснокиселински састав седам најзаступљенијих топлководних врста риба узоркованих из малопродајних објеката	115
Табела 5.7.1. Хемијски састав једногодишњег, двогодишњег и трогодишњег шарана	118

Табела 5.7.2. Маснокиселински састав меса једногодишњег, двогодишњег и трогодишњег шарана	119
Табела 5.8.1. Састав и хемијски састав експерименталних смеша	124
Табела 5.8.2. Маснокиселински састав експерименталних смеша	125
Табела 5.8.3. Производне перформансе лињака	126
Табела 5.8.4. Хемијски састав меса лињака	127
Табела 5.8.5. Маснокиселински састав природне хране	128
Табела 5.8.6. Маснокиселински састав меса лињака	130
Табела 5.9.1. Састав и хемијски састав експерименталних смеша	134
Табела 5.9.2. Маснокиселински састав експерименталних смеша (% од укупних масних киселина)	135
Табела 5.9.3. Производни показатељи експерименталних група храњених експерименталним смешама 75 дана	136
Табела 5.9.4. Хемијски састав мишићног ткива шарана храњених експерименталним смешама 75 дана	137
Табела 5.9.5. Маснокиселински састав укупних липида екстрахованих из мишићног ткива шарана храњених експерименталним смешама 75 дана	137
Табела 5.11.1. Садржај контаминената у бунарској води и води из рибњака РЗ“Мошорин“.	143
Табела 5.11.2. Садржај контаминената у седименту са рибњака РЗ „Мошорин“	145
Табела 5.11.3. Садржај контаминената у филетима риба из рибњака РЗ“Мошорин“.....	146
Табела 5.11.4. Органохлорни пестициди у рибама узоркованим на локацији Дунав I, узводно од Београда, (mg/kg, w.w.) (n=6)	149
Табела 5.11.5. PCBs у узорцима риба са локације Дунав I, узводно од Београда (mg/kg, w.w.) (n=6)	151
Табела 5.11.6. Органохлорни пестициди у рибама узоркованим на локацији Дунав II, низводно од Београда (mg/kg, w.w.) (n=6)	152
Табела 5.11.7. PCBs у рибама узоркованим на локацији Дунав II, низводно од Београда (mg/kg, w.w.)(n=6)	153
Табела 5.11.8. Органохлорни пестициди у рибама узоркованим на локацији Сава I, узводно од Београда (mg/kg, w.w.) (n=6)	154
Табела 5.11.9. PCB у рибама узоркованим на локацији Сава I, низводно од Београда (mg/kg, w.w.) (n=6)	155
Табела 5.12.1. Рандман двогодишњег шарана, толстолобика и амура гајених у поликултури	156
Табела 5.12.2. Рандман различитих старосних категорија шарана	157

Табела 5.12.3. Утицај технологије гајења и исхране на рандман двогодишњег шарана	158
Табела 5.12.4. Утицај технологије гајења и исхране на рандман трогодишњег шарана	158
Табела 5.12.5. Вредности биометријских и параметара тежине шарана (<i>Suigrinus carpio</i>) у односу на пол	159
Табела 5.13.1. Резултати хемијских анализа кобасице произведене од меса ципринида	160
Табела 5.13.2. Резултати хемијских анализа кобасице произведене од меса шарана	161
Табела 5.13.3. Резултати микробиолошких анализа кобасице произведене од меса шарана и ципринида	161
Табела 5.13.4. Резултати сензорске оцене кобасице пре загревања	162
Табела 5.13.5. Резултати сензорске оцене кобасице после кувања	162
Табела 5.13.6. Резултати сензорске оцене кобасице после пржења	163

1. УВОД

Месо шарана, најзаступљеније врсте рибе на рибњацима у Републици Србији, представља значајан нутритивни извор $n-3$ високо незасићених масних киселина (НУФА), пре свега еикозапентаенске (ЕРА) и докозахексаенске (ДНА) киселине, које имају важну улогу у битним физиолошким процесима у организму и очувању здравља људи. Садржај масти и маснокиселински састав шарана су под утицајем пола, годишњег доба, различитих фактора животне средине, начина гајења, а посебно начина исхране.

Добра технологија производње на рибњаку је од несумњивог значаја за одговарајућу структуру планктонских и бентосних организама, што игра велику улогу у добијању меса шарана, али и других ципринидних врста, које се могу гајити у поликултури са њим, што бољег хемијског и маснокиселинског састава. Због интензификације производње шаранских врста риба, формулисана смеше су постале незаобилазни фактор успешног гајења, при чему се рибље уље показало као добар извор масти у храни за рибе, али је због све већег обима производње и последичне веће потрошње и самим тим смањене расположивости и драстичног повећања цене истог дошло до јављања потребе за употребом уља биљног порекла као потпуне или делимичне замене за рибље уље у храни за рибе. Замена рибљег уља са уљима биљног порекла може имати и негативних ефеката на рибу из аквакултуре, пошто је познато да је рибље уље добар извор $n-3$ НУФА, што није случај када су у питању уља биљног порекла која садрже висок проценат $18C$ $n-3$ масних киселина, док су сиромашна или најчешће лишена $n-3$ НУФА.

Уљана репица има вишеструку намену: за исхрану људи, животиња и као индустријска биљка. Често се употребљава у комерцијалним смешама за исхрану риба, без негативног утицаја на производне параметре, али може имати негативан утицај на маснокиселински састав меса риба. Међутим, највећи број испитивања о замени рибљег уља уљем уљане репице је изведен на салмонидним врстама риба, па су пожељна

испитивања о утицају овог уља на производне параметре и квалитет меса ципринида. Поред тога, утицај укључивања компоненти биљног порекла на биохемијске процесе је изучаван углавном на салмонидним врстама, па је успостављање ћелијске културе масног ткива шарана важно како би се могло испитати дејство ових компоненти на процесе које није могуће испитати на живим рибама.

Смањивање учешћа рибљег уља, које је увозни артикали његова замена са уљима биљног порекла која се производе у Републици Србији, у храни за рибе има позитиван ефекат и на смањивање нивоа перзистентних органских загађивача (POPs), који се често могу наћи у рибљем уљу и могу бити депоновани у ткиво риба из аквакултуре. За поменуте полутанте се зна да имају канцерогено и имunosупресивно дејство на људе и потребно је вршити континуирани мониторинг истих. Пошто риба може да послужи као биоиндикатор оптерећења екосистема са контаминентима, анализирањем рибљег меса, може се добити увид у загађеност животне средине.

Може се рећи да је месо шарана, али и других топловодних риба, углавном повољног маснокиселеинског састава и може се сврстати у здраву храну за људе. Гајење шарана са коришћењем формулисаних смеша би требало да постане пракса на рибњацима у Србији, како би се повећала производња по јединици површине, добила риба што бољег квалитета, јер се на овај начин могу избећи негативни ефекти који су запажени када се дохрањивање на рибњацима врши житарицама и постигла дугорочна економска одрживост. Такође, потребно је вршити промоцију шарана као националног здравог производа пожељног у свакодневној исхрани људи, али и унапредити прерађивачку индустрију и стимулисати добијање нових производа од рибе, за шта је изузетно важно познавати квалитет рибе као сировине, како би се могли применити одговарајући технолошки поступци за прераду рибе.

Истраживања везана за исхрану шарана, која задовољава потребе ове врсте, омогућава да се добије месо доброг квалитета, које задовољава очекивања потрошача, али и постизање циљева што економичније производње су и даље неопходна, како би се постојеће стање у рибарској привреди што више унапредило.

2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

2.1. Стање аквакултуре у свету

Аквакултура је једна од најбрже растућих привредних грана у сектору производње хране. У последње три деценије (1980–2010), укупна светска производња хране пореклом из аквакултуре се повећала готово 12 пута, са просечним годишњим растом од 8,8% (FAO, 2012)

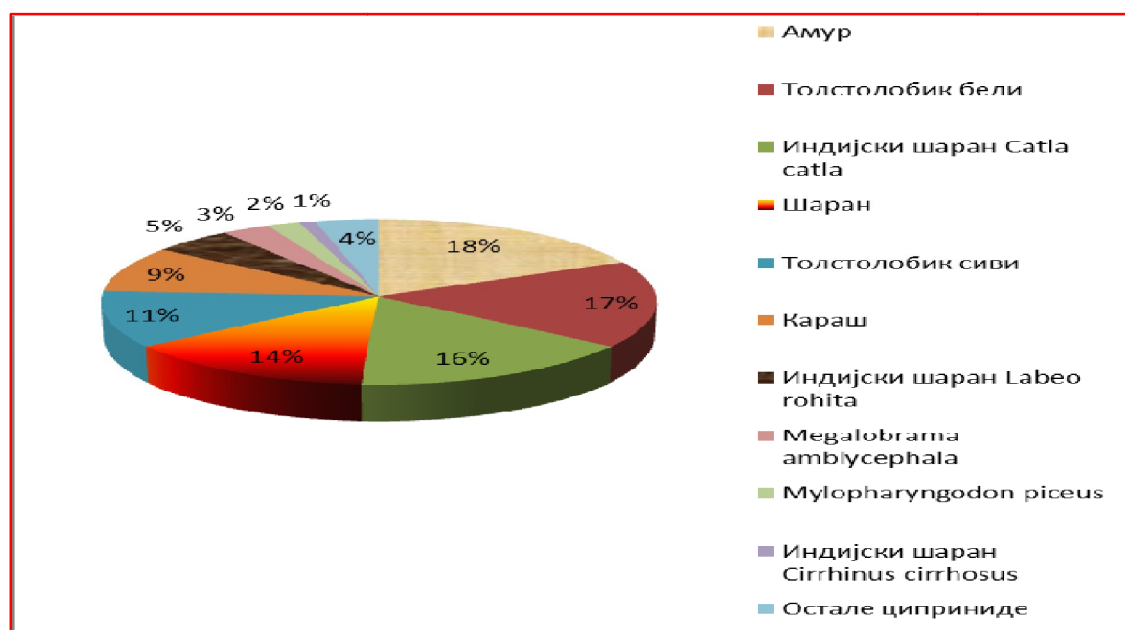
Обим трговине рибом и приходи остварени на овај начин су достигли рекорд 2011. и очекује се да ће наставити да расту највише захваљујући земљама у развоју које све више учествују у укупном светском извозу. Док количина уловљене рибе (90 милиона тона годишње) остаје константна, производња у аквакултури наставља да расте. Подаци за 2010. показују да је постигнута укупна производња од 60 милиона тона (не рачунајући акватичне биљке и производе који се не користе као храна), а прорачуната вредност ове производње је достигла 119 милијарди долара (FAO, 2012).

Гаји се велики број акватичних организама у око 190 земаља, при чему се користе различите технологије производње. У 2010. години, првих десет земаља када је производња у аквакултури у питању је учествовало са уделом од 87,6% производње и 81,9% укупне вредности производње. Азија учествује са 89 процената у укупној светској производњи, са доминацијом Кине која је 2010. учествовала са више од 60% у светској аквакултури. Највећи произвођачи у Азији су: Индија, Вијетнам, Индонезија, Бангладеш, Тајланд, Мијанмар, Филипини и Јапан (FAO, 2012).

2.1.1. Учешће ципринидних врста риба и шарана у светској аквакултури

Више од 67,7% гајених риба отпада на слатководне рибе, укључујући шарана, рибе кинеског комплекса, тилапију, афричког сома. Гајење ципринида има важно место у светској аквакултури и по свом учешћу у укупној светској производњи превазилази све друге врсте риба (*De Silva, 2003*). У производњи слатководних риба доминирају шаранске врсте (71,9%, 24,2 милиона тона, 2010. године), при чему је амур тренутно најзаступљенија риба по производњи у свету. Међу шаранским врстама 27,7% заузимају рибе које се хране филтрирањем, а остатак чине рибе које се могу гајити додавањем хране са релативно ниским садржајем протеина (*Графикон 2.1.1*). Према статистикама *FAO(2012)*, производња шарана је око 14% (3 387 918 тона) у укупној светској производњи ципринидних врста риба. Производња шарана се повећавала просечно 9,5% по години између 1985 (мање од 0,5 милиона тона 1980.) и 2010. (преко 2,8 милиона тона). Највећи удео ових риба је из азијских земаља, посебно Кине, која учествује са око 70% у светској производњи ципринида 2012.

Графикон 2.1.1. Процентуална заступљеност ципринидних врста риба у укупној светској производњи од 24,2 милиона тона, 2010. године (*FAO, 2012*).



2.1.2. Производња и потрошња рибљег брашна и рибљег уља у свету за потребе аквакултуре

Производња рибљег уља и рибљег брашна је била релативно стабилна до 1970их, када је дошло до наглог повећања производње у аквакултури, па самим тим и повећања потребе за овим састојцима, као једним од главних компоненти у исхрани интензивно гајених риба.

Производња рибљег брашна достигла је највиши ниво 1994. са производњом од 30,2 милиона тона, да би 2010. његова производња пала на 15 милиона тона (FAO,2012).

Производња рибљег уља је расла од 1,2 милиона тона 1976. до 1,5 милиона тона 1999. (рекордна производња 1,67 и 1,64 милиона тона 1986. и 1989.), да би 2009. износила 1,5 милиона тона. Према томе, ако се анализирају петнаестогодишњи подаци (1994-2009) производња рибљег брашна и рибљег уља опада годишње 1,7% и 2,6%, односно (FAO,2012).

Отпаци добијени од комерцијалних врста које се користе у исхрани људи се све више користе у производњи хране за рибеи све већи проценат рибљег брашна се добија из оваквих сировина и других отпадака који преостану приликом филетирања риба. Око 36% светске производње рибљег брашна је управо добијена од отпада 2010. године(FAO,2012).

Традиционално се сирова риба као сировина користи приликом производње хране за рибе као извор протеина и масти, али потребе за рибљим уљем и индустрији хране за рибе ће према очекивањима премашити могућност њихове производње током следеће деценије (Tacon and Metian, 2008). Упркос повећању укупне светске потрошње рибљег брашна и рибљег уља у аквакултури, просечно учешће ових компоненти у храни за поједине врсте стално опада, као што је случај са раковима (са 28 на 20%), морским врстама риба (са 50 на 32%), лососом (са 45 на 30%) и шараном (са 10 на 5%) (Tacon and Metian, 2008).

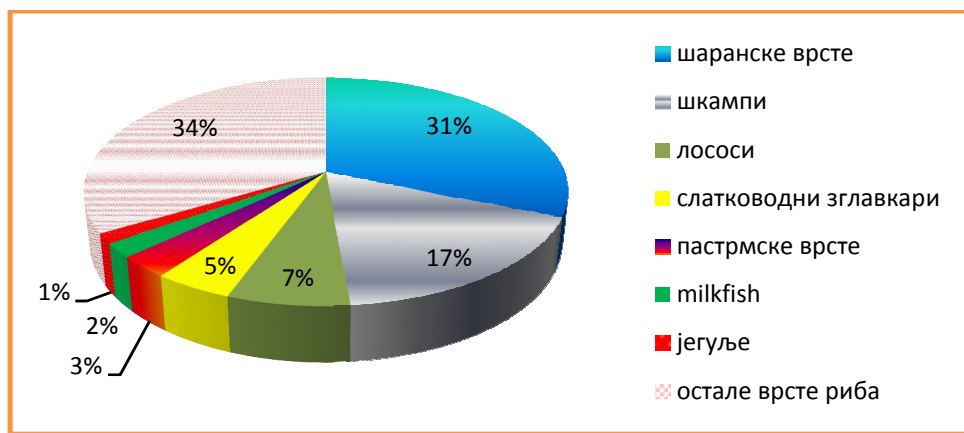
2.1.3. Учешће појединих врста риба у укупној светској потрошњи хране за рибе

На светском нивоу је 2008. године произведено 29,2 милиона тона хране за рибе (4,1% од укупно произведене хране за животиње). Како расту капацитети за производњу животиња, тако расте и производња индустријске хране за њих, готово четири пута од 7,6 милиона тона 1995. до 29,2 милиона тона 2008, што је просечно 11% годишње (FAO, 2012). Очекује се да ће производња хране за рибе даље расти до 51 милиона тона до 2015. и до 71 милиона тона 2020.

Једна трећина риба добијених из аквакултуре 2010. године је произведена без употребе хране за рибу, где спадају мекушци и шаранске рибе које се хране филтрирањем према извештају FAO (2012).

Иако се верује да се тренутно гаји више од 200 врста акватичних организама широм света, само 8 врста учествује са уделом од 62,2% у укупној светској потрошњи хране за рибе. То су амур, шаран, тилапија, индијски велики шарани, whiteleg shrimp, караш, лосос и пангасиуси (Графикон 2.1.2.) (FAO, 2012).

Графикон 2.1.2. Учешће различитих врста риба у потрошњи индустријски произведене хране за рибе 2008. године (FAO, 2012).



Tacon et al. (2006) су установили да је 2005. године у храни за шарана утрошено око 90 900 тона рибљег уља, што је тада износило око 1% од укупне потрошње рибљег уља у односу на светску потрошњу у индустрији хране за рибе.

2.1.4. Производња хранива биљног порекла која се користе у аквакултури

Замена рибљег уља са алтернативним компонентама као што су уља биљног порекла је неопходна и већ се примењује у пракси. Производња уљарица је 2009. године била 415 милиона тона, при чему је највећи удео отпадао на соју са око 50% (210,9 милиона тона), а затим следе уљана репица, сунцокрет, палмино семе, кикирики и кокос(FAO,2013).

2.2. Шаран *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)

Шаран, *Cyprinus carpio*, је врста риба без правог желуца и припада фамилији *Cyprinidae*. Ова врста је једна од најстаријих доместификованих врста која се употребљавала у исхрани људи. Гајење шарана у Кини датира још од 5 века пре нове ере. Природно станиште шарана су средњи или нижи токови споријих река или мочваре блатњавог дна где постоји довољно вегетације за исхрану и заклон. Млађ шарана се храни зоопланктоном (ротаторије, копеподе), док када одрасту постају бентофаги и хране се фауном дна.

Храна која се даје шарану у аквакултури је веома разнолика. Углавном се користи једноставна мешавина пољоприврених нус-производа који су лако доступни и релативно су јефтине. Углавном се употребљавају мекиње од пиринча, пшеница, јечам, кукуруз, сточни грашак, погаче и сачме различитих уљарица као што су сојина, сунцокретова, памукова или сачма уљане репице. Количина хране која се даје, као и удео појединих састојака који се користе у смешама за исхрану шарана су веома варијабилни (De Silva, 2003). Захваљујући експанзији и интензивнијем начину гајења шарана, традиционално коришћена хранива припремљена од локално доступних компоненти

уступају место индустријским смешама које садрже протеинске компоненте анималног и биљног порекла.

Гајење шарана добија све већи значај са циљем да се унапреде карактеристике и повећа ефикасност производње (Kocour et al., 2007; Ljubojević et al., 2013b). Ефикасност производње различитих генетских група шарана (расе, линије, укрштене линије) се редовно проучава, како на нивоу производних показатеља и тржишне вредности (Gela et al., 2003; Buchtová et al., 2006), тако и на нивоу хемијског састава јестивих делова шарана и његове нутритивне вредности (Buchtová et al., 2007; Buchtová et al., 2010; Ćirković et al., 2012a; Ljubojević et al., 2013a), али и безбедности меса ове врсте (Đorđević et al., 2013).

Месо шарана је веома цењено због специфичне ароме, деликатесног укуса, кратког времена потребног за припрему за јело и због високе сварљивости. Гастрономски квалитет ове врсте потврђује око 3000 јела која су позната у свету кулинарства (Ćirković et al., 2002). Мишићи су главни део тела рибе који се користи у исхрани људи. Мишићно ткиво и јестиви органи шарана садрже високо вредне протеине и друге нутритивне материје. Шаран је средње масна риба и складишти већину својих масти као адипозно ткиво у абдоминалном зиду (Mráz and Pickova, 2009).

2.3. Нутритивне потребе шарана

Захваљујући чињеници да је шаран једна од најраније domestikованих врста риба и да је извршен релативно велики број истраживања, његове потребе за храњивим састојцима су добро познате (NRC, 1993).

2.3.1. Протеини и аминокиселине

Протеини су есенцијални нутритивни састојци за одржавање структуре и функције свих живих организама, укључујући и рибе. Према наводима Limin et al. (2006) ниједна риба не може да расте без константног уноса протеина. Неадекватан унос протеина доводи до смањења или прекида раста и губитка тежине због преусмеравања протеина из мање виталних ткива у ткива са већим физиолошким значајем, ради одржавања њихове

функције (Limin et al., 2006). Међутим, уколико се уноси превише протеина храном, само део њих ће се искористити за синтезу у ткивима а остатак ће се конвертовати у енергију. Уопште, потребе за протеинима су више када су у питању рибе у односу на копнене врсте животиња и крећу се од 30% код тилапије до 42% код калифорнијске пастрмке (NRC, 1993).

Испитивања оптималних потреба шарана за протеинима су показала да садржај протеина од 30 до 38% задовољава потребе ове врсте (Watanabe, 2002). Ови нивои су одређени коришћењем полупоречишћених смеша које су садржале појединачан висококвалитетан извор протеина, као што је казеин, протеин јаја или рибље брашно. Уколико храна садржи довољно сварљиве енергије, оптимални ниво протеина може бити и од 30 до 35% (Watanabe, 1982). Потребности шарана за протеинима, мастима и есенцијалним масним киселинама су приказане у Табели 2.3.1. Ogino (1980) је установио да су дневне потребе шарана за протеинима око 1 g/kg телесне тежине за подмиривање метаболичких процеса и око 12 g/kg телесне тежине за постизање максималне ретенције протеина. Kaushik (1995) је установио да оптималан садржај протеина у храни за шарана може достићи чак и до 50% суве материје. Његово запажање може бити потврђено чињеницом да је садржај протеина у односу на суву материју у природној храни шарана од 42 до 47%. У раду Mazurkiewicz (2009) количина укупних протеина у смешама је била прилагођена узрасту шарана. Највиши садржај протеина је био у експерименталним смешама за јединке млађе од годину дана (38%), затим за јединке старе годину дана (35%), а у храни за двогодишњег шарана учешће сирових протеина је било 30%. У храни конзумног шарана (три године) ниво протеина је био 25%, јер је узет у обзир ефекат уштеде протеина, који је запажен код старијих риба. Такође су Mazurkiewicz et al. (2011) утврдили да се двогодишњи шаран може успешно гајити у затвореном рециркулационом систему са смешама са 33% протеина. Старији шаран има способност да приликом исхране храном санижим садржајем протеина подмири енергетске потребе искоришћавањем угљених хидрата и масти без испољавања негативних ефеката на раст (Steffens, 1996).

Табела 2.3.1. Потребе шарана за нутритивним материјама

Храњива материја	Потреба	Литература
Протеин	30-38 g 100g ⁻¹	<i>Watanabe, 2002</i>
Масти	5-15 g 100g ⁻¹ (у зависности од енергије)	<i>Takeuchi et al., 2002</i>
Есенцијалне масне киселине		
Линолна	1 g 100g ⁻¹	<i>Takeuchi et al., 2002</i>
Линолеинска	1 g 100g ⁻¹	<i>Takeuchi et al., 2002</i>
Сварљива енергија	13-15 MJ k g ⁻¹	<i>Takeuchi et al., 2002</i>
Угљени хидрати (скроб)	30-40g 100g ⁻¹	<i>Murai et al., 1983</i>

У исхрани риба је веома важно задовољити потребе за добро избалансираним односом есенцијалних и несенцијалних аминокиселина, како би се омогућио правилан раст, развој и здравље риба. Иако је количина сирових протеина важна у комплетним смешама за исхрану рибе, довољна количина протеина не мора да значи и да су протеини одговарајућег квалитета. На основу нутритивних потреба за раст, аминокиселине се традиционално класификују на нутритивно есенцијалне, условно есенцијалне или неесенцијалне. Есенцијалне аминокиселине су оне које се или не могу синтетисати или се неадекватно синтетишу од стране животиња у односу на потребе. У есенцијалне аминокиселине спадају: аргинин, хистидин, изолеуцин, леуцин, лизин, метионин, фенилаланин, треонин, триптофан и валин. Условно есенцијалне аминокиселине (цистеин, глутамин, хидроксипролин, пролин и таурин) морају се обезбедити путем хране под условима где је степен искористљивости већи од брзине синтезе. По дефиницији, све неесенцијалне аминокиселине могу бити синтетисане адекватно од стране акватичних организама и у ову групу спадају аланин, аспарагинска киселина, аспартат, глутамат, глицин, серин и тирозин (*Li et al., 2009*). Квантитативне потребе шарана у есенцијалним аминокиселинама, које су установљене у ранијим истраживањима су приказане у Табели 2.3.2. Требало би напоменути да постоје мале промене ових вредности у зависности од узраста шарана.

Табела 2.3.2. Потребе шарана за есенцијалним аминокиселинама (NRC 1993; на основу података које су добили Nose (1979) који су установљене при садржају протеина у храни од 38,5% и на основу резултата Ogino (1980)

Аминокиселина	% укупних протеина у храни (храна са 38,5% протеина)	% од укупне суве материје хране	% од протеина у храни
Аргинин	4,2	1,6	4,4
Хистидин	2,1	0,8	1,5
Изолеуцин	2,3	0,9	2,6
Леуцин	3,4	1,3	4,8
Лизин	5,7	2,2	6,0
Метионин	3,1	1,2	(+цистеин)2,7
Фенилаланин	6,5	2,5	(+тирозин) 5,7
Треонин	3,9	1,5	3,8
Триптофан	0,8	0,3	0,8
Валин	3,6	1	3,4

Потребе шарана за аминокиселинама су одређене у огледу који су извели Nose (1979) и Ogino (1980). Поменути аутори су установили квантитативе потребе различитих есенцијалних аминокиселина као процентуални удео у протеинима из хране на основу профила аминокиселина у телу риба и дневне потребе за ретенцијом протеина.

Пошто протеини пореклом из биљака немају одговарајући аминокиселински састав (Kaushik, 1995), потребно је додавање есенцијалних аминокиселина (углавном лизина, метионина, триптофана и треонина) како би се унапредила нутритивна вредност протеинских хранива биљног порекла.

2.3.2. Енергија

Постоји мало података везаних за енергетске потребе шарана у поређењу са другима аспектима исхране ове врсте. Потребне за протеинима и мастима су у вези са сварљивом енергијом. Храна са превише малим нивоом енергије доводи до повећања искоришћавања протеина и смањења прираста. Ефикасно искоришћавање нутритивних компоненти из хране је уско повезано са избалансираним нивоом енергије, који је у пракси, најчешће изражен као однос енергије и протеина. Храна за рибе треба да садржи од 33,5 до 42 kJ сварљиве енергије по 1 g сирових протеина што обезбеђује да ће протеини из хране бити искоришћени за раст риба, а не за обезбеђивње потреба за енергијом (Takeuchi et al., 2002). Шаран је омнивора врста рибе код које су масти и угљени хидрати компоненте у храни које се ефикасно искоришћавају за подмирење енергетских потреба. Стога је ниво сварљиве енергије много важнији у односу на количину масти у храни. Превисок садржај масти у храни има негативан утицај на квалитет меса шарана пошто ова врста складишти масти у телу углавном као депое који окружују органе (Mráz and Pickova, 2009). У случају шарана потреба за метаболичком енергијом на температури воде испод 17°C је веома мала.

2.3.3. Масти и есенцијалне масне киселине

У исхрани животиња, укључујући и рибе, квалитет масти је значајно важнији у односу на квантитет масти. Ово произилази из функционалних особина масти и њихове улоге у главним метаболичким процесима. Одређивање квантитативних потреба шарана за есенцијалним масним киселинама је веома сложено, пошто први симптоми дефицита одређене масне киселине не постају видљиви веома дуго. До данас, потребе шарана су одређене само за две масне киселине, линолну (C18:2 n-6) и алфа-линолеинску (C18:3 n-3), које требају да буду заступљене са 1% од укупних масти у храни (Takeuchi et al., 2002) (Табела 2.3.1). Симптоми дефицита есенцијалних масних киселина се ретко појављују код шарана, али су уочени смањење раста, висок морталитет и депигментација

коже (*Takeuchi et al.*, 2002). Истраживање које је касније спровео *Kaushik* (1995) показало је да су потребе шарана за есенцијалним масним киселинама још ниже. Пошто шаран има релативно ниске потребе како за масним киселинама из n-3 тако и за масним киселинама из n-6 серије (0,5–1%), претпоставља се да се оне могу подмирити са масним киселинама из биљака које имају 18 угљеникових атома (*Takeuchi et al.*, 2002). Укључивање рибљег брашна (5%) и рибљег уља (незнатни %) у комплетне смеше за исхрану шарана је веома мало (*Tacon and Metian*, 2008) и стога је замена рибљег брашна и уља са компонентама биљног порекла неупоредиво лакша у поређењу са истом у храни за карниворе врсте риба.

2.3.4. Угљени хидрати

Активност амилазе у дигестивном тракту и сварљивост скроба код риба су генерално ниже у односу на исте параметре код сисара. Међу рибама, активност амилазе у цревима је виша код омниворах риба укључујући шарана у односу на карниворе врсте риба (*Murai et al.*, 1983). Поред тога, производња хране за шарана уз употребу екструдера значајно повећава доступност скроба, што повећава количину сварљиве енергије из хране (*Takeuchi et al.*, 2002). Резултати многих испитивања указују да је оптималан удео угљених хидрата у храни шарана од 30 до 40% (*Табела 2.3.1*).

Сматра се да у храни за шарана не би требало да буде више од 5,5% влакана, али према *American Animal Feeding Recommendations (NRC, 1993)* овај проценат износи 8,8%. Имајући ову чињеницу у виду, увођење компоненти биљног порекла је ограничено и због тога што садрже висок садржај структурних угљених хидрата. Олигосахариди и несварљиви полисахариди показују бројне ефекте на морфологију дигестивног тракта, брзину пасаже и микробиолошку активност у дигестивном тракту, а и учествују у интеракцијама са макро и микро-елементима (*Wenk*, 2001).

2.3.5. Витамини

Квантитативне потребе шарана у витаминина које спречавају појаву симптома дефицита се приказане у Табели 2.3.3. Иако постоје потребе за тиамином, фолном киселином, витаминима D, B12, C и K, оне нису истражене, јер квантитативна потреба шарана за наведене витамине није прецизно утврђена. Потребности за витаминим шарана могу бити под утицајем различитих фактора, као што су величина рибе, температура воде и састав хране. Тако на пример младунци или одрасли шаран немају потребу за витамином C пошто могу синтетисати аскорбинску киселину из D-глукозе. Међутим, ларвални стадијуми и веома младе јединке могу показати симптоме недостатка витамина C у храни као што је ерозија репног пераја и деформитети шкржног лука (*Dabrowski et al.*, 1988).

Табела 2.3.3. Потребности шарана за витаминима које спречавају знаке дефицитарности (NRC, 1993)

Витамин	mg kg ⁻¹ хране	Литература
Рибофлавин	7,0	<i>Takeuchi et al.</i> , 2002
Пиридоксин	5-6	<i>Ogino</i> , 1965
Пантотенска киселина	30-50	<i>Ogino</i> , 1967
Никотинска киселина	28	<i>Aoe et al.</i> , 1967b
Биотин	1	<i>Ogino et al.</i> , 1970a
Холин	4000	<i>Ogino et al.</i> , 1970b
Инозитол	440	<i>Aoe and Masuda</i> , 1967
Витамин А	10,000 IU	<i>Aoe et al.</i> , 1968
Витамин Е	200-300	<i>Watanabe et al.</i> , 1977

2.3.6. Минерали

Потребе за минералима и симптоми дефицита минерала су приказани у Табели 2.3.4. Шараннема прави желудац у којем се иначе врши секреција киселина есенцијалних за варење и растварање различитих једињења које садрже и калцијум и фосфор, тако да расположивост фосфора зависи од растворљивих соли и једињења у води (*Satoh et al.*, 1997). Оптимална количина овог елемента у храни је од 0,6 до 0,8%, али је важно и његово порекло. Фосфор се у компонентама смеша најчешће налази као моно-, ди- или трикалцијум фосфат. Фосфор из трикалцијум фосфата или рибљег брашна је у мањем степену расположив за рибе него онај из боље растворивог монокалцијум фосфата и дикалцијум фосфата. Додавање фосфата у храну базирану на рибљем брашну доводи до повећања раста шарана (*Satoh et al.*, 1997). Треба поменути да превелика количина трикалцијум фосфата може инхибирати расположивост микроелемената, као што су цинк и манган (*Satoh et al.*, 1997).

У исхрани шарана, посебна пажња треба да буде посвећене садржају фосфора у храни, не само због његових улога у метаболичким променама, већ и због његове улоге у еутрофизацији воде, посебно када се разматра гајење у земљаним рибњацима.

2.4. Физичко-хемијски параметри воде за гајење шарана

Оптимална температура воде за раст шарана је између 23°C и 32°C; при чему на другој поменутој температури долази до успоравања раста (*Ćirković et al.*, 2002).

Количина раствореног кисеоника у води је други фактор од кључне важности приликом гајења риба. Шаран има ниске захтеве када је количина раствореног кисеоника у води у питању са минимумом од 2 mg/L, док је оптимална количина 3-5 mg/L (*Mazurkiewicz*, 2009). Потреба за кисеоником код риба се мења у зависности од узраста, па тако захтеви двогодишњег шарана су 50-70% мањи у односу на једногодишњег, а код конзумног шарана су 30-40% мањи у односу на двогодишњег, ако се узме у обзир трогодишњи циклус производње ове рибе (*Mazurkiewicz*, 2009).

Оптимална вредност за рН воде која се користи за гајење шарана је близу неутралне (рН 6,8-8,5) (Mazurkiewicz, 2009).

Табела 2.3.4. Потребне шарана за минералима и симптоми дефицита (NRC, 1993; Satoh et al., 1997; Takeuchi et al., 2002)

Минерал	Сува материја хране	Симптоми дефицита
Фосфор	6-8 g kg ⁻¹	Слаб раст, деформације скелета, слабо искоришћавање хране, низак садржај пепела у целом телу и кичми, повећање количине вицералног масног ткива
Калцијум	<0.30 g kg ⁻¹	Слаб раст, деформације костију
Магнезијум	0,4-0,5 g kg ⁻¹	Слаб раст, анорексија, висок морталитет, катаракта, висок садржај калцијума у костима, споро пливање
Гвожђе	150 mg kg ⁻¹	Мала специфична тежина, Ниске вредности хемоглобина и хематокрита
Цинк	15-30 mg kg ⁻¹	Слаб раст, висок морталитет, ерозије пераја и коже, низак садржај цинка у костима
Манган	13 mg kg ⁻¹	Слаб раст, абнормалност скелета, висок морталитет, низак садржај калцијума, магнезијума, фосфора, цинка и мангана у костима
Бакар	3 mg kg ⁻¹	Слаб раст
Кобалт	0,1 mg kg ⁻¹	Слаб раст

2.5. Масти риба

Масти се могу класификовати у неколико група са својственим карактеристикама, функцијама и улогама. Могу бити подељене у две главне класе, неутралне липиде и поларне липиде. Неутрални липиди служе углавном као енергетски извор и укључују триацил-(триглицериди) (TAG), диацил- и моноацилглицероле, стероле, стерол естре, слободне масне киселине и естре воска. Поларне масти су углавном саставни део ћелијских мембрана у у њих спадају фосфоглицериди или фосфолипиди (PL), глицерогликолипиди и сфинголипиди (*Henderson and Tocher, 1987; Tocher, 2003*) (Слика 2.5.1). Липиди се могу дефинисати као једињења растворљива у органским растварачима која обично садрже масне киселине естерификоване за алкохолну групу у случају глицерида и за аминок групе у случају сфинголипида. На собној температури, TAG могу бити чврсти и у том се случају називају мастима или течни када се означавају као уља. Триацилглицероли риба су уља.

Велико интересовање везано за проучавање масти код риба произилази из њихове важне улоге у физиолошким процесима код риба. Масти и њихов саставни део, масне киселине су, заједно са протеинима, главни органски састојак у храни за рибе (*Tocher, 2003*). Садржај масти у телу риба може понекад значајно да превазилази садржај протеина (*Ćirković et al., 2012b*).

Главна улога липида је што су они извор метаболичке енергије код риба за раст, укључујући и улогу у репродукцији и обезбеђивање енергије током миграција. У облику TAG, могу складиштити два пута више енергије у односу на угљене хидрате или протеине. У облику фосфолипида, учествују као основни градивни елементи за ћелијске мембране. Поред тога, масти риба су богате масним киселинама дугог ланца, високо незасићеним масним киселинама (HUFA), које имају посебно важну улогу у исхрани животиња, укључујући и исхрану риба и људи, захваљујући њиховој важној улози у кључним физиолошким процесима. Рибе представљају најважнији извор хране који садржи ове важне нутријенте, n-3 масне киселине (n-3 HUFA) за људе. Масне киселине представљају и важан извор енергије.

2.5.1. Номенклатура масних киселина

Масне киселине се састоје од угљениковог ланца са метил групом на једном крају и α -карбоксилном групом на другом крају. Засићене масне киселине (SFA) не садрже двоструке везе, мононезасићене масне киселине (MUFA) имају једну двоструку везу и полинезасићене масне киселине (PUFA) садрже две до шест двоструких веза. Свака масна киселина је карактеристична по дужини ланца, степену незасићености (броја етиленских или двоструких веза) и по позицији двоструких веза (Слика 2.5.2.). Стога, ознака C16:0 и C18:0 означава масне киселине са 16 и 18 угљеникових атома, односно, и без етиленских веза; 18:1n-9 и 18:1n-7 означава масне киселине са 18 угљеникових атома чија се двострука веза налази на 9 и 7 угљениковом атому са метилног краја молекула (Слика 2.5.2.).

У алтернативној номенклатури, 18:1n-9 и 18:1n-7 могу се обележити као 18:1 Δ 9 и 18:1 Δ 11, односно, где Δ означава место етиленске везе од карбоксилног краја молекула. Двоструке везе код риба су скоро увек у *cis*-конфигурацији у односу на *trans*-конфигурацију. PUFA садрже две или више етиленских веза, које обично раздваја метиленска група (CH₂). Последично, читава структура одређене PUFA може бити дефинисана по специфичном положају прве етиленске везе у односу на метилни крај. Стога, код 18:3n-3 (еквивалентно са 18:3 ω 3) прва етиленска веза се налази на три угљеникова атома од метилног краја молекула, 18:3n-3 представља 18:3 Δ 9,12,15 (Слика 2.5.2.). Исто тако 20:5n-3 представља 20:5 Δ 5,8,11,14,17 и 22:6n-3 представља 22:6 Δ 4,7,10,13,16,19.

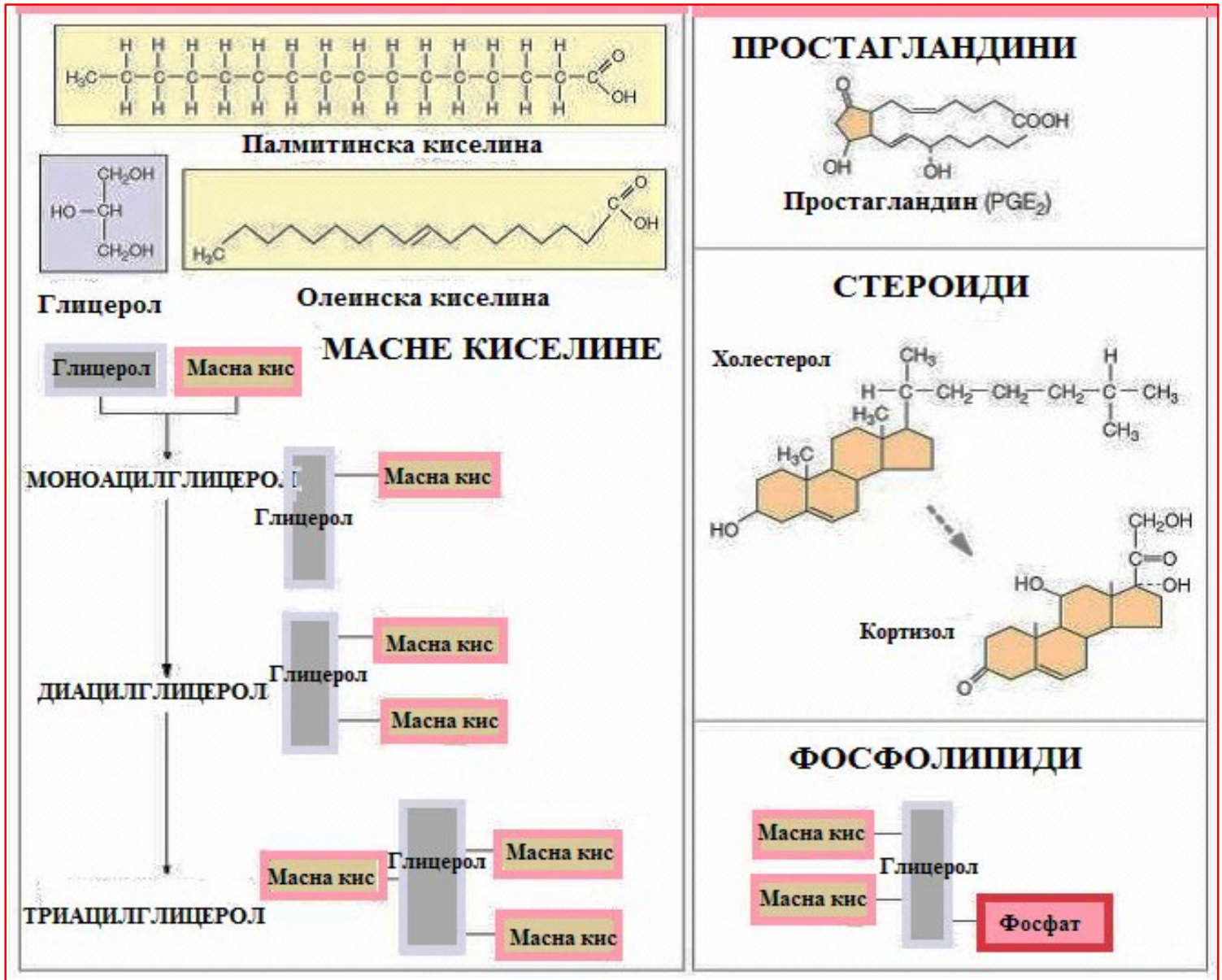
Номенклатура у којој се користи n, „N номенклатура“ је погоднија и више се користи у односу на прецизнију, али и значајно сложенију Δ номенклатуру, иако се Δ номенклатура генерално користи за одређивање активности десатураза масних киселина. Тако су маснокиселинске десатуразе које уводе етиленске везе на петом или шестом угљениковом атому од карбоксилног краја молекула означене као Δ 5 и Δ 6 десатуразе, односно.

Масне киселине такође имају тривијалне називе као што су палмитинска киселина (16:0), олеинска киселина (18:1n-9) и α -линолеинска киселина (18:3n-3), који указују на

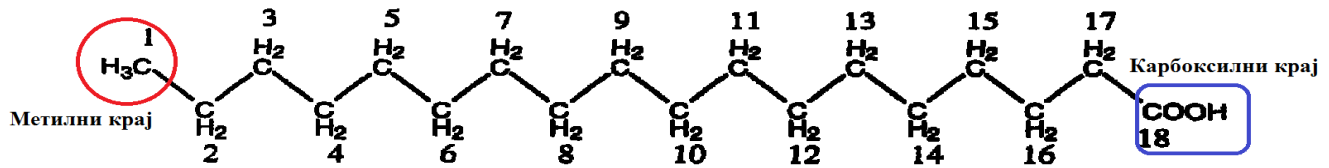
њихову прву изолацију из палминог, маслиновог и ланеног уља, односно. По истом принципу, масне киселине гадолеинска (20:1n-11) и цетолеинска (22:1n-11) имају тривијална имена који указују на њихово порекло из морских риба из масти бакалара (*Gadus morhua*) и масти кита. У употреби су и њихова грчко-латинска имена, као што је еикозапентаенска (ЕРА; 20:5n-3) и докозахексаенска киселина (ДНА; 22:6n-3), што показује њихов број угљеникових атома (20 и 22) и број етиленских веза које садрже (5 и 6) (Tocher, 2003).

2.5.2. Метаболизам масних киселина

Дужина ланца и степен незасићености масних киселина је одговоран и за њихову метаболичку судбину у организму риба (Bell et al., 2001). Најзаступљеније засићене масне киселине које се природно налазе у животињским мастима, укључујући и масти риба су С16:0 и С18:0, иако се могу наћи и масне киселине дужине ланца од С12 до С24. У депоновању масти у ткива риба учествује неколико процеса, липогенеза, транспорт масти липопротеинима, ресорпција масти од стране ткива (посредовано липопротеин липазом) и складиштење масти (Tocher, 2003). Лиолна (LA, 18:2n-6) и линолеинска (ALA, 18:3n-3), које спадају у PUFA се сматрају есенцијалним масним киселинама за све врсте кичмењака, мада се поставља питање да ли су за морске рибе есенцијалне и дуголанчане n-3 масне киселине (Sargent et al., 1995). Масне киселине се формирају у јетри из два угљеникова атома (acetyl-CoA) уз учешће цитосолног мултиензимског комплекса, који се назива маснокиселинска синтетаза. Већина организама је способна да биосинтетише SFA *de novo*. SFA се могу даље трансформисати убацивањем двоструке везе и формирати MUFA са учешћем Δ -9 десатуразе која се налази у ендоплазматичном ретикулуму. Постоје две серије PUFA које се не могу стварати код кичмењака (укључујући рибе) и стога су есенцијалне и морају се уносити храном, а то су n-6 и n-3PUFA.



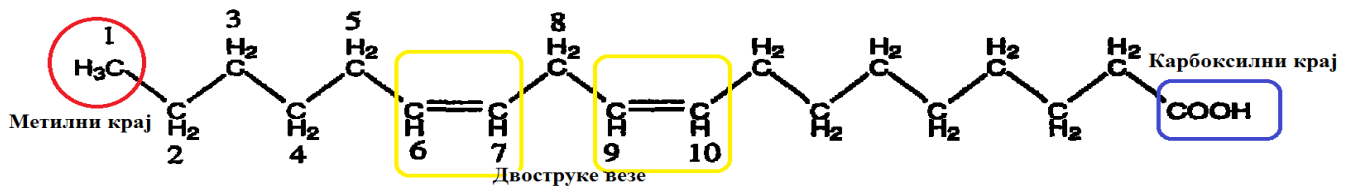
Слика 2.5.1. Главне групе масти у ткивима риба



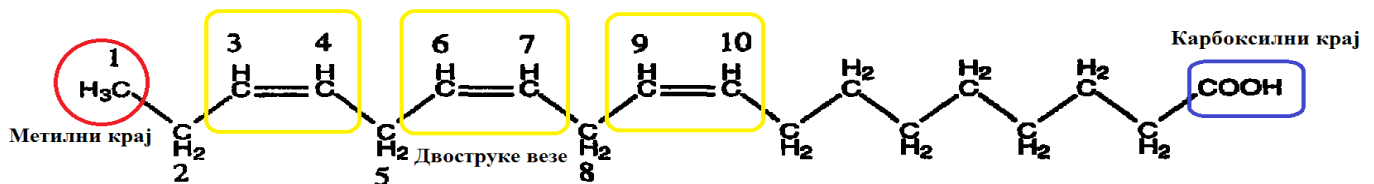
Октадеканонска киселина; Стеаринска киселина; C18:0



Октадеценонска киселина; Олеинска киселина; C18:1(n-9)



Октадекадиенска киселина; Линолна киселина; C18:2(n-6)



Октадекатриенска киселина; Линоленска киселина; C18:3(n-3)

Слика 2.5.2. Структура масних киселина са 18 угљеникових атома – zasiћена, монезасићена и представници полинезасићених масних киселина из серија n-6 и n-3

2.5.2.1. Ресорпција и транспорт масних киселина

Кадасе масти унесу храном, екстрацелуларна хидролиза липида липазом и колипазом се одвија у лумену желуца, црева и цекума, при чему су најважнија места пилоруси цекума и предње партије црева. Глицерол и масне киселине које имају мање од 10 угљеникових атома се апсорбују путем четкасте ивице ентероцита, док се масне киселине са више од 12 угљениковаих атома цепају и емулгују жучним солима да би се формирале мицеле. Оне се затим транспортују из лумена црева до четкастог покрива црева, раздвајају на масне киселине и дифундују кроз епителну мембрану. У ентероцитима, масне киселине се реестерификују и са протеинима формирају хиломикроне. Липиди се транспортују из ентероцита углавном као хиломикрони и делимично као липопротеини веома мале густине (VLDL) интестиналног порекла (*Babin and Vernier, 1989*) путем хепатичне порталне вене до јетре, где се даље метаболишу или директно транспортују као VLDL до других ткива преко дорзалне аорте. Нејасно је да ли рибе имају лимфни систем сличан ономе код сисара. *Tocher (2003)* претпоставља да су најважнији липопротеини хиломикрони и да се они транспортују преко лимфног система, али да део липопротеина може бити транспотрован директно у јетру преко порталне вене. Са друге стране, *Torstensen et al. (2001)* претпостављају да се масти углавном транспортују путем крви, пошто постојање лимфног система није потврђено код риба. Ово је у сагласности са тврдњама *Babin and Vernier (1989)*, пошто су доказали висок садржај липопротеина у плазми риба.

2.5.2.2.Складиштење масти

До сада су установљена два механизма за транспорт липида из екстрацелуларног у унутарћелијски простор, дифузија или транспорт посредован протеинима у којем учествују маснокиселинска транслоказа везана за мембрану (membrane-bound fatty acid translocase (FAT)) или транспортни протеин за масне киселине (fatty acid transport protein (FATP)) (*Van Nieuwenhoven et al.*, 1996). Липиди такође могу доспети у ћелије путем рецептора липопротеина мале густине (LDL) (*Hussain*, 2001). Унутраћелијски протеини који везују масне киселине (fatty acid binding proteins (FABP)) транспортују масне киселине дугог ланца и друга хидрофобна једињења унутар ћелије (*van der Vusse et al.*, 2002). FABP су за сада детектовани у мишићима лососа и у цревима ципринида, тј. зебрице (*Danio rerio*) и лососа (*Andre et al.*, 2000; *Jordal et al.*, 2006). Када масти доспеју у ћелију морају бити активирани до ацил-СоА са ацил-СоА синтетазом ради даље модулације или се складиште као TAG. Метаболички путеви биосинтезе фосфолипида и TAG су генерално исти код риба и сисара, при чему се синтеза одиграва у ендоплазматичном ретикулуму (ER). Код салмонида липиди се складиште као TAG у висцералном адипозном ткиву и у адипоцитима унутар миосепте мишића (*Zhou et al.*, 1995) или се излучују у плазму као липопротеини веома мале густине VLDL (*Babin and Vernier*, 1989), док PL могу бити искоришћени као градивни део ћелијске мембране.

2.5.2.3. Елонгација и дестаурација

Биосинтетички путеви од C18 до C22 су добро описани код многих слатководних врста риба, мада најдетаљније код пастрмке и лосога (*Bell et al.*, 1997; *Buzzi et al.*, 1997; *Tocher*, 2003). Серија n-6 се синтетише из LA (18:2n-6) а серија n-3 се синтетише из ALA (18:3n-3), које представљају родитељске киселине. Ове две масне киселине са 18 атома угљеника (C18) могу се даље конвертовати до HUFА уз учешће десатураза и елонгаза (*Tocher*, 2003; *Morais et al.*, 2009) (Слика 2.5.4.). Исти ензими су неопходни и за n-6 и за n-3 масне киселине, али је афинитет везивања за делта-6 десатуразу је највиши за α -линолеинску киселину, висок за линолну киселину, а најнижи за олеинску киселину (*Beare-Rogers*, 1988) и из ових разлога десатурација и елонгација n-9 серије PUFA је запажена само у случајевима када дође до комбинованог дефицита и n-3 и n-6 масних киселина. Синтеза полинезасићених масних киселина дугог ланца одиграва се у микрозомалној фракцији јетре, осим реакције скраћивања ланца до C22:6n-3, која се одиграва у пероксизомима путем β -оксидације.

Ензими који су идентификовани путем утврђивања експресије њихових гена и који су везани за биосинтезу HUFА и карактеристични су за шарана су Δ -5 и Δ -6 десатураза (GenBank accession no. AF309557) (*Zheng et al.*, 2004). У људском организму се α -линолеинска киселина унета храном конвертује и у еикозапентаенску киселину (ЕРА, n-3) и ДНА, али је капацитет за конверзију ограничен, посебно у случајевима повећаног уноса линолне киселине (*Kris-Etherton et al.*, 2002), која би требало да обезбеђује 7% калоријског уноса.



Слика 2.5.3 Механизми елонгације и десатурације n-6 и n-3 масних киселина (прерађена шема *Tocher*, 2003).

2.5.2.4.β-оксидација масних киселина

Када постоје потребе за енергијом, TAGs ускладиштени у адипоцитима се хидролизују до глицерола и слободних масних киселина (FFA), и примарно транспортују до других органа као што су јетра (*Crockett and Sidell, 1993*), мишићи (*Froyland et al., 2000*) и срце (*Bilinski and Jonas, 1970*) где се одиграва β-оксидација. Међутим, β-оксидација масних киселина добијених из TAG, се одиграва и унутар адипоцита (*Todorčević et al., 2008; 2010*). β-оксидација је главни процес помоћу којег се катаболишу масне киселине, секвенционираним уклањањем два угљеника атома са ацилног ланца (*Schulz, 2002*). β-оксидација масних киселина се одиграва у две органеле, а то су митохондрије и пероксисоми (*Eaton, 2002*). Код риба, масне киселине кратког ланца (са мање од 6 угљеникових атома) и масне киселине средњег ланца (C6-C12) пролазе кроз мембрану митохондрија без посредства носача. Супротно овоме, масне киселине дугог ланца (C14-C20) се морају везати за карнитин, а та реакција је катализована ензимом карнитин палмитоил-трансферазом (CPT) I, за улазак у митохондрије (*Eaton, 2002*). Како би могла бити подвргнута β-оксидацији, масна киселина мора бити активирана до ацил-СоА, који се конвертује до ацилкарнитина уз учешће ензима карнитин палмитоилтрансферазе I (CPT1) како би прошла кроз спољну мембрану митохондрија. Ацилкарнитин се преноси преко унутрашње мембране уз учешће карнитина (ацилкарнитин транслоказе) и конвертује до ацил-СоА уз учешће ензима CPT II на унутрашњој површини митохондријалне мембране. Затим ацил-СоА улази у процес β-оксидације (*Froyland et al., 2000*). И CPT I и CPT II су присутни код лососа и експресија CPT II је потврђена у адипоцитима (*Todorčević et al., 2008*).

Процес β-оксидације у пероксисомима углавном подразумева оксидацију масних киселина дугог ланца, које затим могу бити подвргнуте даљим процесима оксидације у митохондријама или овај процес може бити корак у синтези ДНА (*Torstensen et al., 2001*). β- оксидација масних киселина се одиграва селективно и доказано је да су SFA оне које најпре подлежу овом процесу у митохондријама калифорнијске пастрмке (*Kiessling et al., 2001*). Основни продукт ацетил-СоА који се добије из β-оксидације у пероксисомима хепатоцита калифорнијске пастрмке је ацетат, док оксалацетат и малат који такође настају

из ацетил-СоА настају из β -оксидације која се одиграва у митохондријама (*Suarez and Hochachka, 1981*).

Изгледа да је реакција β -оксидације иста код риба и сисара, изузимајући нижу продукцију CO_2 код риба (*Hagve et al., 1986*). Молекули ацил-СоА произведени у реакцији β -оксидације одлазе у Кребсов циклус. Кребсов циклус представља серију реакција где се молекули ацетил СоА катаболишу до угљен диоксида и воде, тиме стварајући енергију за производњу молекула аденозин трифосфата (*Eaton, 2002*). *Todorčević et al. (2008)* су показали да β -оксидацију код риба у адипоцитима такође прати Кребсов циклус, пошто се стварају интермедијатори ацетат и оксалацетат, заједно са малим количинама CO_2 .

2.6. Висцерално масно ткиво

Количина и дистрибуција масног ткива се разликује од врсте до врсте. Места складиштења липида код риба су мезентерична маст, мишићи и јетра. Депои масти који се налазе око унутрашњих органа се заједно сврставају у висцерално масно ткиво. Пошто појединачни депои белог масног ткива веома варирају у величини, молекуларним и физиолошким својствима и доказана је експресија различитих гена, указано је да би се требали посматрати као „мини органи“ (*Tchkonja et al., 2006*).

Масно ткиво је раније сматрано једноставним, статичним ткивом за складиштење липида. Данас, ово ткиво се сматра активним ендокриним и секреторним органом са многобројним функцијама у метаболичким процесима. Сложене везе које постоје између адипозног ткива и имуног система су највероватније везане за велики обим секреције бројних адипокина. Висцерално масно ткиво сисара продукује више од 50 цитокина, који се називају „адипокини“ (*Lago et al., 2007*).

Висцерално масно ткиво је специјално растресито везивно ткиво које се састоји не само од адипоцита, већ и од других типова ћелија које су познате као „стромално васкуларне ћелије“, у које спадају прекурсори адипоцита, фибробласти, ендотелне ћелије, перицити, моноцити, макрофаги и крвне ћелије. Адипоцит је главни

конституентвисцералног масног ткива и претпостављено је да овај тип ћелије има истог заједничког прекурсоора као и остеобласти, хондроцити и миоцити (*Casteilla and Dani, 2006*). Масна ћелија је прилагођена за обављање своје главне функције, складиштење енергије у форми TAG у периодима када енергије има у вишку и мобилизација ове енергије у случајевима недостатка хране (*Bernlohr and Jenkins, 2002*).

2.6.1. Раст и развој висцералног масног ткива

Раст масног ткива је последица како хипертрофије (повећања величине ћелије), тако и хиперплазије (повећање броја ћелија). Зрели адипоцити спадају у групу највећих ћелија у телу и могу се повећати инкорпорацијом више TAG (*Bernlohr and Jenkins, 2002*). Адипоцити људи могу променити величину око 20 пута у пречнику и неколико хиљада пута када је у питању њихова запремина (*Bjornheden et al., 2004*). Већина сазнања о процесима адипогенезе је добијена у *in vitro* испитивањима преадипоцита сисара и још увек има веома мало података о аспектима диференцијације који су специфични за сваку врсту, а посебно су оскудни подаци када су рибе у питању.

2.6.2. Фазе адипогенезе

Установљене су две различите фазе адипогенезе: детерминација адипозне линије и терминална диференцијација.

Прва фаза, линијска детерминација, подразумева присуство плурипотентне стем ћелије у линији адипоцита. У овој фази, није могуће разликовати присутне преадипоците од њихових прекурсорских ћелија на основу њихове морфологије. Присутни преадипоцити најпре уђу у фазу инхибиције раста, које се постиже контактном инхибицијом при њиховом спајању. Затим, након хормонске индукције, преадипоцити сисара поново улазе у

ћелијски циклус „клонска експанзија“ и пролазе кроз ограничен број ћелијских деоба (Gregorie, 2001). Након завршене клонске експанзије, ћелије су поново у фази инхибиције раста и почиње експресија адипозно-специфичних гена који учествују у терминалној диференцијацији адипоцита (Gregorie, 2001).

У другој фази, терминалној диференцијацији, преадипоцити се преображавају у зреле адипоците који садрже механизме неопходне за транспорт и синтезу липида, осетљивост на инсулин и секрецију адипокина (Rosen and MacDougald, 2006). Чланови неколико фамилија транскрипционих фактора учествују у овом процесу и код сисара и код риба; ту спадају ССАТ/enhancer-binding proteins (С/ЕВРs) (појачивач везивања протеина), С/ЕВР α , С/ЕВР β , С/ЕВР δ , рецептори активирани пролифератом пероксизома (PPAR) γ и адипоцит детерминишући и диференцијски зависан фактор-1/стерол регулаторни елемент-везујући протеин-1с (Ntambi and Young-Cheul, 2000). Адипогени транскрипциони фактори PPAR γ и С/ЕВРs играју кључну улогу у комплексној транскрипционој каскади која се одиграва током адипогенезе (Ntambi and Young-Cheul, 2000). PPAR γ није само круцијалан за адипогенезу већ је неопходан и за одржавање процеса диференцијације. У огледима које су извели Todorčević et al. (2008, 2010) је на основу експресије гена показано да су ови транскрипциони фактори такође важни у адипогенези код лососа.

2.6.3. Порекло прекурсора адипоцита

Развој висцералног масног ткива код сисара је континуиран процес у којем плурипотентна мезенхимска стем ћелија (MSCs) пролиферише и диференцира се у адипоцит током читавог живота (Tang et al., 2008). Међутим, број ових ћелија опада са старењем организма. Недавно добијени подаци воде ка претпоставци да MSCs воде порекло од мултипотентних перицита који се налазе у зидовима крвних судова (Traktuev et al., 2008). Ови перицити налик на глатке мишиће леже преко спојева ендотелних ћелија (Gimble et al., 2007). Da Silva Meirelles et al. (2008) указују да се перицит активира када се ослободи од ендотелних ћелија и да активирани перицит треба сматрати MSC. Ова MSC се може диференцирати у неки од различитих ћелијских типова, укључујући мишићне ћелије,

остеобласте, хондроците и адипоците (Farrington-Rock et al., 2004). У скорашњим истраживањима је приказано да се мултипотентна MSCs може добити из стромалних ћелија изолованих из зрелог масног ткива (Olkowska-Truchanowicz, 2008). Todorčević et al. (2010) су установили експресију перицитног маркера трансгелина у SVF ћелијама које су добијене из масног ткива лососа, што указује да преадипоцити риба воде порекло од перицита. Ови резултати су у сагласности са резултатима који су добијени при сличним испитивањима на сисарима (Skalli et al., 1989).

2.6.4 Последице прекомерног депоновања липида

Иако је главна функција адипоцита да складишти енергију и апсорбује липиде, морфолошке промене повезане са растом масног ткива нису без последица на организам као целину (Jernas et al., 2006). Када су складишни капацитети адипозног ткива сисара преоптерећени, липиди се акумулирају у друга ткива и други органи постају складишта за липиде (Frayn, 2002). Овај феномен, познат и као липотоксичност, може довести до дисфункције места накупљања, што доприноси патолошким променама у јетри, мишићима, срцу. Иако су фактори који објашњавају гојазност и њену повезаност са болестима добро описани код сисара, мало се зна о овој вези код риба. Уобичајено садржај масти у јетри износи 5% од укупне тежине масти код сисара. Складиштена маст у јетри прелази ове вредности код гојазних сисара и доводи до стања познатог као „масна јетра“, „масна дегенерација јетре“ или „стеатоза јетре“. Поред тога, постоји све више доказа да ектопично акумулирање масти унутар срца има улогу у кардиомиопатији и последичних проблема у раду срца (van Herpen and Schrauwen-Hinderling, 2008). Веома мало се зна како гојазност утиче на развој коронарне артериосклерозе код риба. Међутим, доказано је да атероклеротични плакови садрже пенушаве ћелије и да долази до акумулације липида у срцу лососа (Koppang et al., 2007), што указује да би коронарна артериосклероза могла бити фактор која доводи до болести срца и код риба.

2.7. Холестерол

Као неопходан састојак ћелијских мембрана и можданог ткива, холестерол је веома важан у организму људи. Резултати истраживања везана за везу холестерола унетог храном и настанка атеросклерозе су противречна. Корелација између нивоа холестерола у серуму и стопе морталитета и кардиоваскуларних болести код људи је доказана у многим истраживањима (*Kris-Eherton et al., 2002*). Са друге стране, синтеза ендогеног холестерола у јетри је три пута виша у поређењу са уобичајеном количином која се унесе храном, што води ка смањивању важности холестерола из хране и повећања интересовања о укупном енергетском уносу путем хране, уносу SFA, MUFA и PUFA и односу PUFA n-6/n-3 у храни. Међутим, ниво холестерола у крвној плазми зависи значајно од холестерола који се унесе храном. Постоје студије које указују на повезаност холестерола унетог храном и холестерола у крвној плазми и атеросклерозе (*Orban et al., 2006*). Осим повећаног уноса храном, на ниво холестерола у крви утичу и други фактори, као што су прекомеран унос енергије, повећан унос SFA и трансизомера неких USFA (*Kris-Eherton et al., 2002*). Познавање садржаја холестерола у месу риба је важно, пошто је његова конзумација у порасту на основу препорука да ова врста меса треба да буде битна компонента у исхрани људи са хиперхолестеролемијом. Према литературним подацима, садржај холестерола у мишићном ткиву шарана је значајно варирао од 38 до 120 mg/100 g, у зависности од врсте рибе, старости, система гајења и годишњег доба у којем је извршено узорковање (*Bieniarz et al., 2001; Ćirković et al., 2011*). *Kopicova and Vavreinova (2007)* су утврдиле да садржај укупног холестерола у месу шарана износи просечно 47 mg/100g. *Piironen et al. (2002)* су установили нешто виши ниво холестерола код већине анализираних риба (49-92 mg/100 g) у поређењу са говеђим и свињским месом (45-84 mg/100 g). Препорука је да дневни унос холестерола не прелази 300 mg (*James and Ralph, 2000*). Према резултатима изведених огледа, садржај холестерола у анималном ткиву може бити под утицајем начина исхране (*Komprda et al., 2003*), упркос регулаторним механизмима у смислу синтезе и апсорпције холестерола, који одржавају константну концентрацију холестерола у ткивима. Холестерол у месу је могуће одредити коришћењем колориметријских, ензимских, и

различитих хроматографских метода, гасном хроматографијом или високо перформантном течном хроматографијом (HPLC) (Komprda et al., 2003). Као додатак до сада добијеним подацима везаним за садржај холестерола у храни, допринос истраживања која су спроведена до сада и која су део овог рада је у следећим аспектима:

Подаци везани за различиту храну су често добијени употребом различитих аналитичких метода неуједначене тачности, понекад се чак ни не спомене метод одређивања холестерола (Komprda et al., 2003). Изведени огледи обезбеђују податке о садржају холестерола у месу различитих врсте риба, углавном ципринида, користећи један метод детерминације, који спада у најпоузданије (HPLC). Оцена могућих ефеката телесне масе и садржаја масти која се достигне у одређеном (време излова) узрасту на садржај холестерола у ткиву је важан део изведених огледа. Пошто састав хране, посебно маснокиселински састав, може утицати на садржај холестерола у производу (Komprda et al., 2003), већина огледа је изведена тако да се ова чињеница узме у обзир.

2.8. Утицај масних киселина на здравље људи

Исхрана рибом обезбеђује људском организму довољне количине протеина, слободних аминокиселина, минерала и витамина (Ackman, 2000), а поред тога и довољне количине PUFA, а посебно n-3 PUFA (Kminkova et al., 2001). Постоје чврсти докази да ДНА снижава ниво холестерола у серуму (Ryan et al., 2009), док друге n-3 PUFAs из хране снижавају триглицериде у серуму, мада не утичу на снижавање холестерола у серуму (Balk et al., 2006). PUFA могу бити значајне у превенцији кардиоваскуларних болести (Conor and Conor, 2010), а познато је и да смањују морталитет код пацијената са оболењима срца (Kris-Etherton et al., 2002). Поред тога, n-3 PUFA смањују садржај липопротеина ниске густине (LDL) у серуму људи, делују антиаритмично (Hu et al., 2002), инхибирају липогенезу у јетри и агрегацију тромбоцита и оштећења крвних судова и веома су важне у пренаталном развоју нервног система (Allen and Harris, 2001). Такође, PUFA како серије n-6, а посебно n-3 учествују у превенцији болести нервног система, побољшању способности за учење, имају важну улогу у онтогенези (Arts et al., 2001) и имају и антиинфламаторно дејство (Dorea, 2008). ARA и DHA су есенцијалне за развој и функцију мозга и

мрежњаче (Lauritzen *et al.*, 2001). Недостатак АЛА доводи до неуролошких поремећаја и успореног раста (Cundiff *etal.*, 2007).

Познато је и да људски организам не може синтетисати n-3 PUFA и да се оне морају унети храном (Alasalvar *et al.*, 2002). Пошто се се n-3 PUFA, као што су АЛА, АРА, ЕРА и ДНА, ефикасно синтетишу само код акватичних организама, људи могу добити ове есенцијалне масне киселине конзумирањем морских и слатководних риба (Jabeen and Chaudhry, 2011).

Препоручени оптималан однос n-6/n-3 у храни за исхрану људи је према бројним истраживањима 1:1 до 4:1 (Simopoulos, 2002) и већина рибљих врста има препоручени или нижи поменути однос. Препоручени дневни унос за здраве одрасле људе је 0,65g ДНА и ЕРА заједно, при чему је минимална количина сваке од њих 0,22g, а препоручени дневни унос је виши за труднице и жене које доје (Simopoulos, 2002). N-6 масне киселине су такође есенцијалне, али су веома присутне у већини хранива. Испитивања најчешћих производа од меса домаћих животиња и пилића су показала да је однос n-6/n-3 масних киселина у опсегу од 6,5 до 43,2 (Sampels *et al.*, 2009). Унос n-6 масних киселина је у порасту и претпоставља се да је повезан са глобалним повећањем броја гојазних особа (Strandvik *et al.*, 2008) и запаљенских процеса (Calder, 2008). Обрнуто, унос n-3 масних киселина је у опадању и бројне научне публикације указују да је ова појава у тесној вези са више здравствених проблема (Calder, 2008). Риба је храна која се већ традиционално сматра добрим извором n-3 масних киселина и како би се препоручене количине n-3 масних киселина обезбедиле, мере за унапређење хране за рибе су неопходне као и унапређење самих технологија гајења риба.

2.9. Утицај протеина из меса риба на здравље људи

Епидемиолошка и експериментална истраживања су показала везу између исхране и инциденце срчаних болести (*Pereira et al.*, 2004). Стога, терапија у виду правилне исхране се сматра једанако важном као и медикаментозни третман у третирању кардиоваскуларних болести. У претходном поглављу је наглашено повољно дејство масних киселина из масти риба на здравље људи, али је немогуће је објаснити благотворно дејство рибљег меса на здравље само у смислу ЕРА и ДНА, јер конзумирање рибе не укључују само рибље уље већ и мишићно ткиво, које обезбеђује многе друге нутритивне састојке, као што су протеини. Ранија истраживања су показала да, у односу на казеин, протеини рибе у храни смањују ниво холестерола у крви код лабораторијских животиња (*Hosomi et al.*, 2009). Поред тога, рибљи протеини имају и друге повољне ефекте као што су анти-хипертензивна својства, снижавање нивоа LDL-C уз повећање HDL-C, а такође повољно делују и на борбу против гојазности (*Boukourt et al.*, 2004; *Oishi and Dohmoto*, 2009). Многа епидемиолошка и клиничка истраживања су показала да су пораст LDL-C у крви и смањење HDL-C важни ризични фактори за појаву кардиоваскуларних болести (*Jacobson et al.*, 2007). Истраживање *Hosomi et al.* (2009) указује да протеини рибе у исхрани снижавају садржај холестерола у јетри и серуму путем повећања екскреције холестерола и жучних киселина фецесом што је последица ниске мицеларне растворљивости холестерола и великог капацитета за везивање жучних киселина.

Заступљеност есенцијалних аминокиселина у месу риба веома је велика, поготово нпр. триптофана, аминокиселине прекурсора серотонина, који је одговоран за добро расположење код људи (*Gadoth*, 2008).

2.10. Фактори који утичу на хемијски састав и квалитет масти шаранских риба

2.10.1. Врста рибе

Установљене су велике разлике у садржају масти у мишићном ткиву између различитих врста риба, што резултира разликама и у маснокиселинском саставу (*Fontagné-Dicharry et al.*, 2010). *Ćirković et al.*, (2012a) су спровели истраживање квалитета меса риба гајених у поликултури и упоредили параметре раста и квалитет меса шарана (*Cyprinus carpio* L.), толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*), амура (*Stenopharyngodon idella*), сома (*Silurus glanis*), смуђа (*Stizostedion lucioperca*) и лињака (*Tinca tinca*), који су гајени у поликултури и који су конзумирали природну храну доступну у рибњаку, који је ђубрен стајњаком. У овом раду је установљено да хемијски састав и количина n-3 масних киселина веома варирају између различитих врста риба, чак и у случају када су оне припаднице исте фамилије, пошто већина испитиваних риба припада фамилији *Ciprinidae*.

Приликом гајења риба у поликултури у Републици Србији шаран представља доминатну врсту, а врсте које се најчешће гаје са њим су сиви и бели толстолобик, амур, сом и смуђ. Ове „додатне“ врсте се гаје у шаранским рибњацима како би се повећао принос по јединици површине рибњака. Гајење риба у поликултури омогућава и бољу искористљивост ресурса природне хране, смањује употребу комплетних смеша за исхрану риба или омогућава употребу јефтинијих хранива, као што су житарице, а поред тога доводи до унапређења услова животне средине у рибњаку, услова храњења риба и контроле коровских врста риба и концентрације кисеоника у рибњацима.

Шаран, омнивора врста рибе је најзаступљенија гајена риба у Републици Србији. Он ефикасно искоришћава природну храну доступну у рибњаку (детритус и зоопланктон), отпоран је на услове средине и релативно отпоран на болести (*Adámek et al.*, 2003; *Marković et al.*, 2013). Комплекс „кинеских шарана“ (амур, сиви и бели толстолобик) је интродукован у отворене воде Европе (басен Дунава) током 1960-их како би се повећала укупна ихтиопродукција на рачун ресурса хране у виду планктона (*Lenhardt et al.*, 2011) и

данас учествују са уделом и до 20-30% приликом гајења у поликултури са шараном (Ćirković *et al.*, 2002). Ове хербиворе врсте унапређују еколошки потенцијал рибњака и чине производњу економичнијом. Толстолобик и амур живе у некој врсти симбиозе, пошто се амур храни вишим воденим биљем, а толстолобик нижим. Толстолобик је веома значајан за одржавање кисеоничког режима воде, због чињенице да чисти водену површину од затрављења. Бели толстолобик поседује специјализовни апарат за филтрирање који му омогућава да филтрира честице величине и 4 μm . Пошто се углавном храни планктоном, ова врста је успешно коришћена у контроли квалитета воде, посебно у контроли цијанобактерија. Упркос присутности на тржишту преко 40 година, квалитет меса риба кинеског комплекса још увек није испитан. Захваљујући укусном месу и атрактивности за спортске риболовце, лињак свакако има велики потенцијал у будућности, како као додатна врста у рибњачкој производњи, али и као врста која би се користила за порибљавање отворених вода. Исхрана лињака у природним условима састоји се углавном од зоопланктона (*Cladocera*, *Copepoda*) и фауне дна (Adámek *et al.*, 2003). Сом и смуђ су карниворе врсте риба, чије учешће у поликултури има за циљ контролу непожељних врста риба које се појављују у шаранским рибњацима, као и да уклоне рибе које слабо напредују и које су подложније болестима, па би представљале фактор ризика за остале рибе. За сома је карактеристичан брз прираст, ефикасно искоришћавање хране, повољан рандман, одсуство шкрга и укусно бело месо без костију. Смуђ је карнивова риба која се генерално храни другим рибама које су богате у PUFA (Celik *et al.*, 2005). Карниворе врсте риба за 1 kg прираста поједу и 15 kg других риба (Ćirković *et al.*, 2002), што може значи да се могу гајити у малом проценту у поликултури где користе коровске врсте риба за своју исхрану. Тако се препоручује да се сом гаји у поликултури са шараном и хербиворим врстама риба, пошто је установљен је већи прираст и ефикасније искоришћавање хране код сома гајеног у поликултури у поређењу са сомом гајеним у монокултури (Ulikowski *et al.*, 2003). Садржај масти у месу риба варира у зависности од врсте рибе, годишњег доба и исхране (Guler *et al.*, 2007). Састав масти је такође веома варијабилан и месо риба садржи 15-36% SFA (Buchtova *et al.*, 2007; Zakes *et al.*, 2010ab) и 58-85% назасићених масних киселина (USFA) (Domaizon *et al.*, 2000; Caballero *et al.*, 2002). Месо риба садржи 13-25% протеина

(Vladau et al., 2008; Trbović et al., 2009; Ćirković et al., 2010) високе биолошке вредности (Jeor et al., 2001).

Рад Ljubojević et al. (2013a) представља компаративну анализу хемијског и маснокиселинског састава седам врста риба изловљених из Дунава, укључујући буцова (*Aspius aspius*), деверику (*Abramis brama*), мрену (*Barbus barbus*), шарана (*Cyprinus carpio*), дугоносу кечигу (*Acipenser ruthenus*) и штуку (*Esox lucius*). Хемијски и маснокиселински састав су се значајно разликовали између рибљих врста.

2.10.2. Систем гајења

Steffens and Wirth (2007) су утврдили утицај основних система гајења и самим тим и начина исхране на проценат преживљавања, принос по јединици површине, хемијски састав, количину укупног холестерола и маснокиселински састав шарана, што су у потврдили Ljubojević et al. (2013b) у огледу на двогодишњем шарану (*Cyprinus carpio* L.). Рибе су биле у истоветним рибњачким касетама, при чему је свака представљала 1 од 3 система производње и исхране, који се најчешће користе за гајење поменуте врсте: екстензивни систем (само природна храна), полуинтензивни систем (додатак житарица) и полуинтензивни систем (екструдирана храна која се састојала од соје, језгра сунцокрета, пшеничног брашна, кукуруза и пивског квасца). Храњење са екструдираним храном удвостручило је производњу по јединици површине рибњака, у поређењу са дохрањивањем житарицама и готово утростручило у поређењу са групом која се хранила само са природном храном. Однос n-3/n-6 веома се разликовао у зависности од исхране. Шаран који је добијао екструдирану храну постигао је најбољи однос USFA/SFA, као и однос PUFA/SFA. Закључено је правилно обрађена биљна хранива могу бити важан и добар извор протеина за шарана и да доводе до унапређења како производње на рибњаку, тако и квалитета саме рибе као завршног производа за исхрану људи.

Систем гајења шарана који се заснива на искоришћавању природне хране доступне у рибњаку током производног циклуса, који је познат и као екстензивни систем

производње, карактерише низак принос по јединици површине. Овакав начин производње је високо зависан од плодности рибњака и не захтева велика улагања. Главни тип производње рибе у Србији је полуинтензивни систем шаранске производње, при чему је шаран доминантна рибља врста. Полуинтензивни систем гајења шарана у класичној производњи у Европи је базиран на исхрани са житарицама као енергетског додатка и фауном дна која се налази у рибњацима (*Mráz and Pickova*, 2009). У Србији постоје два вида полуинтензивног начина производње у зависности од хранива која се користе. Поред природне хране, користе се житарице како би се подмириле енергетске потребе рибе. Све више произвођача рибе повећава производњу на тај начин што користе комплетне крмне смеше за исхрану шарана (*Marković and Ćirković*; 2008). На овај начин се повећавају и трошкови производње у односу на прва два описана начина гајења, посебно због високе цене хранива која садрже висок ниво протеина са избалансираним аминокиселинским саставом. Високи трошкови се могу ублажити заменом хранива анималног порекла са локално доступним протеинским хранивима биљног порекла. Многе топловодне рибе из узгоја, укључујући шарана, не захтевају хранива анималног порекла у својој исхрани (*Garg et al.*, 2002; *Khan et al.*, 2003; *Ljubojević et al.*, 2012c).

Хемијски састав риба из отворених вода је под великим утицајем услова животне средине, који одређују доступност храњивих материја (*Izquierdo et al.*, 2003), док се код риба из узгоја исхраном индустријски произведеном храном обезбеђују нутритивне материје, које одређују састав меса (*Periago et al.*, 2005). Међутим, садржај протеина у месу је под мањим утицајем исхране, пошто највише зависе од унутрашњих фактора, као што су врста рибе, старост и величина (*Kaushik*, 1995).

Раширено је убеђење да потрошачи верују да је квалитет риба из слободног излова бољи у поређењу са месом гајених риба (*Mairese et al.*, 2005). Уколико се сагледа аспект безбедности потрошача, треба имати у виду да је према досадашњим истраживањима садржај контаминената у месу риба из рибњака далеко испод максимално дозвољених граница (*Dinović et al.*, 2010), што није увек случај са рибом изловљеном из Дунава (*Trbović et al.*, 2011; *Đorđević et al.*, 2013). Како би се упоредио квалитет меса шарана из слободног излова са шараном из полуинтензивног и кавезног система гајења *Ljubojević et*

al. (2013, tehnologija mesa) су извршили анализу и упоређивање резултата анализа меса шарана из Дунава, РГ „Ечка“ и кавезног система Врбас.

2.10.2.1. Утицај неправилне технологије гајења на висок садржај масти у месу шарана

Добра технологија на рибаку омогућава развијање погодне структуре планктонских и бентосних организама, који су веома важни када се разматра хемијски састав меса шарана, као финалног производа на рибаку. Такође је важно водити рачуна о количини хране која се даје рибама, јер прекомерна количина хране може имати неповољних утицаја на здравствено стање риба и квалитет меса риба, као финалног производа (Ćirković et al., 2002; Ćirković et al., 2012b).

2.10.3. Исхрана

Природна храна шарана је углавном заснована на зоопланктону, зообентосу и детритусу (Adámek et al., 2003). Планктон и бентос природно садрже високе нивое n-3 масних киселина, укључујући ЕРА и ДНА (Bell et al., 1994; Domaizon et al., 2000). Стога је добра припрема рибака, као и одговарајућа технологија током вегетационог циклуса неопходна за постојање довољне количине, као и што повољније структуре природне хране, која је од великог значаја када се разматра побољшање маснокиселинског састава шарана и других ципринидних врста.

Житарице се уобичајено користе као додатна храна за шарана. Пошто су житарице богате угљеним хидратима и имају веома низак ниво n-3 масних киселина, месо шарана гајених у рибацама на којима се врши овакав начин исхране садржи висок проценат олеинске киселине и низак ниво n-3 HUFA (Csengeri, 1996).

Састав масних киселина у формулисаним смешама може утицати и мењати маснокиселински састав различитих ткива, укључујући и мишићно ткиво риба (Bell et al.,

2002; *Torstensen et al.*, 2004; *Torstensen et al.*, 2005; *Pickova and Morkore*, 2007; *Kjaer et al.*, 2008; *Todorčević et al.*, 2009), а промене у маснокислеинском саставу ће даље утицати на многе метаболичке процесе везане за синтезу и катаболизам масних киселина и складиштење липида (*Tocher*, 2003).

2.10.4. Генетика

Показано је да је садржај масти у мишићима високо наследна особина код шарана и да постоји релативно висока позитивна генетска коорелација између величине тела (дужина тела и телесна тежина) и садржаја масти (*Kocour et al.*, 2007). С друге стране, приликом испитивања четири хибрида шарана *Buchtova et al.* (2007) нису запазили утицај хибрида на маснокислеински састав.

2.10.5. Пол, полна зрелост

Buchtova et al. (2008) у истраживању на четири хибрида шарана су пронашли само мале разлике у саставу масти између мужјака и женки, које су вероватно узроковане различитим садржајем масти. Када је у питању трогодишњи шаран, *Fajmonova et al.* (2003) нису запазили разлике међу половима када су у питању садржај масти и маснокиселински састав.

2.10.6. Гојазност

Варирање у количини масти има утицаја на маснокислеински састав, независно од врсте, расе и хранидбених фактора. Код доместификованих сисара, садржај SFA и MUFA се повећава брже са повећањем садржаја масти него што је то случај са садржајем PUFA (*De Smet et al.*, 2004). Ова појава је забележена код бикова (*Raes et al.*, 2003), свиња (*Riley et al.*, 2000) и оваца (*Nurnberg et al.*, 1998). Ефекат повећаног садржаја масти, тј. гојазности на маснокислеински састав може се објаснити у великој мери разликама у маснокислеинском

саставу главних липидних фракција и релативним учешћем ових фракција у укупним липидима. Фосфолипиди су посебно богати са PUFA, док триацилглицероли садрже много мању количину PUFA (De Smet et al., 2004).

Опадање нивоа PUFA са повећањем гојазности такође је запажено код неколико риблих врста: тарага (*Hypophthalmus* sp.) (Inhamuns et al., 2001) и калифорнијске пастрмке (Kiesling et al., 2001).

2.10.7. Утицај „чишћења“ гладовањем

Постоје поступци који се примењују на рибама пре убијања или испоруке на тржиште који се користе у циљу уклањања непријатних мириса које проузрокују модрозелене алге и елиминисања несварене хране из црева. Уобичајено је држање рибе у чистој води и гладовање у току неколико дана до неколико недеља. На овај начин се такође може унапредити нутритивни квалитет риба смањивањем количине масти и повећањем процента n-3 HUFA (Palmeri et al., 2008). Запажа се губитак телесне тежине код шарана после гладовања у циљу да се „очисти“ пре него што се понуди тржишту. Csengeri (1996) је испитивао утицај гладовања на садржај и састав масти. Запазио је да смањење нивоа олеинске киселине, како у мишићима, тако и у јетри, а са друге стране није долазило до промена количине PUFA. Такође је запазио зависност ефекта гладовања од претходне исхране. Дуготрајно гладовање након исхране шарана житарицама или само са природном храном је такође испитано (Vacha et al., 2007) и установљено је да је шаран који је пре гладовања дохрањиван житарицама имао виши садржај масти (>10%) у поређењу са шараном који је конзумирао само природну храну (1,8%). Највеће разлике у маснокиселинском саставу могу се запазити код риба са малим садржајем масти које се хране само са природном храном која је доступна у рибњаку, и углавном је уочено снижавање нивоа PUFA. Током чишћења долази и до смањења садржаја масти. Ово може бити позитивно код риба са прекомерним садржајем масти (>10%), што се често дешава уколико се производња одвија у земљаним рибњацима где је недовољна количина природне хране, а дохрањивање се врши са житарицама (Ćirković et al., 2012b). Са друге стране, превише низак садржај масти (<5 %) има негативан утицај на сензорне

карактеристике, а поред тога смањује и унос масних киселина приликом исхране таквом рибом. Поред тога, дужина чишћења требало би да буде ограничена и због економских разлога.

2.10.8. Старост рибе

Чињеница је да се подаци о хемијском саставу шарана битно разликују у радовима различитих аутора, а један од разлога је и што су анализама обухваћене различите старосне категорије шарана. *Ljubojević et al.* (2011) су извршили анализу меса једногодишњег, двогодишњег и трогодишњег шарана и установили да старост значајно утиче на хемијски састав меса, али у малој мери на маснокиселински састав меса испитаних риба. *Fauconneau et al.* (1995) су установили да је повећање масе шарана стимулисано повећаним уношењем хране, независно од старости рибе и да је уско повезано са повећањем садржаја масти, како у телу рибе, тако и у мишићном ткиву. Ова чињеница је веома битна у узгоју шарана, јер давање високо енергетске хране ради стимулације раста и скраћивања времена производње утиче на повећање садржаја масти, док садржај протеина у месу остаје константан (*Kaushik*, 1995).

2.11. Употреба уља биљног порекла у исхрани риба

Рибље уље садржи значајну количину ДНА и ЕРА. Рибље уље представља главни извор масти у исхрани риба, посебно када су у питању карниворе рибе и на храну за рибе отпада 87% укупне светске производње рибљег уља, одчега више од 66% користе салмонидне врсте риба, мада се не може занемарити ни учешће ципринидних и других топловодних врста риба, с обзиром на њихово учешће у укупној светској рибарској производњи (*Tacon and Metian*, 2008). Када се врши суплементација са биљним уљима, кључно је да добијена смеша нема негативан утицај на брзину прираста риба или ефикасност искоришћавања хране и да су резултати упоредиви са онима добијеним при исхраном са смешама у којима је главни извор масних киселина рибље уље (*Izquierdo et*

al., 2003). Потребне за n-6 масним киселинама могу се задовољити линолном киселином која је веома заступљена у готово свим компонентана које се користе у припреми хране за рибе.

Храна за рибе захтева посебне услове складиштења током транспорта а исто и током чувања на рибњаку, па се јавља потреба за додавање више антиоксиданаса у храну која садржи рибље уље (*Watanabe, 2002*). Неки од алтернативних извора масти, у које спадају палмино уље, сојино уље, уље уљане репице су мање подложна процесу оксидације и мала количина антиоксиданаса је потребна у оваквим смешама. Поред тога, многа уља биљног порекла садрже природне антиоксидансе, као што су витамин Е и каротеноиди (*Ng et al., 2007*). Генерално, морске рибе и карниворе врсте које живе у хладним водама имају потребе за есенцијалним n-3 масним киселинама, док слатководне врсте које живе у топлим водама имају потребу и за n-3 и за n-6 масним киселинама (*Sargent et al., 2002*). Резултати истраживања укључивања уља биљног порекла у храну за лососа су показали да чак долази и до побољшања перформанси раста (*Torstensen et al., 2005*), захваљујући већој сварљивости уља биљног порекла и самим тим бољем искоришћавању уља из хране за производњу енергије код испитиваних риба. Према резултатима истраживања *Ng et al. (2003)* брзина пораста афричког сома (*Clarias gariepinus*) храњеног храном са додатком палминог уља је била значајно већа у односу на групу у којој је извор масти било рибље уље. Ови аутори претпостављају да је висок удео n-3 PUFA у храни са додатком рибљег уља одговоран за смањивање брзине пораста код ове врсте. У истраживању *Radunz-Neto et al. (1994)* веома низак садржај n-3 масних киселина у храни за ларве шарана (уље кикирикија као извор масти) није значајно утицао на параметре раста у односу на групу која је добијала храну са додатком уља добијеног од јетре бакалара. Код млађи шарана која је храњена смешама са додатком 10% кукурузног уља, уља соје, уља уљане репице или рибљег уља није било значајних разлика у параметрима раста и конверзији хране (*Steffens et al., 1995*). Висок ниво n-3 PUFA у храни је повезан са ретардацијом раста тилапије (*Ng et al., 2001*) и амура (*Du et al., 2008*). Уља која су испитивана у огледу *Zakeš et al. (2010b)* (уље уљане репице, сојино и сунцокретово уље; око 84% укупних масти у храни) нису имала значајног утицаја нити на брзину прираста млађи смуђа нити на вредност конверзије (FCR). Вредности ових параметара у

групама које су добијале храну обogaћену биљним уљима биле су сличне истим код риба које су храњене комерцијалним смешама у којој је главни извор масти било рибље уље, а део масти је био и из рибљег брашна. У већини истраживања замена рибљег уља алтернативним изворима масти није дошло до утицаја на конзумацију хране, што указује да липидна фракција хране има мало утицаја на палатабилност. Истраживања која су спроведена до данас указују да, када се подмире нутритивне потребе за есенцијалним масним киселинама омниворе врсте као што је шаран, али и друге врсте риба, употреба уља биљног порекла у храни за ове врсте не утиче на перформансе раста нити на искористљивост хране.

Релативно ниске потребе за n-3 масним киселинама шаранских врста риба су удружене са ниским потребама када је маст у храни у питању (*Du et al.*, 2005, 2008) и то су позитивни индикатори за успешну замену рибљег уља са алтернативним изворима масти у храни за шаранске врсте риба, првенствено због релативно ниског садржаја n-3 масних киселина у храни за ове врсте (*Radunz-Neto et al.*, 1994).

2.11.1. Изазови и ограничења приликом употребе уља биљног порекла

Свака промена у храни за рибе која се односи на употребу алтернативних компоненти биљног порекла мора прво осигурати да нормалан раст рибе не буде доведен у питање. Када се узме у обзир да трошкови за храну учествују са 40-60% у укупним трошковима при интензивном гајењу, јасно је да се мора избећи сваки негативни ефекат на искоришћавање хране. Када се бира потенцијално биљно уље за замену рибљег уља у храни за рибе, мора се размотрити његов маснокиселински састав. Доказано је да је дигестија и апсорпција SFA и MUFA нижа у односу на PUFA код риба (*Torstensen et al.*, 2000; *Ng et al.*, 2004; *Francis et al.*, 2007). Стога, биљно уље које је подесно да буде алтернатива рибљем уљу би требало да садржи висок садржај SFA и MUFA које би биле искоришћене као извор енергије и низак садржај линолне киселине, јер се ова киселина слабо оксидује и тешко ју је уклонити из ткива коришћењем финишера. Поред тога, замена рибљег уља са уљима биљног порекла представља изазов због чињеница да уља биљног

порекла не садрже n-3 HUFA које су присутне у значајној количини у рибљем уљу (*Sargent et al.*, 2002). Садржај n-3 HUFA у рибљем уљу је око 20-30% од укупних масти, док биљна уља садрже само умерен ниво C18 PUFA, 18:3n-3. Поред тога, рибља уља садрже низак проценат n-6 PUFA док су уља биљног порекла углавном богата овим C18 PUFA (*NRC,1993;Hardy et al.,2001*). Маснокиселински састав ткива риба одсликава маснокиселински састав хране (*Sargent et al.*, 2002). Замена рибљег уља са уљима биљног порекла доводи до смањења садржаја ЕРА,ДНА и односа n-3/n-6, што има директне последице на нутритивни квалитет финалног производа (*Bell et al.*, 2001; *Bell et al.*, 2003). Ово је важно са становишта потрошача, пошто се висок садржај ЕРА и ДНА и висок однос n-3/n-6 повезује са бројним повољним ефектима на здравље људи и свако смањивање ових HUFA код риба из аквакултуре сматра се непожељним (*Simopoulos*, 2002). Замена рибљег уља са уљима биљног порекла требала би бити таква да се што више смањи катаболизам ЕРА и ДНА и избегне сувишно нагомилавање 18:2n-6(*Bell et al.*, 2001; *Sargent et al.*, 2002). Смањивање ЕРА и ДНА, али и 20:1n-9 и 22:1n-11 може утицати на задржавање уља у адипоцитима у ткиву и последично утицати на физичкохемијске карактеристике током складиштења и припреме, утичући на квалитет финалног производа (*Sargent et al.*, 2002).

2.11.2. Уље уљане репице

Уље уљане репице се добија екстракцијом из уљане репице (*Brassica napus* – породица *Brassicaceae*), уљарице која садржи 40-50% уља и користи се у производњи хране за животиње. Уље уљане репице је треће уље биљног порекла по заступљености у светској производњи одмах иза сојиног и палминог уља (*FAO*, 2013). Сматра се да је уље уљане репице добра замена за рибље уље у храни за рибе, због своје распрострањености, цене и нутритивних својстава, иако се маснокиселински састав значајно разликује у односу на рибље уље. Садржи умерен ниво линолне и алфа-линолеинске киселине у односу 2:1 па би требало да доведе до умерене депозиције ових масних киселина у ткиву и претпоставља се да би могло повећати конверзију C18:3n-3 до C20:5n-3 и C22:6n-3. Уље уљане репице садржи висок ниво MUFA, посебно олеинске киселине, која је погодна материја за производњу енергије и последично, претпоставља се да неће доћи до смањења

перформанси раста (*Bell et al.*, 2001; *Sargent et al.*, 2002). Ово уље је успешно употребљено у више истраживања, која су углавном вршена на лососу, као замена за рибље уље и до 100%, било као само или у мешавини са другим уљима биљног порекла, укључујући ланено уље, уље кикирикија, маслиново уље, сојино, сунцокретово и друга. Учешће уља уљане репице као извора масти и до 100% није показало негативне ефекте на перформансе раста и конверзију и искоришћавање хране, а корелација између маснокиселинског састава хране и ткива, упркос ендегеној десатурацији и елонгацији С18 масних киселина до HUFА је повећана при употреби уља уљане репице у исхрани салмонида и ципринида (*Karalazos et al.*, 2007; 2011; *Sun et al.*, 2011). Уљана репица има вишеструку намену и служи за исхрану људи, животиња и као индустријска биљка. Након екстракције уља остаје сачма чијом се даљом прерадом добијају погаче које се користе у исхрани домаћих животиња, како преживара тако и непреживара. У исхрани животиња се у одређеној сразмери може користити и цело семе или сирово уље као енергетска компонента. Негативна страна је што може имати релативно висок садржај еруичне (ерука, 22:1n-9) киселине (40-50%), али је селекцијом њен садржај значајно смањен у сортама које се гаје за исхрану људи и животиња (*Beare-Rogers*, 1988). Старије сорте су садржале и до 400 $\mu\text{mol g}^{-1}$ глукозинолата, а код нових сорти је количина глукозинолата око 150 $\mu\text{mol g}^{-1}$, што је и даље био ограничавајући фактор њене шире употребе у храни за животиње. Негативни утицаји глукозинолата на животиње су повезани са њиховом концентрацијом у храни. Изотиоцијанати су одговорни за горчину, док нитрили имају негативан утицај на здравље (*Tanii et al.*, 2004). Тиоцијанати, тиоуреа и оксазолидон могу утицати на смањење доступности јода штитној жлезди и утицати на њену функцију (*Wallig et al.*, 2002). Метаболити глукозинолата могу довести до гушавости (*Tripathi et al.*, 2001) и нефротоксичности (*Tanii et al.*, 2004). Животиње нерадо узимају храну која садржи гликозинолате због присуства синигрина и прогоитрина, глукозинолата од којих потиче горак укус хране (*Geurden et al.*, 2007).

Уље уљане репице се сматра једним од најбољих алтернатива рибљем уљу као извору масти у храни за рибе са нутритивне тачке гледишта, али и са тачке гледишта његове палатабилности за рибе (*Geurden et al.*, 2007).

2.12. Екструдирање као битан технолошки поступак у производњи хране за шарана

У модерној аквакултури се подразумева да, када је храна за рибе у питању, она мора бити формулисана тако да обезбеди оптималну комбинацију храњивих састојака и адекватан садржај енергије за сваку врсту и категорију риба у складу са њиховим физиолошким потребама и условима гајења, водећи истовремено рачуна и о економичности производње такве хране, посебно када се узме у разматрање да трошкови исхране чине 50-60% укупних трошкова у производњи рибе. Повећање сварљивости и усвајања хране, уз смањење количина неконзумиране хране у значајној мери утиче на смањење загађења воде и у условима интензивније производње риба. Поред познавања нутритивних потреба риба и коришћења адекватних хранива, производња висококвалитетне хране за рибе је неизводљива без употребе најсавременијих технолошких поступака. У Републици Србији постоји неколико фабрика за производњу хране за животиње које су последњих година опремљене најсавременијим екструдерима и другом пратећом опремом за производњу хране за рибе, тако да су створени предуслови за производњу висококвалитетне хране за рибе, која задовољава нутритивне потребе риба и при интензивнијој производњи.

Технологија екстудирања се користи у индустрији хране за животиње више од једног века (*Hardy and Barrows, 2002*). Екструзионо кување се спроводи коришћењем комбинације влаге, притиска, температуре и механичке силе (*Barrows and Hardy, 2000*). Процес екстудирања се користи како би ова протеинска хранива биљног порекла била погоднија за исхрану животиња јер се тим процесом постиже денатурација термолабилних антинутритивних фактора, што доводи до побољшања сварљивости нутритивних материја, палатабилности, постојаности пелета, стабилности воде, као и продужења рока трајања и могућег времена складиштења пелета (*Barrows and Hardy, 2000*).

Основна предност екстудирања у односу на остале процесе производње хране за животиње је краткотрајно третирање материјала при високим температурама, услед чега је деградација нутритивних материја сведена на минимум (*Barrows and Hardy, 2000*). Правилан избор параметара екстудирања је од изузетног значаја, јер утиче на нутритивне

карактеристике екструдата. Брзина раста шарана је смањена када се храни храном која је садржала сојину сачму која је обрађена на нижој температури од потребне (*Viola et al.*, 1983). *Viola et al.* (1983) су закључили да сојина сачма која је обрађена на превисокој температури може имати недовољну количину лизина због његове смањене расположивости повезане са Маилардовом реакцијом. Пожељни ефекти термичке обраде сојине сачме на прираст, конзумацију хране и ефикасност хране су запажени код америчког сомића (*Peres et al.*, 2003). Због свега наведеног, очекивано је и побољшање перформанси раста и ефикасности искоришћавања хране.

2.13. Утицај извора масти на здравствено стање риба

Маснокиселински састав хране утиче на састав масти у крвној плазми и заступљеност одређених класа липоротеина код сисара (*Chang et al.*, 2005), а исто је доказано и када је лосос у питању (*Torstensen et al.*, 2000; 2004). Доказано је да учешће биљних уља у исхрани пастрмке смањује количину холестерола у крви и ниво LDL холестерола у крвној плазми (*Richard et al.*, 2006). Мало се зна о ефектима биљних стерола који су присутни у уљу уљане репице. Ово уље садржи биоактивна липидна једињења, као што је фитостерол која би могла имати важан утицај на метаболизам риба. Иако се фитостерол апсорбује у малим количинама, може се такмичити са холестеролом за места везивања за ћелије, што доводи до смањења нивоа холестерола (*Ostlund*, 2004).

Ефекат фитостерола на снижавање садржаја холестерола је запажен код бакалара (*Gadus morhua* L.) који је храњен храном у коју је додато сојино уље (*Pickova and Morkore*, 2007). У истраживању *Todorčević et al.* (2008) је показано да ЕРА и ДНА значајно снижавају накупљање TAG и повећавају ниво β -оксидације масних киселина у адипоцитима лососа у поређењу са олеинском киселином. Повећање нивоа n-3 HUFAs у храни је довело до мањег процента масти у белом адипозном ткиву лососа (*Todorčević et al.*, 2009), што је у сагласности са запажањима која су добијена у испитивањима *in vitro* (*Todorčević et al.*, 2008). Доказано је да сувише високи нивои ЕРА и ДНА у храни индукују оксидативни стрес и апоптозу у висцералном масном ткиву лососа (*Todorčević et al.*, 2009). У неким истраживањима је приказано да висок садржај HUFA у храни

повећава осетљивост за пероксидацију масних киселина у различитим ткивима риба (Tocher *et al.*, 2002; Tocher *et al.*, 2003). Липиди риба су више високонезасићени у односу на липиде сисара (Abele and Puntarulo, 2004), због чега су рибе склоније пероксидацији масних киселина. Тако, *in vivo* пероксидација масти проузрокована кисеоничним радикалима може узроковати неколико болести риба, као што је облик жутице (Sakai *et al.*, 1989) и нутритивна мишићна дистрофија (Murai and Andrews, 1974).

2.14. Ефекат уштеде протеина у храни за рибе

Ефекат уштеде протеина је укратко појава да се што више доступних протеина из хране искористи од стране рибе за конверзију у протеине мишића, а не за производњу енергије. Са једне стране, салмониде могу веома ефикасно искоришћавати висок ниво масти у храни, што омогућава уштеду протеина и последично побољшање перформанси раста, што није случај са ципринидама које не толеришу висок ниво масти у храни (Bendiksen *et al.*, 2003; Du *et al.*, 2005; 2006; 2008), али могу ефикасно искоришћавати угљене хидрате. Традиционално, храна за интензивно гајење риба садржи висок ниво протеина углавном из рибљег брашна. Међутим за произвођаче хране за животиње је круцијално да употреба протеина буде оптимална и да се искористљивост протеина у храни за рибе што више повећа. Неколико испитивања је спроведено везано за коришћење хране са ниским садржајем масти и високим садржајем масти у храни лососа и на овај начин су добијени резултати који обећавају у смислу добрих производних параметара и уштеде протеина, иако је дошло до прекомерног нагомилавања масти у месо риба као нуспојаве приликом исхране са храном са превише масти (Bendiksen *et al.*, 2003; Solberg, 2004). Код ципринида се у ову сврху користе угљени хидрати, због наведене чињенице да немају капацитете за искоришћавање већих количина масти, али зато имају способност да искоришћавају угљене хидрате. Шаран може ефикасно искоришћавати угљене хидрате и на тај начин се може постићи ефекат уштеде протеина, а може чак доћи и до повећања перформанси раста (Steffens, 1996; Cho *et al.*, 2001). Делимично смањење протеина путем смањивања количине рибљег брашна алтернативним енергетским компонентама доводи до

мање зависности од увоза, смањује цене хране за рибе, па последично и цену рибе, а поред тога смањује и оптерећење животне средине (*Halver and Hardy, 2002*).

Ниво протеина који се користи у комерцијалним смешама за исхрану шарана веома варира и креће се до 20 до чак 50% (*Cho et al., 2001*). Овако велике варијације могу бити последица више фактора, као што су варијабилност квалитета протеина и промене у њиховој сварљивости, однос енергије и протеина у храни, количина природне хране у случају када се шаран гаји у полуинтензивном систему, величине и старости гајених риба и учесталости храњења. У истраживању *Cho et al. (2001)* прираст шарана је линеарно опадао са порастом нивоа протеина у храни.

Steffens (1996) указује да је повећање енергије у храни могућа стратегија за уштеду протеина и ограничавање продукције амонијака у случају различитих рибљих врста, укључујући и шарана.

2.15. Кавезни систем производње шарана

Кавезни систем гајења шарана представља посебну врсту интензивне производње. Одликује се малим почетним улагањима у изградњу и постављање кавеза, не захтева значајно ангажовање радне снаге и обезбеђује велику производњу по јединици запремине. Модерни кавези се праве од синтетичких полимера и метала, морају бити сигурни, како би издржали снагу ветрова, притисак воде и таласа и истовремено лаки за руковање. Избор локације је од великог значаја јер утиче на економску одрживост, производњу и морталитет шарана. Постоје три категорије критеријума за одабир локације за кавезни узгој које треба размотрити (*Bogut et al, 2007*). Прва се односи на физичко-хемијске параметре у које спадају температура воде, концентрација раствореног кисеоника, струјање воде, загађење и цветање алги. Друга обухвата факторе који се односе на избор локације уважавајући временске прилике, заклон, водене струје и степен замућења. Трећа категорија критеријума односи се на профитабилност и обухвата законске аспекте, приступачност објекта, саме објекте, сигурност, економске и социјалне услове. Уз одабир локације потребно је размотрити облик и величину кавеза и дубину воде на месту на коме се кавез поставља. Уз поштовање начела добре произвођачке праксе, квалитетну воду и

оптимално избалансирану храну примерену старосној категорији узгајаног шарана, очекивани морталитет је 1-5%. Међутим, у односу на друге узгојне системе, утврђено је да у кавезном систему морбидитет и морталитет могу значајно варирати и у случају одступања вредности параметара квалитета воде од оптималних, губици могу наступити брзо и бити изузетно велики (Orajić et al, 2007).

Недостатак кавезног система гајења огледа се у олакшаној трансмисији болести и загађењу воденог екосистема у коме ја кавезни систем постављен, што се може спречити увођењем заштитних система. У кавезном систему гајења риба природна храна која је доступна у рибњацима и од великог је значаја приликом традиционалног начина производње шарана у полуинтензивном систему производње у земљаним рибњацима, губи свој значај. Стога, поред хидроколошких параметара, генетике и патологије, састав хране за рибе постаје веома значајан у интензивном систему гајења риба. У циљу да се одржи добро здравствено стање, висок прираст и фертилитет, рибе треба да добијају храну која је добро избалансирана у погледу састава протеина (амино киселине), масти (масне киселине), витамина и минерала. Поред тога, храна за рибе треба да буде укусна и безбедна за здравље риба. Економски чиниоци такође треба да буду узети у обзир, пошто су трошкови за храну значајни у укупној цени коштања производње у кавезним системима. Многи здравствени и репродуктивни поремећаји настају као последица грешака у исхрани и недостатка појединих храњивих материја.

У интензивној производњи, рибе се држе у кавезима током фазе раста и могућности њиховог кретања зависе од технологије на рибњаку. Међутим, могућност кретања је веома мала у већини случајева, што може водити ка слабљењу кардиореспираторних функција и кондиције, а поред тога и до сувишног нагомилавања масти у масном ткиву.

2.16. Утицај хране за рибе на животну средину

Последњих година, повећана пажња је посвећена чињеници да се на рибњацима ствара велика количина азота, фосфора и органских материја у води. Нутријенти који узрокују еутрофикацију воде могу долазити или директно из хране или су екскременти риба (Watanabe et al., 1999). Најједноставнији пут да се редукује унос таквих супстанци у

воду је да се припреми храна која је довољно стабилна у води и садржи нутритивне компоненте које рибе могу максимално искористити (*Cho and Bureau, 2001*). Физичке карактеристике хране која се употребљава у гајењу риба има фундаментални значај на степен загађења воде у рибњаку након производње. Смањивање нивоа загађења које се јавља у интензивном гајењу је могуће употребом избалансираних смеша које омогућавају максималну искоришћеност компоненти из хране, посебно фосфора и азота, који су елементи који стимулишу еутрофикацију до највишег степена. У случају фосфора, ово се може постићи избором сирових компоненти за производњу хране која садржи фосфор који је високо биоискористив, или додавањем у храну ензима, као што је фитаза која ослобађа фосфор из фитинске киселине (*Nwanna et al., 2007*). Редукција оптерећења азотом у води после производње је могућа са применом компоненти које садрже високо сварљиве протеине и смеша са избалансираним садржајем енергије у односу на количину протеина (*Jahan et al., 2003*).

2.17. Утицај система гајења и различитих врста уља у смеси на квалитет меса трогодишњег лињака

Лињак је бентофага омнивора ципринидна врста која стиче све већу популарност на европском тржишту. Последњих неколико година постоји видљив интерес за увођење ове врсте у рибарску производњу у Србији, која је била једна од најзаступљенијих врста 1960их, али је готово нестала због губитка природних станишта и имплементације алохтоних врста риба (*Lenhardt et al., 2011*).

Дугогодишње „занемаривање“ лињака довело је и до тога да не постоји комерцијална храна која би задовољавала потребе ове врсте и употреба смеша намењених другим врстама риба не доводи увек до добрих производних резултата (*Quirós et al., 2003*). Као резултат растућег интересовања за лињака појављује се и пораст истраживања везаних за нутритивне потребе ове врсте. Експерименти су спроведени у атмосферским условима у земљаним рибњацима (*Jankowska et al., 2006; Steffens and Wirth, 2007*). Поред тога, истраживања у затвораним рецикулационим системима су извршена са циљем да се утврди извор масти који би имао најбољи утицај на производне перформансе и хемијски и

маснокиселински састав меса лињака (*Turchini et al.*, 2007; *Zakeš et al.*, 2010a). Цена рибљег брашна и рибљег уља на светском тржишту континуирано расте, што доводи у питање одрживост њихове употребе као компоненте у храни за рибе (*Tacon and Metian*, 2008). Ни рибље брашно, ни рибље уље се не производе у Србији, па увоз ових компоненти повећава трошкове производње, што представља озбиљан проблем и оптерећује рибарску производњу; стога је неопходно пронаћи и обезбедити алтернативне компоненте које ће задовољити потребе лињака. Планктон и бентос имају висок садржај n-3 PUFA, укључујући EPA и DHA (*Mráz et al.*, 2012). Постављена је хипотеза да природна храна у рибњаку у овом истраживању може бити извор есенцијалних масних киселина за лињака и да ова врста може бити успешно гајена са смешом која би била састављена од компоненти биљног порекла.

Ljubojević et al. (рад у фази рецензије) су утврдили производне параметре и хемијски састав филета лињака гајеног у два система: екстензивном, базираном на исхрани само са природном храном доступном у рибњаку и полуинтензивном, базираном на употреби природне хране уз додавање екструдираних хране обогаћене са различитим врстама уља: рибљим, репичиним, сојиним или ланеним уљем.

2.18. Предности коришћења ћелијских култура за испитивање компоненти хране

Шаран је економски најважнија риба у Србији и најзаступљенија је у рибарској производњи. Повећано накопљање масти у телу шарана из узгоја у последњој деценији као резултат нагле интензификације производње, али и грешака у технологији исхране и гајења (Ćirković *et al.*, 2012b) утиче на раст риба, а посебно на смањивање квалитета овако добијеног меса риба. Повећан проценат масног ткива утиче на смањење рандмана шарана (Љубојевић *et al.*, 2012b), што свакако утиче и на смањење економичности производње и стварања предрасуда о шарану као масној риби. Није познато и интензивно се трага за решењем које би омогућило да се ове негативне појаве избегну. Када се све наведено узме у обзир намеће се потреба за проналажењем методе која ће омогућити разумевање фактора који утичу на прекомерно нагомилавање масти, како би се примениле одговарајуће превентивне мере. Todorčević *et al.* (2010) су показали да масне киселине присутне у рибљем уљу значајно утичу на смањивање акумулације масти и повећавају β -оксидацију у примарној ћелијској култури адипоциталососа у поређењу са масним киселинама којим су богате компоненте биљног порекла, посебно уље уљане репице. Резултати који су добијени у наведеном огледу указују на значај *in vitro* ћелијске културе адипоцита у истраживањима утицаја различитих хранива на биохемијске процесе у организму риба.

Показано је да коришћење *in vitro* система представља велики потенцијал и помоћни метод за тестирање нових компоненти које би биле коришћене за прављење комплетних смеша, али и оних које се већ користе и омогућава разумевање основних биолошких, али и ћелијских и молекуларних процеса код риба. Схватање ових процеса олакшава разумевање хранидбених потреба код различитих врста и категорија риба, а и омогућава превенцију нутритивних поремећаја. Употреба ћелијских култура омогућава проучавање утицаја појединачних фактора, али и комбинацију два или више фактора и њихов утицај на биохемијске процесе и гене, као и њихову инетракцију, што није могуће истражити на нивоу организма. Поред тога проучавање организма као целине је јако сложено, јер су многи биохемијски процеси који се у њему одвијају под утицајем пола,

здравственог стања јединке, исхране, генетике, те је на овај начин лакше симулисати процесе који се одигравају као последица исхране различитим хранивима.

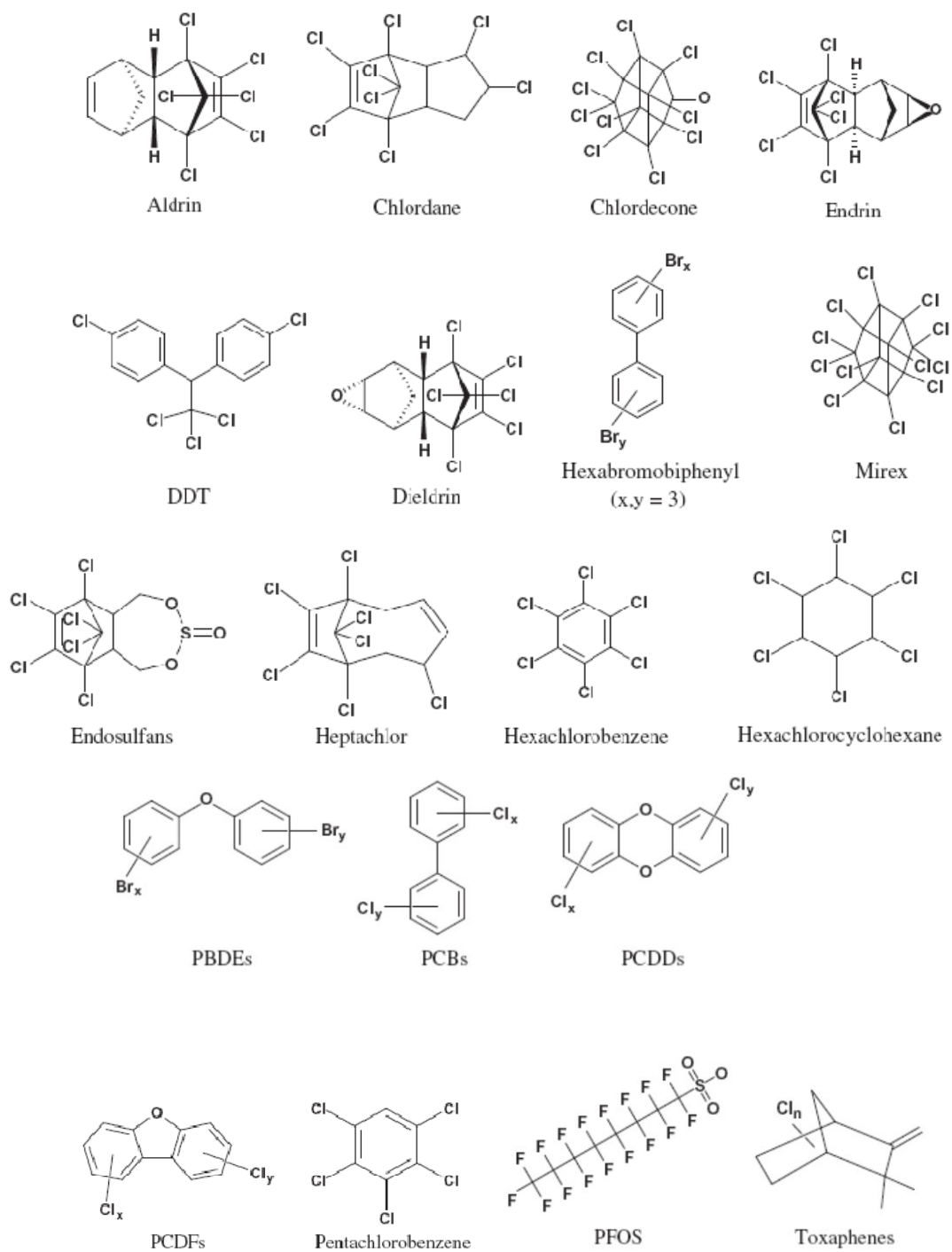
Прву бесмртну ћелијску линију преадипоцита су успоставили *Green and Meuth* (1974) и *Green and Kehinde* (1975). Овакве и сличне ћелијске линије обезбеђују вредне податке на пољу истраживања биологије адипоцита. Већина биолошких огледа је изведена са континуираним ћелијским линијама, пошто су оне доступне већ припремљене што олакшава лабораторијски рад. Континуиране ћелијске линије представљају хомогену ћелијску популацију и могу се држати у култури неограничено. Међутим, овакве ћелијске линије се могу разликовати од ћелија *in vivo* у веома важним погледима.

Ћелије од којих се ствара култура директно из животињског ткива су познате као „примарне ћелије“. Потпуно диференциране примарне ћелије могу се чувати у култури у кратком временском периоду, имају ограничен животни век од неколико дана или недеља, док се неспецијализоване примарне стем ћелије могу дуже држати у култури. Функција и развој примарних ћелија у култури обезбеђује много релевантнији модел *in vivo* дешавањима у односу на континуиране ћелијске линије. У сваком случају, рад са примарним ћелијама у култури носи велики број изазова, укључујући захтеве за јединственим ћелијским додацима и специфичне услове раста.

Истраживањем доступне литературе, нису пронађени подаци везани за културу ћелија изолованих из масног ткива шарана. Циљ рада је био да се успостави нови модел ћелијске културе адипоцита шарана и да се испита капацитет преадипоцита за пролиферацију и диференцијацију *in vitro*. Успостављање овакве ћелијске културе представља важан инструмент за даље испитивање липогенезе и утицаја различитих компоненти у исхрани на биохемијске процесе код шарана.

2.19. Перзистентни органски загађивачи и значај рибе као биоиндикатора загађења животне средине

Перзистентни органски загађивачи (POPs), као што су пестициди, полибромовани дифенил етри (polybrominated diphenyl ethers, PBDE), полихлоровани бифенили (polychlorinated biphenyls, PCB), диоксини и други (Слика 2.23.1.) из животне средине могу доспети у рибњаке, а посредно контаминирати и месо рибе (Cole et al., 2009). Органохлорни пестициди и полихлоровани бифенили имају велики афинитет према мастима, високу хемијску стабилност, слабу испарљивост и велику способност акумулације и биомагнификације у ланцу исхране; доводе до репродуктивне дисфункције, слабљења имунитета, повећања инциденце различитих облика канцера и низа других токсичних ефеката код људи (Jepson et al., 2005; Ylitalo et al., 2005). Неправилна употреба и складиштење, као и незгоде које се догоде у индустрији, липосолубилност и сколност PCBs да се таложи у ткивима животиња доводи до њиховог ширења у животној средини често и на велике удаљености (Smith and Gangolli, 2002). Акумулација PCBs у ткивима риба зависи од њихове концентрације у води, животног века рибе, њене старости и количине масти у телу рибе (Bordajandi et al., 2006). Седимент представља средину у којој су поменути загађивачи најчешће присутни и директан трансфер полутаната из седимента у водену средину и акватичне организме је главни начин контаминације водених организама (Zoumis et al., 2001), што значи да се стање екосистема, тј. воде и пре свега седимента директно одражава на квалитет и безбедност рибљег меса. Постоји могућност мобилизације загађивача из екосистема, пре свега токсичних елемената у месо и органе риба (Balter and Lecuyer, 2010), који у рибњак могу да доспеју као последица загађења непосредног окружења. Степен контаминације изловљене рибе из неког екосистема индиректно може да послужи као биоиндикатор степена контаминације тог екосистема (Jankovic et al., 2011).



Слика 2.19.1. Хемијске структуре перзистентних органских загађивача

Особине POPs-а, биоакмулација, биомагнификација (активна или пасивна акумулација загађивача у неком билошком систему изнад концентрација присутних у околини) и перзистентност, односно отпорност на фотолитичку, биолошку и хемијску деградацију, обезбеђују њихову широку распрострањеност у воденом екосистему, чак и у оним регијама у којима никада нису били коришћени или злоупотребом одложени (POPs хемикалије окарактерисане су као убиквитарне класа једињења која се могу свуда наћи). Треба истаћи и чињеницу да замена рибљег уља уљима биљног порекла у смешама за исхрану риба доказано води ка смањивању нивоа POPs у храни за рибе и последично у месу риба из оваковог узгоја (*Bell et al., 2005; Berntssen et al., 2005*).

Постоје бројни извештаји о дозвољеним нивоима ових контаминената у рибљем уљу и рибљем брашну и бројне законске регулативе организација као што су Комисија Европске Уније и Светска здравствена организација (WHO) које прописују и дозвољене количине контаминената у масним рибама имајући у виду њихов потенцијални утицај на здравље потрошача (*Bell et al., 2005; Bethune et al., 2006; Mozaffarian and Rimm, 2006*).

2.20. Рандман ципринидних врста риба

Рандман риба је параметар који је неопходан при свим технолошким операцијама везаним за прераду рибе. Од њега директно зависи економичност производње и неоправдано је веома мало заступљен као параметар у истраживањима. Прерађивачка индустрија риба у Србији је прилично неразвијена, јер је дужи низ година било недовољно сировина и сва произведена риба је продавана у свежем облику (*Ćirković et al., 2002*). Такође, постојећи подаци о рандману риба у литератури нису систематизовани, јер се ретко када дефинише старосна категорија, начин гајења и исхране конзуминих риба.

Обрада рибе омогућује продају исте не само у традиционалним рибарницама, него и у свим осталим продавницама хране. Захтеви савременог тржишта су све више усмерени ка обрађеној риби, посебно филетима. Уклањањем коже и одстрањивањем унутрашњих органа и интермускуларних костију, филети шарана, а и осталих ципринида, који се гаје у поликултури са шараном, постају високовредни оброци који се лако и брзо спремају. Тако је, након одговарајуће обраде потражња за комерцијално мање вредним ципринидама, пре

свега толстолобиком, значајно повећана у Сједињеним Америчким Државама (*Thomas and Engle, 1993*).

Иако је опште познато да рандман представља масу очишћене рибе у односу на живу рибу, постоји више различитих детаљних описа овог појма. Отпад може да садржи све заједно или само неке од следећих делова: глава, крљушти, кожа, црева, гонаде и пераја. Шаран је значајно променио своје морфолошке одлике током процеса доместикације. Тако се облик тела, покривеност крљуштима, величина уста и дужина црева рибњачког шарана значајно разликује од истих особина код дивљег шарана (*Balon, 1995*). Мање крљушти, као и краћа црева доприносе да се смањи количина отпада, па самим тим и побољша рандман. Рандман се исказује као однос примарно обрађеног трупа у односу на масу трупа живе рибе. Однос јестивог и нејестивог дела трупа рибе може значајно да варира у зависности о врсте, а затим масе и величине рибе, сезоне улова (*Baltić and Teodorović, 1997*). Рандман риба значајно је повољнији од истог код осталих животиња (*Ćirković et al., 2002*).

Основни циљ истраживања *Ljubojević et al. (2012b)* је био добијање података о рандману свих категорија конзумних ципринидних риба. Врста рибе, старосна категорија, систем гајења и начин исхране показали су значајан утицај на рандман.

У раду *Aleksić-Agelidis et al. (2013)* приказани су резултати анализа рандмана шарана из кавезног система гајења, при чему је рандман одређен као однос масе целе рибе и масе трупа без главе, крљушти, пераја и унутрашњих органа. Ови резултати могу бити од помоћи у прављењу стратегије за одабир сировина за потребе прерађивачке индустрије.

2.21. Производи од меса ципринидних врста риба

Потрошња рибљег меса је у сталном порасту у свету, првенствено због чињенице да се све више препоручује као битан састојак у здравој исхрани. Према најновијим подацима *FAO (2012)*, Република Србија спада у земље у којима је просечна конзумација рибе 5-10 kg по становнику годишње, што је значајно испод европског и светског просека. Као разлоге за овакво стање *Baltić et al. (2009)* наводе слабу куповну моћ становништва, али и слабу и незразноврсну понуду рибе и производа од меса рибе на домаћем тржишту. Треба

напоменути и да је прерађивачка индустрија у овом сектору још увек недовољно развијена. Обрада рибе и развијање нових нових производа од рибе као сировине омогућује продају рибе не само у традиционалним рибарницама, него и у свим осталим продавницама робе широке потрошње. Месо рибе се разликује од меса сисара када су у питању технолошки поступци прераде, као и чување и складиштење. Приликом прераде рибе, потребно је добро познавати састав и особине меса сирове рибе, како би се применио најпогоднији технолошки поступак и како би се производни процес прилагодио појединим врстама рибе. Млевено рибље месо и сурими се користе као сировина за производњу фино уситњенихбарених кобасица, посебно у земљама Азије (Konno, 2005).

Изглед, боја, текстура, мирис и укус рибљих кобасица представљају најбитније сензорне карактеристике и на овим својствима се заснива њихов квалитет. Са аспекта безбедности потрошача, веома је важно утврдити микробиолошки статус добијеног производа. Хемијски састав представља битан показатељ нутритивног квалитета добијене намирнице, као и проверу да ли је производ у складу са Правилником (Правилник о квалитету и другим захтевима за рибе, ракове, шкољкаше, морске јежеве, морске краставце, жабе, корњаче, пужеве и њихове производе, 2003).

Према доступној литератури у Републици Србији, није вршено испитивање ове врсте производа. Стога је циљ истраживања Okanović et al. (2013a; 2013b) да се прикаже како поступак производње кобасица од меса ципринидних врста, тако и да се утврде сензорне, микробиолошке и хемијске карактеристике добијених производа.

2.22. Потенцијал слатководних риба

Компоненте добијене прерадом рибе, као што су рибље брашно и рибље уље су скупе, а и постају дефицитарне (Tacon and Metian, 2008), стога постоји растућа потреба у земљама Европске уније за врстама риба које нису у великој мери зависне од ових састојака и које би били извори масних киселина карактеристичних за месо риба, тако што врше конверзију краћих n-3 масних киселина које се налазе у уљима биљног порекла. Слатководне врсте риба су ресурс који би требало размотрити и технологија исхране

шарана, сома и других слатководних врста се развија у правцу оптимизације садржаја PUFA у месу ових врста. Нутриционисти као и одгајивачи риба су у потрази за алтернативним компонентама и могуће је и повећање гајења риба на нижем трофичком нивоу, као што су циприниде, које ефикасније искоришћавају рибље брашно и рибље уље (*Sargent et al.*, 2002). Познато је да уколико им се обезбеде есенцијалне масне киселине, многе врсте риба се могу успешно гајити уз употребу хране која садржи биљно уље или масти пореклом од домаћих животиња (*Sargent et al.*, 2002).

3. РАДНА ХИПОТЕЗА, ЦИЉ И ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА

3.1. Радна Хипотеза

Месо риба се сматра веома битним састојком здраве исхране људи. Препоручује се његово редовно конзумирање како код здравих особа у циљу превенције могућих оболења, а исто тако и код болесних људи као могућност санирања постојећег стања. Такође се сматра да је посебно битно у исхрани посебних група, у које спадају деца, труднице, доиле и стара лица. Због свега наведеног је потребно вршити сталну евалуацију квалитета меса риба. Већина савремених истраживања се врши на салмонидним врстама, док су ципринидне врсте, и поред тога што су најзаступљенија група гајених риба у светској аквакултури, неоправдано запостављене. Постоје индикације да многи фактори утичу на квалитет меса риба, укључујући врсту рибе, технологију гајења, а посебно начин исхране. Из овога је проистекла хипотеза рада да се добром технологијом на рибњаку уз одабир одговарајућих компоненти биљног порекла, укључујући и уље уљане репице може произвести шаран, али и друге ципринидне врсте, које се могу гајити у поликултури са њим, које су пожељног квалитета меса и безбедне за исхрану људи.

3.2. Циљ и задаци истраживања

Основни циљ рада је био да се испитају фактори који утичу на хемијски састав, укључујући садржај воде, протеина, масти, пепела и укупног холестерола,

као и маснокиселински састав масти екстрахованих из дорзалних партија мишића шарана и других комерцијално важних риба. Рад је део пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја ТП 31011 „Утицај квалитета компонената у исхрани ципринида на квалитет меса, губитке и економичност производње“, који има за циљ да утврди утицај додатка различитих врста уља на квалитет меса ципринидних врста риба које би даље биле коришћене као функционална храна за превенцију и лечење кардиоваскуларних и других болести. Сврха свих изведених истраживања је била унапређење постојећих технологија гајења шарана са коришћењем алтернативних хранива како би се повећала одрживост рибарске производње.

Специфични циљеви, односно постављени задаци истраживања, су били:

1. Испитати хемијски састав, укључујући и маснокиселински састав различитих врста ципринида и других комерцијално важних риба, које су гајене у истоветним условима у поликултури у екстензивном систему, без додавања хране током сезоне гајења. Установити у којој мери врста рибе, које припадају истој фамилији утиче на поменуте параметре. (Ćirković et al., 2012a).
2. Установити и упоредити квалитет меса комерцијално важних топоводних врста риба из отворених вода (Ljubojević et al., 2013a).
3. Утврдити утицај три различита начина гајења, па самим тим и исхране, која су најзаступљенија на шаранским рибњацима у Републици Србији, на садржај протеина, воде, пепела, масти, као и састава масти двогодишњег шарана који је произведен у симулираним условима екстензивног (исхрана природном храном доступном у рибњаку) и полуинтензивног система

- гајења (исхрана природном храном доступном у рибњаку уз додатак житарица или екструдираних смеша) (Ljubojević et al., 2013b).
4. Приказати како неодговарајућа технологија гајења шарана, са неконтролисаним и прекомерном употребом кукуруза утиче на квалитет меса шарана (Ćirković et al., 2012b).
 5. Упоредити хемијски састав шарана из излова, класичног полуинтензивног система и кавезног система гајења (Ljubojević et al., 2013d) (послат рад).
 6. Истражити квалитет меса комерцијално важних риба узоркованих у малопродајним објектима и проценити могућности побољшања произвођачке праксе на рибњацима у циљу унапређења састава меса риба као финалног производа (Ljubojević et al., 2013c).
 7. Утврдити утицај старости шарана на хемијски и маснокиселински састав меса (Ljubojević et al., 2011).
 8. Испититати утицај различитих врста уља на квалитет меса трогодишњег лињака, као и утврдити маснокиселини састав природне хране у условима полуинтензивне производње. (Ljubojević et al., 2013) (рукопис у процесу рецензије).
 9. Утврдити интеракцију укључивања уља уљане репице и ефекта уштеде протеина у смешама за исхрану шарана предконзумне величине у кавезном систему гајења на производне перформансе и квалитет меса. (Ljubojević et al., 2013f) (рукопис у завршној фази)

10. Изоловати масне ћелије шарана и истражити њихове могућности да се деле, као и извршит њихову диференцијацију. Успоставити ћелијску културу масног ткива шарана.
11. Извршити процену загађености екосистема речних водотокова и рибњака, мерењем количине перзистентних органских загађивача у месу риба као биоиндикатору загађења животне средине. (Ђорђевић et al., 2013; Љубојевић et al., 2012a), иутврдити присуство перзистентних органских загађивача у седименту дна рибњака и води и проценити могућности њихове миграције у месо риба (Љубојевић et al., 2012a).
12. Утврдити факторе који утичу на рандман шарана у полуинтензивном и кавезном систему гајења.(Љубојевић et al., 2012b; Алексић-Agelidis et al., 2013.)
13. Произвести кобасице од меса ципринида и извршити њихову процену. (Окановић et al., 2013a;2013b)

4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА

4.1. Оглед 1. Ефекат врсте рибе на хемијски састав и квалитет масти

4.1.1. Припрема рибњака, гајење риба и узорковање

Рибе су гајене у земљаном рибњаку површине 1 ha и просечно дубине 0,8 m у поликултури, при чему се исхрана заснивала на природној храни доступној у рибњаку. Рибњак је насађен у априлу 2011, а излов је извршен у октобру 2011. Узорци двогодишњег шарана, толстолобика, амура, сом и смуђа и трогодишњег лињака су узети приликом излова. Насађени лињак је био старији у односу на друге врсте, како би се спречила могућност да сом и смуђ поједу двогодишњег лињака. Слатководне рибе су гајене при атмосферским условима и конзумирале су живу храну којасе развијала и била је доступна у рибњаку. Продукција живе хране је била заснована на природној продукцији бентосних и планктонских организама која је повећана апликацијом агротехничких мера, које укључују исушивање рибњака током зиме, обраду земљишта пољопривредним машинама, ђубрење и разбацивање креча. Стајњак (2000 kg ha^{-1}) је разбацан по тлу празног рибњака и касније на сваке две недеље преко површине воде (4000 kg ha^{-1} током вегетационог периода). Креч је такође примењен на празном рибњаку и додатно преко водене површине. Аерација рибњака је била обезбеђена. Након мерења, по осам узорака од сваке врсте рибе је узето за лабораторијска испитивања.

4.2. Оглед 2. Узорковање комеријално важних врста риба изловљених из Дунава

Узорцибуцова (*Aspius aspius*), деверике (*Abramis brama*), мрене (*Barbus barbus*), шарана (*Cyprinus carpio*), дугоносе кечиге (*Acipenser ruthenus*) и штуче (*Esox lucius*) су узете из слободног излова (Дунав, подручје града Новог Сада) у току истог дана, у месецу јуну. По осам узорака је узето од сваке наведене врсте, измерено и замрзнуто како би се извршио транспорт до лабораторије Института за хигијену и технологију мяса у Београду.

4.3. Оглед 3. Ефекат система гајења на хемијски састав и маснокиселински састав мяса шарана

4.3.1. Експериментално гајење шарана

Експериментално гајење је спроведено на рибњаку у Мошорину. Коришћен је шаран (*Cyprinus carpio* L.) набављен са комерцијалног рибњака. Рибе су узгајане у три земљане рибњачке касете, при чему је свака била површине од 1 ha и које су биле суве и нетретиране током зиме, како би се извршило измрзавање земљишта. Почетни број јединки по хектару је био једнак у све три групе и износио је 2500 јединки. Просечна почетна индивидуална маса свих риба била је једнака у свим групама и износила је 250 g (Табела 5.3.3.).

Производња у првој групи је била заснована на искоришћавању природне хране доступне у рибњаку која се састоји од планктонских и бентосних организама (екстензивни систем). У другој групи додатно храњење је вршено са мешавином кукуруза (80%) и пшенице (20%) (полуинтензивни систем). Трећа група је добијала додатну храну у виду комплетне екструдиране смеше за исхрану шарана (полуинтензивни систем).

Током трајања огледа, температура воде, количина раствореног кисеоника и вредности рН су мерени сваке друге недеље у јутарњим часовима (око 9.00 h). Параметри квалитета воде нису се значајно разликовали између рибњачких касета. Садржај раствореног кисеоника био је веома варијабилан и кретао се у опсегу од 1,4 до 14,8 (mg O₂l⁻¹). Вредност рН је била у опсегу од 7,04 до 8,62, док се вредност температуре воде кретала од 15 до 28,7°C.

Састојци екструдиране смеше су били сојина сачма, пивски квасац, пшенично брашно и кукуруз. Састав екструдиране смеше је приказан у *Табели 5.3.1.*, а маснокиселински састав житарица и екструдиране хране је приказан у *Табели 5.3.2.*

4.3.2. Производни параметри

Контролна мерења експерименталних шарана су вршена на сваке две недеље, како би се утврдила дневна потреба за храном која је износила 3% у односу на укупну биомасу риба. Рибе су храњене ручно два пута дневно у 8:00 и 15:00 h. Рибњак је насађен у марту, а излов је извршен у октобру.

Ефекти технологије гајења су оцењени на основу биомасе риба и искористљивости хране; једначине које су препоручили Hardy and Barrows (2002) су коришћене:

Параметри перформанси раста [процентуални прираст (BWG), специфична брзина раста (SGR), конверзија (FCR), прираст (WG), брзина дневног прираста, DGR (g d⁻¹) и проценат преживљавања (SR)] су израчунавани по следећим формулама:

Специфична брзина прираста, $SGR (\% d^{-1}) = 100 \times (\ln \text{ телесне масе на крају огледа (g)} - \ln \text{ телесне масе на почетку огледа (g)}) \times \text{трајање огледа}^{-1} (d)$.

Конверзија је израчуната као однос тежине конзумиране хране и разлике завршне и почетне укупне биомасе: $FCR = \text{тежина конзумиране хране (g)} \times (\text{укупна биомаса на крају огледа (g)} - \text{укупна биомаса на крају огледа (g)})^{-1}$.

Процент преживљавања, $SR(\%) = (\text{број риба на крају огледа} / \text{број риба на почетку огледа}) * 100$.

Прираст, $WG = \text{тежина на крају огледа (g)} - \text{тежина на почетку огледа (g)} (\text{g fish}^{-1})$.

Процент прираста, $BWG(\%) = 100 * (\text{просечна тежина на крају огледа} - \text{просечна тежина на почетку огледа}) / \text{просечна тежина на почетку огледа}$

Брзина дневног прираста је израчуната као однос разлике завршне и почетне телесне тежине и дана трајања огледа, $DGR (\text{g d}^{-1}) = (\text{телесна тежина на крају огледа (g)} - \text{телесна тежина на почетку огледа (g)}) \times \text{време гајења}^{-1} (\text{дани})$.

4.3.3. Агротехничке мере

Све рибе су гајене под промењивим природним атмосферским условима. Природна продукција у сваком рибњаку је повећана апликацијом агротехничких мера, као што су исушивање рибњака током зиме, обрада земљишта, ђубрење и додатак креча, као што је описано у раду Ćirković et al. (2012a). Исти методи култивације и ђубрења су примењени у свакој рибњачкој касети. Аерација рибњака је била континуирана и вршена је коришћењем аератора. Проток воде је износио око $3,5 \text{ l s}^{-1}$, што је обезбедило да нема штетних ефеката угљен диоксида на шарана.

4.3.4. Узорковање хране и експериментаних риба

Дванаест узорака двогодишњег шарана је узето из сваке групе током излова на крају вегетационог периода. Такође су узети узорци житарица и екструдиране смеше и чувани су на температури од -18°C до анализа.

4.4. Оглед 4. Узорковање шарана и приказ технологије гајења на рибњацима

Рибе су гајене у земљаном рибњаку на Какову (метох манастира Хиландар, Грчка, рецепијент изворска вода) у полуинтензивном систему гајења са додавањем кукуруза као енергетске компоненте, под промењивим природним атмосферским условима. Узорци шарана су узети током излова. Поређење је извршено са шараном узоркованим са рибњака: РГ“Ечка“ (Србија, рецепијент река Тиса, где се производња одвија коришћењем природних ресурса уз додавање индустријски произведених смеша намењеним за исхрану шарана), Бардача (Босна и Херцеговина, рецепијент река Сава, где се производња одвија коришћењем природне хране уз додавање кукуруза и пшенице у односу 80:20, Сутјеска (Србија, рецепијент река Тамиш, где се производња одвија у полуинтензивном систему уз коришћење природне хране и додавање јечاما, кукуруза и пшенице у односу 40:30:30 и РГ“Мошорин“ (Србија, рецепијент бунарска вода, рибњачка касета где је шарану била доступна само природна храна).

4.5. Оглед 5. Узорковање шарана из слободног излова, класичног полуинтензивног рибњака и шарана из кавезног система гајења

Узорци шарана, приближне масе око 2100 g узети су у јесењем периоду године из слободног излова (Дунав), са рибњака РГ „Ечка“, где се производња врши у полуинтензивном систему уз додавање индустријски произведених смеша и

са кавезног система у близини Врбаса. По шест узорака је узето за сваку наведену групу и у ручним фрижидерима отпремљено у лабораторију Института за хигијену и технологију меса у Београду.

4.6.Оглед 6. Узорковање комерцијално важних врста риба из малопродајних објеката

Квалитет меса шарана (*Cyprinus carpio*), белог толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*), сивог толстолобика (*Aristichthys nobilis*), амура (*Ctenopharyngodon idella*), сома (*Silurus glanis*) и смуђа (*Stizostedion lucioperca*) који су узорковани у продавницама у Новом Саду је анализиран у овом истраживању. Узорци су узети 19. децембра (Свети Никола), када је конзумација рибљег меса у Републици Србији највећа и приближно се тог дана прода половина укупне годишње продаје риба. По осам узорака од сваке врсте риба је узето из различитих радњи (појединачни узорак сваке врсте је узет из различите продавнице и чуван је на температури од -18°C до анализа). Тежина узоркованих риба унутар сваке врсте била је приближно једнака (просечна тежина шарана, белог толстолобика, сивог толстолобика, амура, сома и смуђа била је 2200, 2740, 2850, 1790, 2610 и 420 g, односно). Све узорковане рибе су биле старости од две године (крај сезоне гајења). Узорци риба су били пореклом са рибњака (различити рибњаци) где је гајење вршено у полуинтензивном систему, који представља доминантан начин производње риба у Србији. Поред природне хране, која је доступна у рибњаку, житарице или комплетне смеше за исхрану риба се дају као додатна храна у зависности од технологије исхране која се примењује на рибњаку.

4.7. Оглед 7. Ефекат старости шарана на хемијски и маснокиселински састав

За потребе утврђивања утицаја старости шарана на хемијски састав меса (Ljubojević et al., 2011) узети су узорци једногодишњег, двогодишњег и трогодишњег шарана, у зимском периоду године, из рибњака на којој се производња одвијала у полуинтензивном систему са додавањем кукуруза (80%) и пшенице (20%). Од сваке старосне категорије је узорковано по 12 риба за потребе хемијских анализа.

4.8. Оглед 8. Утицај додавања различитих врста уља у формулисане смеше на квалитет меса лињака

4.8.1. Експериментална процедура гајења и исхране лињака

Ларве лињака су увезене из Републике Чешке (Nové Hradу) и насађене у експериментални рибњак у Мошорину (45°18'09"N, 20°09'52"E). Током прве године, лињак је гајен у монокултури. Двогодишњи лињак је гајен у поликултури са шараном (однос 40:60). Стопа преживљавања лињака у другој сезони од 40% била је праћена са ниском стопом прираста, што може бити објашњено конкуренцијом са шараном за храном.

У трећој години гајења лињак просечне телесне масе 200 g је пребачен у три рибњачке касете на истом рибњаку; како би се задовољиле потребе огледа свака рибњачка касета (површине 1 ha) је подељена са мрежама на пет једнаких јединица; сваки третман је изведен у три понављања. Снабдевање водом је вршено из бунара. У првој групи лињаку је била доступна само природна храна и густина насада је

била нижа (1200 јединки ha^{-1}). Густина насада за преостале четири групе је била већа (2500 јединки ha^{-1}) и осим природне хране, додавана им је храна обogaћена са 6% различитих уља: рибље, уље уљане репице, сојино и ланено уље, која су представљала основни извор масти у храни. Следеће компоненте су коришћене за производњу основне смеше: сојина сачма, сунцокретова сачма, кукуруз, пшенично брашно, сточни квасац, минерални и витамински премикс и синтетске аминокиселине (метионин и лизин). Експерименталне смеше су садржале 254 g kg^{-1} сирових протеина и 77 g kg^{-1} сирових масти (Табела 5.8.1). Рибе су храњене ручно два пута дневно око 8.00 и 15.00 часова. Храна је давана по следећем принципу: у априлу 0,1-0,3%; у мају 0,3-1%; у јуну 1-2%; у јулу и августу 3% и у септембру 2-3% у односу на укупну биомасу рибе и узимајући у обзир температуру воде, количину раствореног кисеоника и количину расположиве природне хране.

Рибњаци су насађени у априлу, а оглед је завршен у октобру и трајао је 180 дана. Примењене су одговарајуће агротехничке мере, које су описане у раду Ћirković et al. (2012a). Обезбеђена је континуирана аерација са аераторима по Вентурију (Venturi aerator).

4.8.2. Физичко-хемијски параметри воде

Основни параметри квалитета воде су мерени у јутарњим часовима (9.00) сваке друге недеље. Хидрохемијски мониторинг је вршен ручним мерачем (WTW 315i, Germany).

4.8.3. Узорковање планктона и бентоса

Планктон и бентос су узорковани 15 дана пре завршетка огледа и анализиран је њихов маснокиселински састав. Планктон је узоркован планктонском мрежицом промера $30 \mu\text{m}$, са по три места у свакој експерименталној јединици како би се добили збирни узорци. Бентос је узоркован теренским багером и испиран

водом кроз сита све док само детритус и фауна дна нису преостали и они су сакупљени пинцетом и спаковани у стаклене теглице.

4.8.4. Узорковање хране и експерименталних риба

На крају огледа је узорковано по три рибе из сваке огледне јединице (по девет риба по третману) за потребе хемијских анализа. Узети су узорци и од сваке експерименталне смеше и чувани су на температури од -18°C до анализа.

4.9. Оглед 9. Ефекат уља уљане репице и садржаја протеина у храни на раст, хемијски и маснокиселински састав шарана у кавезном систему гајења

4.9.1. Поставка огледа гајења шарана у кавезном систему

Шаран просечне тежине 400g је насађен у 12 кавеза запремине 125 m³ (5x5x5m), у густини по 1000 јединки по кавезу. Кавези, који се иначе користе за комерцијалну производњу шарана, су били смештени на Тиквешком језеру (Македонија). Пре испитивања извршена је аклиматизација у трајању од месец дана, током које је риба храњена комерцијалном храном (ФСХ “Компонента“, Ђурија, Република Србија) према препорукама произвођача. Оглед је трајао 75 дана од почетка априла до средине јуна 2013. године.

4.9.2. Експерименталне смеше

Четири смеше су направљене за потребе огледа (ФСХ “Компонента“, Ђурија), обезбеђујући 33% протеина (група са високим садржајем протеина) и 28% протеина (група са ниским садржајем протеина). Следеће компоненте су биле

укључене у свим смешама: сојина сачма, сунцокретова сачма са 33% протеина, кукуруз, пшеница, рибље брашно са 70% протеина, квасац и витаминско-минерални премикс. На готове смеше је накнадно нанесено по 6% рибљег уља или уља уљане репице. Храна за рибе је произведена коришћењем двопужног екструдера, док је уље додавано помоћу вакуум коутера. На овај начин је обезбеђена исхрана риба са четири смеше: 1-висок садржај протеина и додатак рибљег уља, 2- висок садржај протеина и додатак уља уљане репице, 3-низак садржај протеина и додатак рибљег уља и 4- низак садржај протеина и додатак уља уљане репице. Састав смеше и хемијски састав су приказани у *Табели 5.9.1.* Маснокиселински састав експерименталних смеша је приказан у *Табели 5.9.2.* Исхрана је вршена аутоматским хранилицима које су постављене на овом кавезном систему два пута дневно у 8.00 и 15.00 часова, при чему је дневна количина дате хране износила 2,5% од укупне биомасе риба.

4.9.3. Узорковање експерименталне хране и шарана

На почетку огледа су узети узорци од свих смеша и складиштени су на -18 °С до анализа. По завршетку огледа узете су по три рибе из сваког кавеза за потребе анализа хемијског и маснокиселинског састава мишићног ткива, узорци су хомогенизовани, тако да је за сваки кавез добијен збирни узорак и укупан број узорака по третману је био три.

4.10. Хемијске анализе и анализе маснокиселинског састава хране, мяса риба, планктона и бентоса

Прецизно одређивање садржаја масних киселина и холестерола из животињског ткива захтева високу ефикасност екстракције липида из материје матрикса ткива. Због наведене чињенице, било која примењена метода за екстраховање требала би бити квантитативна, недеструктивна и без икаквог утицаја

на материју која се анализира. Недавно је развијена метода убрзане екстракције растварачима (ASE), као нова екстракциона процесура у којој се употребљавају органски растварачи при високим притисцима и температурама које су изнад тачке кључања екстракционих растварача (*Richter et al.*,1996). Количине органских растварача и/или њихових мешавина су значајно смањене због примене високих притисака и високих температура током ASE. Поред тога, високи притисак и температура могу утицати на оксидацију липидних фракција из екстракта масти, тако да је неопходна оптимализација услова и валидација методе (*Toschi et al.*, 2003), што је испуњено за све извршене анализе, које су извршене применом акредитованих метода.

4.10.1. Хемикалије и стандарди

Сви растварачи за градуацију гасног хроматографа (GC) и течног хроматографа високих перформанси (HPLC) су набављени од компанија Merck (Darmstadt, Germany) (www.merck.de) и Sigma Aldrich (Germany) (www.sigmaaldrich.com). Вода за градуацију HPLC-а је купљена од компаније Sigma Aldrich (Switzerland) (www.sigmaaldrich.com). Следећи редовно чишћење у складу са лабораторијском процедуром, све стаклене посуде које су у директном контакту са узорцима су испиране са ацетоном и хексаном. Апаратура је проверавана периодично са сваким новим додавањем реагенаса. Реагенс за дериватизацију масних киселина, триметил-сулфонијум хидроксид (TMSH 0,25M) у метанолу је набављен од компаније Fluka (www.sigmaaldrich.com/Fluka). Стандарди који су коришћени за идентификацију и квантификацију масних киселина (Supelco 37 comp. FAMES mix 10mgmL⁻¹ in CH₂Cl₂) су купљени од Supelco (Bellefonte, USA) (www.sigmaaldrich.com/Supelco). Стандарди за одређивање холестерола (cholesterol, Sigma Grade, ≥99%) су набављени од Sigma Aldrich (USA) (www.sigmaaldrich.com). Сви раствори екстракта узорка су филтрирани кроз најлонске шприц филтере промера 0,2µm, који су купљени од компаније Nipro Europe N.V. (Belgium) (www.nipro-europe.com), пре анализа на CGC или HPLC. Све анализе су рађене у дупликату.

4.10.2. Припрема узорка за хемијске анализе

Анализе су извршене у Институту за хигијену и технологију меса у Београду. За хемијске анализе, одређивање укупног холестерола и маснокиселинског састава меса коришћени су узорци који су добијени филетирањем леђног дела тела рибе. Такође су испитани узорци хране и у огледу

са лињаком узорци планктона и бентоса. До лабораторијских одређивања узорци су били чувани на температури од -18°C . Риба је за потребе испитивања била остављена на собној температури, да би се делимично одмрзла и како би се лакше скинула кожа, одвојили глава и реп и уклонила утроба. Узорци су хомогенизовани у хомогенизатору Braun CombiMax 600. За потребе испитивања масних киселина и холестерола узорци су чувани у тамним пластичним кесама на температури од -18°C , до инструменталног одређивања.

4.10.3. Анализа хемијског састава меса риба и хране за рибе

Хемијски састав риба и узорака хране одређиван је стандардним *SRPS ISO* методама: Садржај протеина ($\text{N} \times 6,25$) методом по Kjeldahlu, на апарату Kjeltex Auto 1030 Analyzer (Manual book, Tecator, Sweden) (*SRPS ISO 937 1992*); садржај воде сушењем на $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$, до константне масе (*SRPS ISO 1442:1997*); укупна маст екстракцијом петролетром по Soxhletu, након киселе хидролизе узорка (*SRPS ISO 1443:1997*), а садржај пепела мерењем масе остатка након жарења на $550 \pm 25^{\circ}\text{C}$ (*SRPS ISO 936:1998*).

4.10.4. Екстракција укупних липида за одређивање маснокиселинског састава

Укупни липиди, за одређивање масних киселина, екстраховани су из узорака методом убрзане екстракције растварачима (Accelerated solvent extraction, ASE) на апарату Dionex ASE 200 (ASE 200, Dionex, Sunnyvale, CA). Два филтер папира од целулозе пречника 19,8mm (Dionex) су постављена на дно сваке Dionex екстракционе ћелије запремине 33mL пре него што су ћелије напуњене са по са. 2 g дијатомејске земље, 2,5 g хомогенизованог узорка и са. 2 g дијатомејске земље до самог врха ћелије. Тако напуњене екстракционе ћелије су затим постављене на кружни сталак ASE 200 и потом је извршена екстракција са мешавином n-хексана и

изо-пропанола (60:40 v/v), при температури од 100 °C и под притиском азота од 10,3МПа у два статична циклуса у укупном трајању од 10 минута. Екстракти су сакупљени у стаклене вијале запремине 60mL. Растварач је уклоњен у струји азота (Dionex Solvent evaporator 500) на 50°C до сушења. Екстракти масти су држани током ноћи у ексикатору и затим измерени. Екстрахована маст даље је коришћена за одређивање масних киселина. Метод ASE за екстракцију липида из узорака је претходно прошао валидацију у самом институту и акредитован је.

4.10.5. Анализа састава масних киселина

Метилестри масних киселина (FAMES) припремани су трансестерификацијом са триметилсулфонијум-хидроксидом, према методи *SRPS EN ISO 5509:2007*. Метилестри су раздвајани на поларној цијанопропил-арил колони HP-88 (дужина колоне 100 m, унутрашњи пречник 0,25 mm, дебљина филма 0,20 μm , J&W Scientific, USA), у програмираном температурном опсегу, на капиларном гасном хроматографу Shimadzu 2010 (Kyoto, Japan), са пламено-јонизујућим детектором и радном станицом (Shimadzu GC Solution ver. 2.3). Температура колоне је програмирана на следећи начин: почетна температура 125°C, брзина загревања колоне од 10°Cmin⁻¹ до постизања температуре од 175°C, одржавање ове температуре у трајању од 10 min, брзина загревања колоне од 5°C min⁻¹ до постизања температуре колоне од 210°C, одржавање ове температуре 5min, брзина загревања колоне 2°Cmin⁻¹ до постизања завршне температуре колоне од 230°C. Температура ињектора је износила 250°C, а детектора 280°C. Као носећи гас коришћен је азот, са протоком 1,33 ml/min и односом сплита 1:50. Ињектована запремина је износила 1 μl , а укупно време трајања анализе 50,5 минута. Метилестри масних киселина су идентификовани на основу ретенционих времена, поређењем са ретенционим временима смеше метилестара масних киселина у стандарду, Sympelco 37 Component FAME Mix (Sympelco, Bellefonte, USA). Садржај масних киселина изражен је као % од укупно идентификованих масних киселина.

4.10.6. Одређивање садржаја холестерола у месу рибе

Садржај холестерола у филетима риба одређен је, након директне сапонификације (без претходне екстракције липида), према методи *Maraschiello et al.* (1996) техником високо ефикасне течне хроматографије, на апарату HPLC Waters-2695 Separation modyl, са PDA детектором (Waters 2996 Photodiodearray detector).

Припрема узорка за одређивање холестерола: У са. 100mg сваког хомогенизованог узорка филета риба додато је 2mL 0,5M КОН у метанолу и тубе са овако припремљеним узорцима су измешане коришћењем vortex миксера у току 30 s. Затим је извршена директна сапонификација на 80°C у трајању од 1 h. Након хлађења, додато је 2mL дестиловане воде засићене са NaCl. Садржај у тубама је измешан коришћењем vortex миксера 30 s и додато је 3mL диетил етер/хексана (1:1, v/v) и извршено је центрифугирање у трајању од 10 min на 300 g. Горњи слој је затим пребачен у чисте тубе и двапута је поновљен корак екстракције са етер/хексаном.

Након сапонификације и екстракције липида, екстракти су упарени у струји азота. Суви остатак је реконституисан у одговарајућој смеши растварача и одређена запремина је ињектована у HPLC/PDA систем. Хроматографско раздвајање је постигнуто на Phenomenex Luna C18(2) колони (150 mm x 3,0 mm, 5µm величина честице) са одговарајућом претколоном (C18 analytical guard column, 4,0 x 2,0 mm), изократно, са мобилном фазом изопропанол-ацетонитрил 20%:80% v/v (*Bligh and Dyer*, 1959). Ињекциона запремина била је 10µl. Холестерол је одређен апсорпцијом на таласној дужини од 210 nm у трајању од 10 min. аналитички принос (recovery) за дате количине био је у опсегу 66,30% до 74,80%. За израчунавање садржаја холестерола коришћена је екстерна калибрација. За контролу система, аквизицију података и њихову обраду коришћен је Empower Pro softver. Садржај холестерола изражен је као mg/100 g суве материје.

4.10.7. Методе статистичке обраде података

Подаци су проверени на нормалност дистрибуције и хомогеност варијанси пре него што су подвргнути једнофакторијалној анализи варијансе (one-way ANOVA (STATISTICA 10.0, StatSoft Inc.)). Средње вредности су упоређене коришћењем Tukey HSD теста. Резултати су приказани као аритметичка средина \pm SD.

Ефекат укључивања уља уљане репице у храну, садржаја протеина и њихова интеракција на параметре раста, хемијски и маснокислеински састав ткива су анализирани употребом двоструке анализе варијансе (two-way ANOVA). Разлике су сматране значајним у случају када је $P < 0,05$.

4.11. Производња огледних смеша

Храна која је коришћена у огледима је произведена у фабрици сточне хране „Компонента“, у Ћуприји. На произведене пелете је накнадно апликовано уље (уље уљане репице, сојино, ланено или рибље уље). Уље није додавано у мешалици пре пелетирања јер би у самом процесу пелетирања деловало као лубрикант те не би било довољно отпора за пролазак материјала кроз отворе матрица и добијене пелете би биле лошег квалитета. Поред тога, уље би приликом пелетирања било изложено повишеним температурама, што би се негативно одразило на његов квалитет. Због свега наведеног, додавање уља је изведено у посебном уређају, вакуум замашћивачу. Уље је најпре загрејано на 40°C , како би се смањио вискозитет и постигло боље распршивање и потом је нанесено на пелете. Захваљујући деловању вакуума, односно због разлике у притисцима, уље дубоко продире у структуру пелета и на тај начин површина пелета није масна, а само уље је заштићено од оксидације. Још једна предност је да се оваквим начином апликовања уља његов мирис мање осећа, што утиче на повећање конзумације.

Шематски приказ технолошког поступка производње хране за рибе, која се користи у фабрици и у комерцијалне сврхе, је приказан на *Слици 4.11.1*. Технолошки процес производње хране за рибе обухвата основне технолошке операције, које су карактеристичне за процес производње хране за животиње, у које спадају пријем сировина, млевење, просејавање, пропорционирање, мешање, паковање и процеси кондиционирања, сушења, хлађења, дробљења и просејавања, који су карактеристични за производу екструдиране хране. Након ових операција врши се накнадно омашћивање, као што је претходно описано, потом хлађење, сушење. Додатно просејавање и на крају паковање у одговарајућу амбалажу.



Графикон 4.11.1. Шематски приказ технолошког поступка производње хране за рибу

4.12.Оглед 10. Ћелијска култура масног ткива шарана

4.12.1. Материјал

Шарани су допремљени са рибњака РГ“Ечка“, где се производња одвија у полуинтензивном систему, коришћењем природних ресурса уз додавање индустријски произведених формулисаних смеша за исхрану шарана.

Хемикалије коришћене- за медијум за раст Leibovitz's L-15 (L-15, са L-глутамином), 4-(2-хидроксиетил)-1-пиперазинетан- сулфонска киселина (4-(2-hydroxyethyl)-1-piperazineethanesulfonic acid, HEPES), раствор пеницилина и стрептомицина (Penicillin –Streptomycin Solution), амфотерицин В (Amphotericin B Solution), желатин (Gelatin from porcine skin cell), колагеназа (Collagenase from Clostridium histolyticum Type IA) и фетални телећи серум (Fetal bovine serum, FBS) су купљени од компаније Sigma Aldrich (<http://www.sigmaaldrich.com>).

Хемикалије које су коришћене за припрему диференцијалног медијума: инсулин, тријодтиронин (Т3 – triiodothyronine), дексаметазон, изобутилметилксантин (IBMX- isobutylmethylxanthine), троглитазон, линолна (LA) и олеинска киселина (OA), као и најлонски филтери добијене су на поклон од Маријане Тодорчевић (*Todorčević et al.*, 2008; 2010).

Лабораторијска пластика и то: епрувете (Safe-Lock 1,5mL PCR clean) и лабораторијски наставци (epDualfilterTIPS 2-200μL, PCR clean) набављени су од компаније Eppendorf (<http://www.eppendorf.com>), а серолошке пипете (5mL и 10 mL, стерилне), епрувете (15 mL, Falcon 17/120 mm, PP стерилне и 50 mL, Falcon 28/114mm, PP стерилне) и фласкови за културу ткива (T-25, 50mL, стерилни) су купљени од компаније Sarstedt (<http://www.sarstedt.com>)

Припремљено је 50 mL медијума за раст (GM) који је садржао 87% L-15; 1% Hepes; 1% Amf B; 1% Penstrep и 10% FBS.

Медијум за диференцијацију (DM) је направљен по следећој рецептури: 50 mL GM; 7 μ L инсулина; 0,3 μ L T3; 10 μ L трансферина; 12 μ L дексаметазона; 250 μ L IBMX; 44 μ L троглитазона; 185 μ L и 300 μ L ОА.

4.12.2. Методе

Изолација адипоцита је вршена према методи која је раније примењена за исту сврху код лососа (*Vegusdal et al.*, 2003; *Todorčević et al.*, 2008). Пет живих шарана конзумне величине, просечне телесне тежине 2,5 kg је донето са рибњака „Ечка“ у лабораторију за вирусологију Института за ветеринарство „Нови Сад“. Шарани су омамљени и тупим ударцем чекићем у главу извршено је жртвовање. Исечен је шкржни лук и након крварења у трајању од 1-2 минута, риба је убијена чекићем, брзим ударцем у главу. Трбух је пажљиво очишћен ватом и алкохолном од слузи и осталих нечисточћа, а затим су рибе пажљиво расечене. Скапелом је пажљиво одвојено висцерално адипозно ткиво и измерено. Од једног од донесених шарана није било могуће добити масно ткиво, највероватније због доба године, пролећа тј. после зимовања, јер су резерве током зиме потрошене. Из остале 4 рибе је узето укупно 22 грама масног ткива. Даље описане операције рађене су у ламинарној комори. Масно ткиво је исприрано у петријевим посудама које су садржале пуфер L-15, све док није одстрањена видљива крв. Затим је масно ткиво пребачено у епрувете (50 mL) у које је претходно сипан L-15. Ткиво је лабораторијским маказама исечено на ситне парчиће, после чега је извршено центрифугирање на 1250 rpm у трајању од 5 минута. Ткиво је затим пажљиво пребачено у чисте епрувете у које је сипан L-15. Извршено је центрифугирање на 1250 rpm у току 5 минута, после чега је добијена суспензија ткива која је третирана са 0,2% раствором трипсина. Следило је пажљиво ручно мешање у току пола сата за једну епрувету и сат времена за другу, ради мера предострожности, тј. да не дође до прекомерне трипсинизације ткива. Како би се отклонили делови ткива, крвне ћелије и добила хомогена култура преадипоцита, ткиво је филтрирано кроз

најлонске филтере промера 250 и 100 μm епрувете од 50 mL, а затим је и испрано кроз филтере са L-15, након чега је извршено центрифугирање на 2000 rpm у току 10 минута. Ћелије су се наталожиле на дну епрувете у виду преципитата. Вишак пуфера је пажљиво одливен и преципитат је растворен са медијумом за раст (GM). Овако добијен садржај је подељен у два флашка од 25 mL и у по један базенчић на две плоче које су имале по шест базенчића свака. У флашкове је додато 5 mL, а у базенчиће плоча по 2,5 mL медијума за раст који садржи преадипоците (GM).

Флашкови и плоче су затим стављени у инкубатор, при чему је температура била подешена на 23°C, која представља оптималну температуру за раст шарана у природним условима.

Испирање култура са пуфером L-15 и додавање новог GM врешно је сваког другог дана.

Ћелијска морфологија је посматрана и фотографисана свакодневно са Zeiss-овим микроскопом у периоду од 10 дана. Десетог дана ћелије су постале конфлуентне.

Десетог дана је извршена подела ћелија из једног флашка и једног базенчића, док је у други флашк додат DM, како би се извршила диференцијација адипоцита.

Подела (splitting) ћелија је извршена према следећем протоколу. Из базенчића плоче где је трипсинизација вршена 30 минута и флашка, где је трипсинизација вршена 60 минута је одливен GM, затим су добро испрани са L-15, који је након испирања пажљиво одливен. У базенчић је додато 1 mL трипсина, док је у флашк додато 2 mL трипсина. Плоча и флашк су остављене у инкубатору и вршен је микроскопски преглед да би се проверило да ли долази до одвајања ћелија и то после 5, 7 и 9 минута. Након 10 минута је примећено груписање и одвајање ћелија и затим су плоча и флашк неколико пута ударени руком како би се ћелије одвојиле од подлоге и пливале по L-15. У плочу је додато 5, а у флашк 10 mL претходно направљеног GM, а затим је од добијеног садржаја у нови флашк (ћерке ћелије) одливано пола садржаја и ћелије су враћене у инкубатор.

Ћелијска култура у другом фласку је испрана са L-15 и додато је 10 mL DM,
а затим је фласк враћен у инкубатор.

4.13.Оглед 11. Присуство тешких метала и перзистентних органичних загађивача у седименту, води и мишићном ткиву риба

4.13.1. Узорковање седимента, воде из рибњака и риба из рибњака и речних водотокова

У циљу процене контаминације меса одређених врста риба из слободног излова неким POPs једињенима и токсичним металима и како би се дао допринос оцени ризика од конзумирања речне рибе, извршено је испитивање контаминације органохлорним пестицидима, полихлорованим бифенилима и токсичним елементима риба из слободног излова. Поред тога, узети су узорци и са полуинтензивног рибњака, површине 24 ha, РЗ „Мошорин“, како би се утврдио степен контаминације седимента, воде из рибњака, бунарске воде која се користила за пуњење рибњака, као и више врста риба које су гајене на овом рибњаку. Због неопходности да се испита оптерећеност воденог екосистема POPs –ом утврђена су три локалитета на подручју града Београда као места излова речних риба:

Локалитет Дунав 1 (Бановци, узводно од Београда)

Локалитет Дунав 2 (Гроцка, низводно од Београда)

Локалитет Сава 1 (Обреновац, узводно од Београда) (Слика 4.13.1)

У циљу процене изложености риба из рибњака и речних водотокова деловању перзистентних органичних једињења испитан је садржај:

А) органохлорних пестицида: HCH (хексахлорциклохексан, сума алфа и бета изомера), HCB (хексахлоробензен), линдан, диелдрин, DDT (дихлор-дифенил-трихлоретан, сума DDE, DDD и DDT).

Б) полихлорованих бифенила: конгенери 28, 52, 101, 118, 153, 138, 180.

В) полибромованих дифенил етара: конгенери 47, 99, 100, 153, 154.

Г) токсичних метала (у седименту, води и риби из рибњака).

Као контролна група коришћени су узоци беле рибе из Увачког језера, еколошки заштићеног подручја.



Слика 4.13.1. Локалитети одређени за излов рибе

4.13.2.Одређивање токсичних метала

Фракциона анализа узорака седимента (величина честица $< 2 \mu\text{m}$, фракција у опсегу $2\text{--}63 \mu\text{m}$) спроведена је према стандардној процедури (*ISO 11277*). Садржај суве материје и органских материја је одређен сушењем $5\text{--}10 \text{ g}$ узорка на 105°C до константне масе, а затим спаљивањем на температури од 550°C да се одреди губитак при спаљивању према *NEN 5754:2005*.

Припрема узорака за одређивање тешких метала у води, седименту и месу рибе извршена је разарањем применом микроталасне дигестије, у смеси азотне киселине и водоник пероксида у складу са *EPA3051A* (ETHOS, Milestone). Садржај тешких метала (олово, кадмијум) одређен је из ратвора атомском апсорпционом

спектрофотометријом, графитном техником на апарату VARIAN SpectrAA 220 са графитном пећи VARIAN GTA 110 према стандардној процедури (EPA 7010 и EPA 7000B). Бакар, гвожђе, цинк и манган одређени су пламеном техником на апарату VARIAN SpectrAA 220. Арсен је одређен хидридном техником, а садржај живе (Hg) одређен је техником хладних пара на уређају VARIAN VGA 77 (EPA 7471B).

4.13.3.Одређивање органохлорних пестицида и полихлорованих бифенила

Екстракција и пречишћавање узорака за одређивање органских полутаната извршено је према стандардним процедурама EPA 3546/EPA 3620B (органохлорни пестициди и полихлоровани бифенили) и EPA 3546/EPA3630C (ПАНs-полициклични ароматични угљоводоници). Анализа екстракта за ПАНs извршена је применом гасне хроматографије са GC/MS системом (Agilent technologies 7890A/MSD 5975C) према EPA 8270C, док су органохлорни пестициди и PCBs анализирани на гасном хроматографу (GC) (Agilent technologies 6890) који је снабдевен са μ ECD према стандардним процедурама EPA 8081A и EPA 8082A, редом.

4.13.4.Критеријуми за оцену квалитета седимента

Пошто у Републици Србији не постоје критеријуми за оцену квалитета седимента, користе се: ICPDR- Листа детерминати за седимент за транс националну мониторинг мрежу Дунава, канадски водич за квалитет седимента (CSQG), а ређе и холандска тзв. „Duch“ листа. У овом истраживању су коришћени „највероватнији ефективни нивои“ из *Canadian Sediment Quality Guidelines (CSQG)*. Наведене су концентрације органских и неорганских микрополутаната које имају највероватније негативне ефекте на организме бентоса, али су највероватнији ефективни нивои дефинисани само за мали број параметара. Канадски приступ

показује повезаност хемијских и биолошких ефеката и успоставља узрочно последичне односе. Највероватнији негативни нивои обезбеђују додатне информације, узимајући у обзир могућност уочавања негативних биолошких ефеката при вишим концентрацијама.

4.14.Оглед 12. Утврђивање рандмана ципринида

Узорковање рибе извршено је на три рибњака са различитим системима производње, па самим тим и различитим начином исхране. Узорци једногодишњег, двогодишњег и трогодишњег шарана, двогодишњег толстолобика и двогодишњег амуре узети су у зимском периоду године са рибњака на којем се производња одвијала у полуинтензивном систему производње, где је риба прихрањивана житарицама и то смешом кукуруза (80%) и пшенице (20%). Трогодишњи шаран је узоркован са два рибњака, при чему је на једном у исхрани била заступљена комбинација јечма, кукуруза и пшенице, у односу 40:30:30, док је на другом исхрана вршена комплетним крмним смешама. Од сваке врсте и категорије рибе узето је 8 узорака.

Узорковање трогодишњег шарана обављено је са два кавезна система на Тиквешком језеру (Македонија) (41°20'51"N 21°57'58"E) и са једног на Билећком језеру (Босна и Херцеговина) (42°49'31"N 18°26'17"E). Исхрана риба је вршена комплетним крмним смешама различитих произвођача. Са сваког кавезног система узорковано је по 8 јединки мушког и 8 јединки женског пола (укупно по 24 јединке од сваког пола).

Морфометријске особине риба утврђене су методама које су описали *Baltić and Teodorović* (1997) у циљу да се утврди утицај врсте рибе, старости и начина исхране у полуинтензивним системима производње, као и пола на рандман трогодишњег шарана гајеног у кавезном ситему. Након што су изловљенерибе су држане на леду. Крљушти су скинуте ручно назубљеним ножем, глава је одсечена циркуларним резом испред појаса пекторалног пераја, тако да је пераје остало на

труп (*Gela et al.*, 2003). Пераја су одсечена на почетку перајних жбица. Егзентерација органа заједно са гонадама обављена је ручно. Добијени су обрађен труп, који подразумева труп рибе без крљушти, пераја, унутрашњих органа и главе. После одстрањивања крљушти, унутрашњи органи, гонаде, глава, пераја и обрађен труп су измерени. Довијени резултати су искоришћени за одређивање релативног процентуалног удела наведених делова у односу на првобитно измерену телесну масу рибе. Резултати су обрађени t-тестом како би се утврдио утицај претходно наведених фактора на рандман шаранских врста риба гајених у полуинтензивном и кавезном систему производње. Пажња је усмерена на параметре који су важни са аспекта гајења и што повољнијег рандмана.

4.15.Оглед 13. Производња кобасица од меса ципринида и њихова евауација

4.15.1. Производња кобасица од меса ципринида у индустријском погону

Шаран, толстолобик и амур су допремљени у производни погон са узгајалишта РГ “Ечка” живи и одмах су жртвовани. Средње вредности масе шарана, толстолобика и амура биле се сса 2.850 g, 6.400 g односно 5.800 g. Рибама је одстрањена глава и звађене су изнутрице, опране су хладном водом, а кожа и кости су одстрањени ручно. Даља обрада је извршена у погону за прераду меса “Ђурђевић” у Пећинцима.

Комади меса рибе су уситњени у машини за мљење меса користећи решетку са отворима Ø 5 mm. Кобасице су произведене по поступку за производњу барених кобасица, по рецептури: месо рибе 50%, димљено месо рибе 15%, хидриране сојине љуспице (1:2) 15%, биљна масноћа 10% и лед 5%. Додато је и 1,5% кухињске соли, 1,5% смеше природних зачина и 2% изолата соје као

емулгатора. Сирови материјал је пуњен у колагене омотаче пречника Ø 32 mm и обрађен у комори за топлотну обраду: загреван, сушен и димљен на 55 °С и куван на 75 °С до постизања температуре у центру производа од 70 °С. Кобасице су охлађене, вакуум-паковане, а узорци су складиштени на +4°С до завршетка анализа.

4.15.2. Производња кобасица од меса шарана у условима занатске радиности

Шаран узгајан на рибњаку манастира Каково у Грчкој. Изловљен је и одмах жртвован. Средње вредности меса шарана биле су сса 2.850 g. Рибама је одстрањена глава и изнутрице, опране су хладном водом, а кожа у кости су одстрањене ручно. Даља обрада је завршена у занатском погону у манастиру. Комади меса рибе су уситњени у машини за млевење меса користећи решетку са отворима Ø 5 mm. Кобасице су произведене по поступку производње барених кобасица, по рецептури: месо рибе 60%, димљено месо рибе 15%, хидриране сојине љуспице (1:2) 15% и лед 5%. Додато је и 2% кухињске соли, 1% смеше природних зачина и 2% изолата соје. Сирови материјал је пуњен у колагене омотаче пречника Ø 32 mm и обрађен у комори за топлотну обраду: загреван, сушен и димљен на 55°C и печен на 75 °C до постизања температуре у центру производа од 70 °C. Кобасице су охлађене, а узорци су складиштени на температури од 4 °C до завршетка анализа. Производ је коришћен за исхрану монаха на Светој Гори, који не конзумирају месо копнених животиња, тако да је добијени производ значајно обогатио њихову исхрану.

4.15.3. Анализа основног хемијског састава рибљих кобасица

Анализе кобасице су вршене у Институту за хигијену и технологију меса у Београду.

Основни хемијски састав оцењен је одређивањем садржаја воде (*SRP ISO 1442*), укупних протеина (*SRP ISO 937*), слободне масти (*SRP ISO 1443*) и укупног пепела (*SRP ISO 936*), садржаја калцијума и садржаја NaCl (*SRP ISO 1841-1*).

За одређивање садржаја калцијума припрема узорка је вршена тако што је 1 g хомогенизованог узорка кобасице од меса шаранских риба разорен

микроталасном дигестијом у смеши концентроване азотне киселине и водоник пероксида у микроталасној пећи START D (Milestone, Italy). Калцијум из раствора је одређен пламеном атомском спектрофотометријом на таласној дужини од 422.7 nm на апарату СРЕКТРАА 220 (Varian, Australia).

4.15.4. Микробиолошка испитивања рибљих кобасица

Микробиолошка испитивања су спроведена према важећем правилнику (Правилник о микробиолошкој исправности намирница у промету, “Сл. лист СРЈ” бр. 26/1993, 53/1995 и 46/2002) одређивањем: укупног броја микроорганизама (SRPS EN ISO 4833), присуства *Salmonella* врста (SRPS EN ISO 6579), *Escherichia coli* (SRPS ISO 16649), *L.monocytogenes* (SRPS EN ISO 11290-1) и *Bacillus cereus* g/ml (SRPS EN ISO 7932).

4.15.5. Сензорска оцена рибљих кобасица

Сензорне карактеристике кобасица су утврђене помоћу квантитативног-дескриптивног теста (SRPS ISO 6658), на скали интензитета од 1 до 5, оцењена су сензорна својства кобасица (спољашњи изглед, изглед пресека, боја, текстура, укус, мирис и укупна прихватљивост). Група од пет оцењивача чинила је панел за оцену сензорских својстава. Оцењивачима су претходно тестирана чула помоћу теста за утврђивање чула укуса (SRPS ISO 6658), као и теста заобуку оцењивача у откривању и препознавању мириса (SRPS ISO 3972).

5. РЕЗУЛТАТИ

5.1. Оглед 1. Ефекат врсте рибе на хемијски састав и квалитет масти

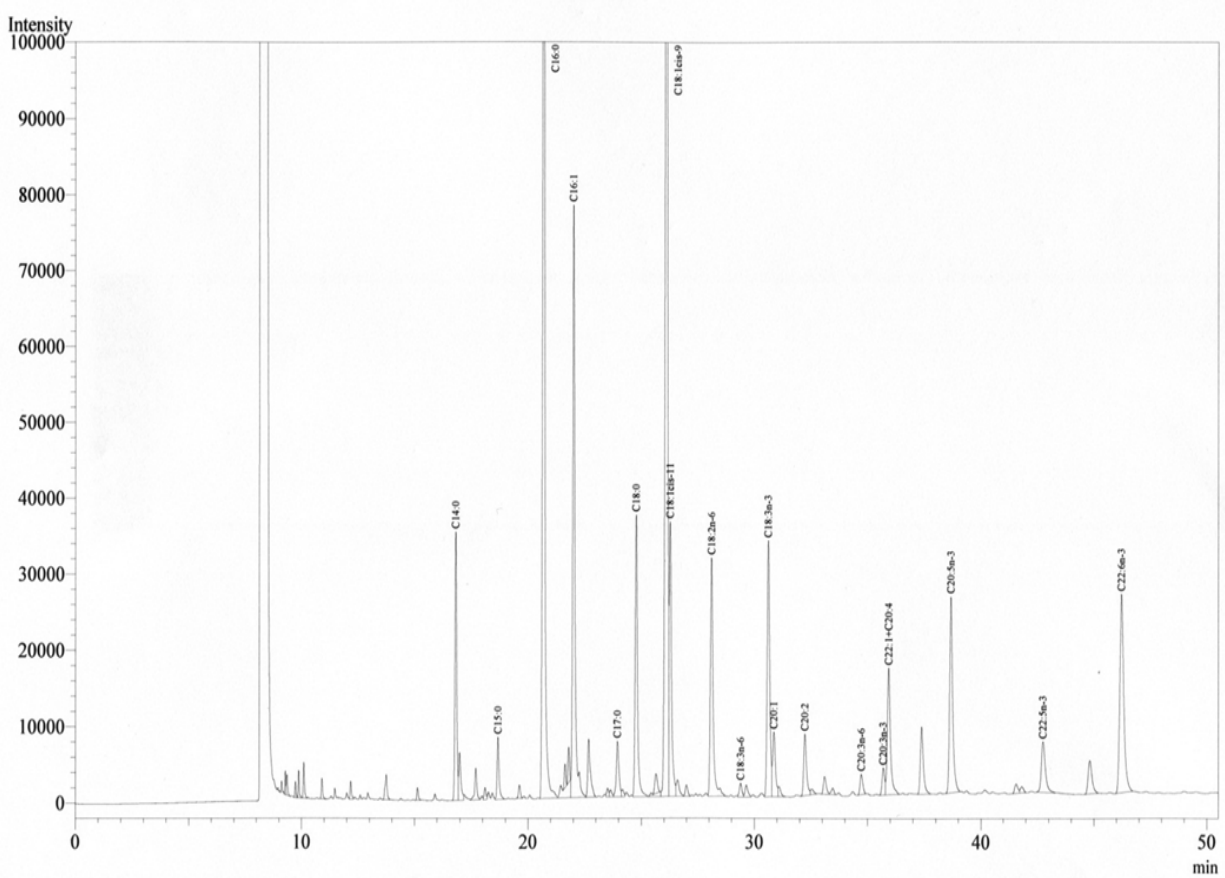
Просечна тежина риба приликом насађивања рибњака је била највећа када је у питању шаран (250 g), а најнижа за смуђа (30 g), док је просечна тежина приликом излова била највећа у случају белог толстобика (1450 g), а најмања за лињака (200 g); проценат преживљавања је био највиши код сома (90%), а најнижи код лињака (40%) (Табела 5.1.1.). Укупна густина насада је износила 274 kg ha⁻¹, док је густина при излову била 820 kg ha⁻¹.

У Табели 5.1.2. су приказани хемијски састав и садржај укупног холестерола у узорцима риба. Количина протеина је била највиша у филетима смуђа (19,3%) а најнижа у филетима амура и лињака (15,8%). Садржај масти је био од 0,38% у мишићима смуђа до 5,24% у мишићима амура. Садржај укупног холестерола био је веома варијабилан, највеће просечне вредности код белог толстобика (62 mg/100 g) и најмање код сома (34 mg/100 g).

Маснокиселински састав испитиваних риба је приказан у Табели 5.1.3. Укупна количина SFA била је навиша код белог толстобика (33%) (Слика. 5.1.1.), а најнижа код сома (25%). Поједине SFA су варирале између различитих врста. Палмитинска киселина (C16:0) је била најзаступљенија, док је лауринска киселина (C12:0) била намање присутна SFA у испитиваним узорцима (Табела 5.1.3.). Најдоминантнија MUFA је била олеинска киселина (C18:1, n9), од 22% код белог толстобика до 18% код лињака; затим палмитоолеинска (C16:1, n7) (Табела 5.1.3.). Процент MUFA био је најнижи код лињака (28%) а највиши код белог

толстолобика (37%). За лињака је био карактеристичан највиши (44%), а за белог толстолобика најнижи (30%) проценат PUFA (Табела 5.1.3.).

Узорци су били такође веома варијабилни када су у питању садржаји n-3 и n-6, тако је однос n-3/n-6 био најнижи код шарана (0,92), а навиши код амура, (2,28). Однос PUFA/SFA, који је и индикатор квалитета липида, био је најнеповољнији за белог толстолобика (0,91) а најповољнији за лињака (1,63).



Слика 5.1.1. Хроматограм (толстолобик бели)

Табела 5.1.1. Производни параметри риба гајених у поликултури

Параметар	Врста					
	Шаран	Толтолоб ик бели	Амур	Сом	Смуђ	Лињак
Јединки/ха	1000	100	50	30	20	100
Тежина на почетку огледа (g)	250±16,0 4 ^a	50±11,95 ^d	130±13,8 9 ^b	50±11,95 d	30±3,29 ^d	100±6,7 8 ^c
Тежина на крају огледа (g)	910±10,8 6 ^c	1450±15,1 2 ^a	500±17,0 6 ^d	1320±16, 8 ^b	400±13,0 9 ^e	200±8,9 6 ^f
Процент преживљавања (%)	70	80	75	90	60	40

Легенда: Подаци су представљени као средња вредност ± SD (n = 60). Вредности у истом реду са различитом словном ознаком у суперскрипту се статистички значајно разликују на нивоу значајности P<0,01.

Табела 5.1.2. Хемијски састав меса риба гајених у поликултури

Параметар	Шаран	Толстолоб ик бели	Амур	Сом	Смуђ	Лињак
Садржај влага (%)	80,36±0, 24 ^b	76,93±0,15 ^f	78,03±0, 16 ^e	78,76±0, 16 ^d	79,32±0, 05 ^c	82,41±0, 25 ^a
Садржај протеина (%)	16,21±0, 12 ^c	18,1±0,09 ^b	15,76±0, 07 ^d	18,16±0, 06 ^b	19,26±0, 04 ^a	15,74±0, 15 ^d
Садржај масти (%)	2,42±0,1 7 ^c	3,82±0,19 ^b	5,24±0,1 2 ^a	2,19±0,1 2 ^c	0,38±0,0 4 ^e	0,79±0,3 4 ^d
Садржај пепела (%)	1,02±0,0 2 ^b	1,15±0,09 ^a	0,98±0,0 4 ^b	0,88±0,0 3 ^c	1,03±0,0 1 ^b	1,06±0,0 2 ^b
Укупни холестерол	55,81±0, 11 ^c	62,32±0,37 a	60,06±0, 11 ^b	34,34±0, 33 ^f	42,91±0, 06 ^d	35,87±0, 54 ^e

(mg/100 g)						
------------	--	--	--	--	--	--

Легенда: Подаци су представљени као средња вредност \pm SD (n = 8). Вредности у истом реду са различитом словном ознаком у суперскрипту се статистички значајно разликују на нивоу значајности $P < 0,01$.

Табела 5.1.3. Маснокиселински састав меса риба гајених у поликултури

Масна киселина, %	Врста					
	Шаран	Толстоло бик бели	Амур	Сом	Смуђ	Лињак
C12:0	0,06 \pm 0,0 1 ^d	0,43 \pm 0,02 ^a	0,40 \pm 0,0 3 ^a	0,24 \pm 0,0 2 ^b	0,14 \pm 0,0 2 ^c	0,07 \pm 0,0 2 ^d
C14:0	1,53 \pm 0,2 5 ^c	2,83 \pm 0,02 ^a	2,80 \pm 0,0 7 ^a	2,32 \pm 0,0 3 ^b	0,96 \pm 0,0 2 ^d	1,14 \pm 0,0 7 ^d
C15:0	1,11 \pm 0,0 8 ^a	1,02 \pm 0,01 ^a b	1,01 \pm 0,0 3 ^b	0,84 \pm 0,0 2 ^c	0,29 \pm 0,0 6 ^e	0,63 \pm 0,0 8 ^d
C16:0	18,35 \pm 0,28 ^b	22,12 \pm 0,06 ^a	22,17 \pm 0,04 ^a	16,02 \pm 0,07 ^c	22,22 \pm 0,28 ^a	18,23 \pm 0,17 ^b
C17:0	1,32 \pm 0,0 9 ^a	1,37 \pm 0,01 ^a	1,34 \pm 0,0 3 ^a	1,25 \pm 0,0 2 ^a	0,45 \pm 0,0 3 ^c	0,80 \pm 0,1 5 ^b
C18:0	4,51 \pm 0,1 2 ^d	5,03 \pm 0,03 ^c	4,93 \pm 0,0 6 ^c	4,08 \pm 0,0 5 ^e	6,46 \pm 0,1 2 ^a	6,09 \pm 0,1 3 ^b
C20:0	0,26 \pm 0,0 3 ^{bcd}	0,26 \pm 0,01 ^b cd	0,20 \pm 0,0 2 ^c	0,22 \pm 0,0 2 ^{bcd}	0,26 \pm 0,0 5 ^b	0,37 \pm 0,0 4 ^a
SFA	27,15 \pm 0,38 ^c	33,05 \pm 0,09 ^a	32,84 \pm 0,06 ^a	24,97 \pm 0,06 ^d	30,79 \pm 0,26 ^b	27,34 \pm 0,34 ^c
C16:1, n-9	5,73 \pm 0,2 8 ^c	9,32 \pm 0,02 ^a	9,15 \pm 0,0 6 ^a	9,35 \pm 0,1 9 ^a	6,12 \pm 0,0 6 ^b	5,85 \pm 0,1 1 ^{bc}
C18:1cis-9, n-9	19,39 \pm 0,21 ^c	21,56 \pm 0,01 ^a	21,08 \pm 0,03 ^b	18,22 \pm 0,06 ^d	19,57 \pm 0,08 ^c	17,80 \pm 0,29 ^e
C18:1cis-11, n-7	2,33 \pm 0,2 7 ^f	4,89 \pm 0,5 ^b	4,57 \pm 0,2 3 ^c	6,19 \pm 0,0 8 ^a	3,40 \pm 0,1 4 ^c	3,98 \pm 0,0 5 ^d
C20:1, n-9	1,35 \pm 0,1 2 ^{ab}	1,27 \pm 0,01 ^b c	1,23 \pm 0,0 3 ^c	1,85 \pm 0,0 4 ^a	0,95 \pm 0,0 3 ^d	0,55 \pm 0,0 9 ^e
MUFA	28,79 \pm 0,48 ^d	37,04 \pm 0,07 ^a	36,03 \pm 0,19 ^b	35,61 \pm 0,12 ^b	30,05 \pm 0,2 ^c	28,18 \pm 0,21 ^e

Коришћење репичиног уља у исхрани шарана и лињака као фактора промена
квалитета меса

C18:2, n-6	10,29±0,11 ^a	5,87±0,16 ^c	5,78±0,09 ^e	6,08±0,05 ^d	7,10±0,15 ^c	9,88±0,07 ^b
C18:3, n-6	5,22±0,06 ^a	0,24±0,01 ^d	0,24±0,02 ^d	0,7±0,03 ^c	3,30±0,09 ^b	0,61±0,1 ^c
C18:3, n-3	5,96±0,14 ^b	6,24±0,01 ^a	6,37±0,06 ^a	5,22±0,03 ^c	1,34±0,03 ^e	4,28±0,31 ^d
C20:2, n-6	0,33±0,07 ^c	0,36±0,01 ^c	0,36±0,02 ^c	1,51±0,03 ^a	1,61±0,14 ^a	0,86±0,07 ^b
C20:3, n-6	0,91±0,06 ^b	0,46±0,01 ^c	0,44±0,02 ^c	0,85±0,02 ^b	1,99±0,06 ^a	0,85±0,08 ^b
C20:3, n-3	0,89±0,05 ^c	0,60±0,01 ^d	0,7±0,03 ^d	4,60±0,03 ^a	0,36±0,04 ^e	1,66±0,13 ^b
C20:4, n-6	6,21±0,11 ^a	2,75±0,01 ^e	2,71±0,02 ^e	3,05±0,03 ^d	3,78±0,27 ^c	5,09±0,13 ^b
C20:5, n-3	4,05±0,08 ^b	3,45±0,06 ^c	3,64±0,07 ^c	5,34±0,19 ^a	1,26±0,04 ^d	3,52±0,21 ^c
C22:5, n-3	4,47±0,24 ^b	5,26±0,23 ^a	5,46±0,05 ^a	2,84±0,12 ^d	5,46±0,12 ^a	3,25±0,14 ^c
C22:6, n-3	5,75±0,48 ^d	4,72±0,12 ^c	5,52±0,16 ^d	9,24±0,31 ^c	12,99±0,51 ^b	14,50±0,27 ^a
PUFA	44,08±0,55 ^a	29,95±0,15 ^d	31,23±0,22 ^c	39,44±0,17 ^b	39,19±0,26 ^b	44,50±0,21 ^a
n-6	22,96±0,20 ^a	9,68±0,15 ^c	9,53±0,10 ^e	12,20±0,07 ^d	17,78±0,31 ^b	17,29±0,27 ^c
n-3	21,12±0,48 ^b	20,26±0,21 ^c	21,69±0,15 ^b	27,24±0,19 ^a	21,41±0,52 ^b	27,21±0,36 ^a
n-3/n-6	0,92±0,02 ^e	2,09±0,05 ^b	2,28±0,02 ^a	2,23±0,02 ^a	1,21±0,05 ^d	1,57±0,04 ^c
n-6/n-3	1,09±0,02 ^a	0,48±0,01 ^d	0,44±0,01 ^e	0,45±0,01 ^{de}	0,83±0,04 ^b	0,64±0,02 ^c
PUFA/SFA	1,62±0,04 ^a	0,91±0,01 ^d	0,95±0,01 ^e	1,58±0,01 ^b	1,27±0,02 ^c	1,63±0,03 ^a
USFA/SFA	2,68±0,05 ^b	2,03±0,01 ^d	2,05±0,01 ^d	3,01±0,01 ^a	2,25±0,03 ^c	2,66±0,05 ^b
PUFA/MUFA	1,53±0,04 ^b	0,81±0,01 ^f	0,87±0,01 ^e	1,11±0,01 ^d	1,30±0,02 ^c	1,58±0,01 ^a

Легенда: Подаци су представљени као средња вредност ± SD (n = 8). Вредности у истом реду са различитом словном ознаком у суперскрипту се статистички значајно разликују на нивоу значајности P<0,01; SFA –засићене масне киселине;

MUFA –мононезасићене масне киселине; USFA –незасићене масне киселине, PUFA –полинезасићене масне киселине из група n-3 (n-3 PUFA)и n-6 (n-6 PUFA).

5.2. Оглед 2. Резултати анализа хемијског и маснокиселинског састава комерцијално важних врста риба изловљених из Дунава

Просечна телесна тежина експерименталних риба: буцова (*Aspius aspius*), деверике (*Abramis brama*), мрене (*Barbus barbus*), шарана (*Cyprinus carpio*), дугоносе јесетре (*Acipenser ruthenus*) и штуке (*Esox lucius*) износила је 1220, 1230, 870, 1420, 1320 и 1480 g, односно. У Табели 5.2.1. приказан је хемијски састав, као и садржај укупног холестерола у узорцима риба. Садржај протеина био је највиши у филетима мрене (18,61 g/100 g), без значајне разлике у садржају протеина у филетима штуке и буцова ($P > 0,01$), а најнижи у филетима шарана (16,69 g/100 g). Количина масти је била у опсегу од 1,61 g/100g у мишићима штуке до 7,78 g/100g у мишићима мрене и постојала је статистички значајна разлика у садржају масти између свих испитиваних рибљих врста ($P < 0,01$). Резултати испитивања пепела су такође показали значајне разлике између врста, осим између шарана и дугоносе јесетре. Укупан садржај холестерола био је веома варијабилан, при чему је највећа вредност била у филетима дугоносе кечиге (73,59 mg/100 g) а најнижа код буцова (36,26 mg/100g) и разлике су биле статистички значајне између испитиваних врста риба ($P < 0,01$).

Анализа масти укључила је класификацију и квантитативно одређивање 21 масне киселине, као и суму SFA, MUFA, PUFA, n-3 масних киселина, n-6 масних киселина, однос n-3/n-6, n-6/n-3, PUFA/SFA, као и однос USFA/SFA, који представљају индикаторе квалитета масти (Табела 5.2.2.). Укупна количина SFA била је највиша код штуке (39,9%), а најнижа код деверике (27,27%). Поједине SFA су биле варијабилне између различитих врста. Палмитинска киселина (C16:0) је била доминантна код свих врста, док је арахидска киселина (C20:0) била најмање заступљена SFA у свим узорцима. Каприлна киселина (C8:0) је детектована у мастима буцова, деверике и штуке и проценат ове масне киселине је био виши у

односу на пентадеканску (C15:0), маргаринску (C17:0) и арахидску киселину (C20:0); када су у питању мрена, шаран и дугоноса кечига C8:0 није детектована. Најприсутнија MUFA је била олеинска киселина (C18:1, n-9), крећући се од 17,7% код штуче до 32,1 % код деверике; затим палмитоолеинска киселина (C16:1, n-7) и вакценска киселина, C18:1cis-11 (Табела 5.2.2.). Процент MUFA је био најмањи код штуче(31,66%), а највећи код деверике (56,1%). Код штуче је утврђен највиши (28,15%), а код деверике најнижи (17,1%) проценат PUFA. Буцов, који је карнивор као и штука имао је висок садржај PUFA (27,99%). Узорци су такође били високо варијабилни у погледу садржаја n-3 и n-6 (Табела 5.2.2.), па је тако однос n-3/n-6 био најнижи код шарана(0,44), а највиши код дугоносе кечиге (2,9). Слично, однос PUFA/SFA, који је индикатор квалитета масти, био је најнеповољнији код деверике (0,63) а најповољнији код мрене (0,92).

Табела 5.2.1. Хемијски састав седам слатководних врста риба изловљених из Дунава

Параметар	Буцов	Деверика	Мрена	Шаран	Кечига	Штука
Садржај воде (g/100g)	78,51± 0,2 ^b	78,66±0,1 9 ^{ab}	72,39± 0,29 ^e	73,73± 0,24 ^d	75,38± 0,35 ^c	79±0,1 4 ^a
Садржај протеина (g/100g)	18,07± 0,09 ^a	17,59±0,2 2 ^b	18,61± 0,37 ^a	16,69± 0,4 ^c	17,54± 0,23 ^b	18,43± 0,21 ^a
Садржај масти (g/100g)	2,78±0 ,11 ^c	3,24±0,15 d	7,78±0, 15 ^a	7,13±0, 1 ^b	5,39±0, 14 ^c	1,61±0 ,06 ^f
Пепео (g/100g)	1,16±0 ,05 ^b	0,80±0,04 d	1,33±0, 03 ^a	0,88±0, 05 ^c	0,93±0, 09 ^c	0,64±0 ,03 ^e
Садржај укупног холестерола (mg/100g)	36,26± 0,17 ^c	41,93±0,1 5 ^d	53,12± 0,05 ^b	45,43± 0,14 ^c	73,59± 0,11 ^a	36,37± 0,13 ^c

Коришћење репичиног уља у исхрани шарана и лињака као фактора промена
квалитета меса

Легенда: Подаци су представљени као средња вредност \pm S.D. (n=8). Вредности у истом реду са различитом словном ознаком у суперскрипту се статистички разликују на нивоу значајности $P < 0,01$

Табела 5.2.2. Маснокиселински састав седам слатководних врста риба изловљених из Дунава

Масна киселина, %	Буцов	Деверика	Мрена	Шаран	Кечига	Штука
C8:0	1,23 \pm 0,08 ^b	1,33 \pm 0,07 ^b	0 ^c	0 ^c	0 ^c	3,64 \pm 0,31 ^a
C14:0	1,93 \pm 0,09 ^d	1,94 \pm 0,14 ^d	4,16 \pm 0,07 ^a	2,87 \pm 0,1 ^c	3,31 \pm 0,27 ^b	1,71 \pm 0,12 ^d
C15:0	0,42 \pm 0,05 ^c	0,37 \pm 0,04 ^c	0,70 \pm 0,08 ^a	0,56 \pm 0,09 ^b	0,66 \pm 0,05 ^{ab}	0,76 \pm 0,07 ^a
C16:0	18,23 \pm 0,28 ^e	18,75 \pm 0,19 ^d	19,45 \pm 0,19 ^c	19,4 \pm 0,2 ^c	25,09 \pm 0,14 ^b	26,10 \pm 0,19 ^a
C16:1	10,43 \pm 0,14 ^e	14,96 \pm 0,19 ^b	15,96 \pm 0,13 ^a	13,84 \pm 0,14 ^c	13,27 \pm 0,12 ^d	7,76 \pm 0,15 ^f
C17:0	0,74 \pm 0,12 ^b	0,52 \pm 0,05 ^c	0,95 \pm 0,09 ^a	0,71 \pm 0,13 ^b	1,09 \pm 0,14 ^a	1,18 \pm 0,11 ^a
C18:0	5,2 \pm 0,08 ^b	4,13 \pm 0,08 ^c	3,22 \pm 0,15 ^d	3,91 \pm 0,17 ^c	2,38 \pm 0,12 ^e	6,37 \pm 0,19 ^a
C18:1cis-9	27,4 \pm 0,27 ^c	32,11 \pm 0,2 ^a	20,24 \pm 0,21 ^e	30,20 \pm 0,17 ^b	24,87 \pm 0,15 ^d	17,70 \pm 0,22 ^f
C18:1cis-11	8,34 \pm 0,28 ^a	8,27 \pm 0,16 ^a	7,38 \pm 0,11 ^b	7,17 \pm 0,14 ^{bc}	7,05 \pm 0,16 ^c	5,51 \pm 0,12 ^d
C18:2, n-6	6,5 \pm 0,13 ^b	3,52 \pm 0,21 ^c	6,23 \pm 0,12 ^b	8,79 \pm 0,32 ^a	2,8 \pm 0,19 ^d	8,76 \pm 0,23 ^a
C18:3, n-6	0,16 \pm 0,02 ^b	0,1 \pm 0,02 ^b	0,17 \pm 0,04 ^b	0,23 \pm 0,36 ^b	0,69 \pm 0,51 ^a	0,2 \pm 0,01 ^b
C18:3, n-3	2,20 \pm 0,15 ^d	2,19 \pm 0,15 ^d	3,35 \pm 0,19 ^b	2,71 \pm 0,11 ^c	4,34 \pm 0,1 ^a	2,56 \pm 0,16 ^c
C20:0	0,23 \pm 0,07 ^a	0,22 \pm 0,03 ^a	0,15 \pm 0,04 ^b	0,14 \pm 0,03 ^b	0,14 \pm 0,04 ^b	0,15 \pm 0,04 ^b
C20:1	1,53 \pm 0,	0,75 \pm 0,13	1,68 \pm 0,1	1,74 \pm 0,0	0,77 \pm 0,1	0,68 \pm 0,1

Коришћење репичиног уља у исхрани шарана и лињака као фактора промена
квалитета меса

	08 ^a	b	6 ^a	9 ^a	1 ^b	2 ^b
C20:2	0,86±0,1 ^b	0,68±0,08 ^c	0,50±0,03 ^d	1,52±0,1 ^a	0,47±0,07 ^d	0,85±0,13 ^b
C20:3, n-6	0,52±0,11 ^b	0,28±0,11 ^c	0,27±0,08 ^c	0,76±0,12 ^a	0,2±0,11 ^c	0,45±0,05 ^b
C20:3, n-3	0,74±0,11 ^a	0,42±0,06 ^{bc}	0,5±0,07 ^{bc}	0,38±0,08 ^c	0,55±0,05 ^b	0,46±0,08 ^{bc}
C20:4, n-6	2,71±0,12 ^b	2,18±0,05 ^d	1,48±0,06 ^e	2,42±0,09 ^c	1,54±0,08 ^e	3,85±0,14 ^a
C20:5, n-3	3,09±0,11 ^d	3,94±0,11 ^c	5,41±0,1 ^a	1,36±0,08 ^f	4,93±0,09 ^b	1,94±0,08 ^e
C22:5, n-3	2,61±0,16 ^b	1,18±0,09 ^d	2,85±0,1 ^a	0,65±0,05 ^e	2,86±0,04 ^a	1,51±0,1 ^c
C22:6, n-3	5,22±0,1 ^c	2,58±0,16 ^e	5,55±0,09 ^b	0,87±0,08 ^f	3,79±0,09 ^d	7,58±0,26 ^a
SFA	27,99±0,29 ^d	27,27±0,24 ^d	28,63±0,27 ^c	27,59±0,19 ^d	32,67±0,34 ^b	39,9±0,33 ^a
MUFA	47,69±0,37 ^c	56,09±0,34 ^a	45,27±0,3 ^e	52,94±0,18 ^b	45,97±0,15 ^d	31,66±0,3 ^f
PUFA	24,60±0,3 ^c	17,07±0,27 ^f	26,31±0,27 ^b	19,7±0,49 ^e	22,17±0,37 ^d	28,15±0,24 ^a
n-6	10,75±0,22 ^b	6,76±0,18 ^d	8,65±0,13 ^c	13,73±0,42 ^a	5,7±0,36 ^e	14,11±0,24 ^a
n-3	13,85±0,22 ^c	10,31±0,22 ^d	17,66±0,18 ^a	5,97±0,16 ^e	16,47±0,05 ^b	14,04±0,35 ^c
n-3/ n-6	1,29±0,03 ^d	1,53±0,06 ^c	2,04±0,03 ^b	0,44±0,02 ^f	2,9±0,19 ^a	1±0,04 ^c
n-6/n-3	0,78±0,02 ^c	0,66±0,02 ^d	0,49±0,01 ^e	2,30±0,08 ^a	0,35±0,02 ^f	1,00±0,04 ^b
PUFA/SFA	0,88±0,01 ^b	0,63±0,01 ^e	0,92±0,01 ^a	0,71±0,02 ^c	0,68±0,01 ^d	0,71±0,01 ^c
USFA/SFA	2,58±0,03 ^c	2,68±0,02 ^a	2,5±0,03 ^d	2,63±0,03 ^b	2,09±0,03 ^e	1,5±0,02 ^f

Легенда: подаци су представљени као средња вредност ± SD (n = 8). Вредности у истом реду са различитом словном ознаком у суперскрипту се статистички значајно разликују на нивоу значајности P<0,01; SFA –засићене масне киселине; MUFA –мононезасићене масне киселине; USFA –незасићене масне киселине, PUFA –полинезасићене масне киселине из група n-3 (n-3 PUFA)и n-6 (n-6 PUFA).

5.3. Оглед 3. Ефекат система гајења на хемијски састав и маснокиселински састав меса шарана

5.3.1. Производне перформансе

Тежина приликом излова, проценат преживљавања, густина риба приликом излова и специфична брзина пораста били су највиши у групи која је дохрањивана екструдираним смешом, а најнижи у групи која је гајена на екстензиван начин. На крају периода гајења у октобру, просечна завршна маса живог шарана у групи која је конзумирала само природну храну била је 463 g. Просечна завршна маса живог шарана у групи која је као додатну храну добијала смешу житарица износила је 754 g, а у групи која је добијала екструдираниу храну за рибе 1189 g. Укупна густина приликом излова је била 994,5 kg ha⁻¹ у екстензивном, 1696,7 kg ha⁻¹ у полуинтензивном са додатком смеше житарица и 2734,1 kg ha⁻¹ у полуинтензивном систему са додатком екстудирание хране за шарана (Табела 5.3.3.). Додавање екстудирание хране за рибе повећало је производњу по хектару скоро двоструко у односу на додавање смеше житарица и готово три пута у поређењу са групом која је конзумирала само природну храну доступну у рибњаку.

5.3.2. Хемијски састав меса шарана

Шаран гајен у полуинтензивном систему у којем је коришћена екстудираниа храна имао је највиши садржај протеина, а вредности масти, пепела и холестерола су биле у средини у односу на друге две групе (Табела 5.3.4.). Очекивано, гајење у екстензивном систему довело је до смањивања укупних масти и садржаја холестерола у месу шарана.

5.3.3. Маснокиселински састав меса шарана

Гајење у екстензивном систему резултирало је највишом количином укупних засићених масних киселина у месу шарана, посебно када су у питању палмитинска и стеаринска киселина (Табела 5.3.5.). У полуинтензивном систему, са додавањем смеше житарица, ниво MUFA је био највиши, са највећом заступљеношћу олеинске киселине. Шаран који је конзумирао само природну храну имао је већи проценат n-3 масних киселина у мишићима него шаран који је као додатну храну добијао смешу житарица или екструдирану храну (Табела 5.3.5.). Међутим, шаран који је прихрањиван екструдираном храном имао је виши проценат n-6 масних киселина у односу на шарана из друге две групе. Према томе, укупна количина PUFA била је виша у мишићним мастима шарана који је добијао екструдирану храну у односу на шарана који се хранио само природном храном. То би могла бити рефлексија масти из хране које су прешле у телесна ткива. Однос n-3/n-6 у мишићима риба био је највиши код шарана који се хранио само природном храном, затим код шарана који је добијао екструдирану храну, а најнижа вредност је запажена у групи у којој је вршено дохрањивање житарицама. Највиши ниво n-3 масних киселина је утврђен у мишићним мастима шарана који је конзумирао само природну храну, а најнижи код шарана који је добијао житарице. Код двогодишњег шарана који је храњен екструдираном храном запажени су најбољи односи USFA/SFA, PUFA/SFA, највећи садржај PUFA, као и најнижи садржај SFA у поређењу са остале две групе. Масти шарана из групе која је прихрањивана екструдираном храном садржале су мање MUFA (45%) него масти шарана из групе која је дохрањивана житарицама (64%).

Табела 5.3.1. Састав и хемијски састав екструдираних смеша за исхрану шарана

Компонента	g kg ⁻¹	Параметар	g kg ⁻¹
Сојина сачма	450	Сува материја(DM)	897,1
Језгра сунцокрета	150	Сирови протеини(CP)	280,6
Квасац	50	Сирови масти(CF)	63,3
Пшенично брашно	146	Пепео (CA)	41,6
Кукуруз	180	Слободни азотни екстракт (NFE ³)	61,4
Метионин	1	Бруто енергија (MJ·kg ⁻¹ DM) ⁴	102,5
Лизин	3	3	
Витаминоски премикс ¹	10	10	
Минерални премикс ²	10	10	

Легенда:¹ витамински премикс (mg/kg): витамин В1, 15; витамин В2, 10; витамин В6, 20; витамин В12, 0,15; витамин К3, 15; инозитол, 250; Са-пантотенска киселина, 80; никотинска киселина, 100; фолна киселина, 1; витамин Н (биотин), 1; витамин Е, 140; витамин С, 500; витамин А, 20.000 IU; витамин D3, 6.000 IU; холин хлорид, 1.800, целулоза као носач, ² Минерални премикс (mg kg⁻¹ of diet): Cu 20, Fe 40, Mn 30, Se 0,4, Zn 125, целулоза као носач, ³ NFE, слободни азотни екстракт, gkg⁻¹ DM = 100 - (CP + CF + CA), ⁴ Добијена рачунским путем на основу следећих фактора конверзије: CP – 24 kJ/g, CL – 39 kJ/ g, NFE - 17 kJ/ g (Jobling 1994)

Табела 5.3.2. Масно-киселински састав експерименталне хране

Масна киселина (% од укупних масних киселина у мастима)	Смеша житарица (80% кукуруз + 20% пшеница)	Екструдирани формулисана смеша
Миристинска киселина, C14:0	0,40	0,47
Палмитинска киселина, C16:0	10,86	10,98
Палмитоолеинска киселина, C16:1	0,16	0,48
Стеаринска киселина, C18:0	2,02	2,74
Олеинска киселина, C18:1cis-9	32,62	26,32

Коришћење репичиног уља у исхрани шарана и лињака као фактора промена
квалитета меса

Вакценска киселина, C18:1 cis-11	0,16	0,82
Линолна киселина, C18:2n-6	56,15	50,15
α-линолеинска киселина, C18:3n-3	0,98	2,23
Арахидска киселина, C20:0	0,38	0,3
Еикосенска киселина, C20:1	0,20	0,34
Бехенска киселина, C20:2	0,26	0,22
Ди-хомо-гама-линоленска, C20:3n-6	0,61	0,58
Еикосатриенска, C20:3n-3	-	0,32
Арахидонска, C20:4	-	0,06
Лигноцеринска киселина, C24:0	0,17	0,19
SFA	13,83	14,55
MUFA	32,14	27,96
PUFA	58	57,56
n-6	57,02	55,01
n-3	0,98	2,55
n-3/n-6	0,02	0,05

Легенда: SFA-засићене масне киселине; MUFA-мононезасићене масне киселине; PUFA-полинезасићене масне киселине из n-3 (n-3 PUFA) и n-6 (n-6 PUFA) групе

Табела 5.3.3.Производне перформансе шарана гајеног у три различита система

Параметар	Екстензивни (природна храна)	Полуинтензивни (мешавина житарица)	Полуинтензивни (формулисана меша)
Број риба на почетку огледа (јединки ha ⁻¹)	2500	2500	2500
IBW (g)	250±16,04	250±24,92	253±15,86
FBW (g)	462,58±31,32 ^c	754,08±28,12 ^b	1188,75±49,4 ^a
Број риба на крају огледа (јединки ha ⁻¹)	2150	2250	2300
Процент преживљавања (%) SR	86	90	92
Густина насада на почетку огледа (kg ha ⁻¹)	625	625	632,5
Густина насада на крају огледа (kg ha ⁻¹)	994,5	1696,68	2734,12
WG (g/риби)	212,58	504,08	935,75
BWG%	85,03	201,63	369,86
SGR (%day ⁻¹)	0,26	0,47	0,66
FCR (g·g ⁻¹)	2,7	1,86	

Легенда: IBW – просечна маса рибе на почетку огледа; FBW – просечна маса рибе на крају огледа; SR – проценат преживљавања; SGR – специфична брзина пораста; FCR – конверзија; WG – прираст; BWG – процентуални прираст. Подаци су представљени као средња вредност ± SD (n = 60). Вредности у истом реду са различитом словном ознаком у суперскрипту се значајно разликују на нивоу сигнификантности P < 0,01.

Табела 5.3.4. Хемијски састав меса шарана гајених у три различита система гајења

Параметар	Систем гајења		
	Екстензивни (природна храна)	Полуинтензивни (мешавина житарица)	Полуинтензивни (формулисана смеша)
Садржај влаге (gkg ⁻¹)	814,9±3,2 ^a	764±1,8 ^c	783,5±0,4 ^b
Садржај протеина (gkg ⁻¹)	154,8±2,8 ^b	155,9±2,1 ^b	171,7±0,5 ^a
Садржај масти (gkg ⁻¹)	20,7±1,1 ^c	68,5±1,4 ^a	31,9±0,5 ^b
Садржај пепела (gkg ⁻¹)	09,6±0,9 ^c	11,6±0,7 ^a	10,3±0,1 ^b
Садржај укупног холестерола (mgkg ⁻¹)	379,4±0,2 ^c	578±1,1 ^a	513,1±1,2 ^b

Легенда: Подаци су приказани као средње вредности ± SD (n = 12). Вредности у истом реду са различитом словном ознаком у суперскрипту се разликују значајно на нивоу сигнификантности P<0,01

Табела 5.3.5. Маснокиселински састав меса шарана гајеног у три различита система

Масна киселина (% укупних масних киселина у укупним мастима)	Систем гајења		
	Екстензивни (природна храна)	Полуинтензивни (мешавина житарица)	Полуинтензивни (формулисана смеша)
Лауринска киселина, C12:0	0,05±0,02 ^c	0,14±0,01 ^a	0,10±0,01 ^b
Миристинска киселина, C14:0	1,14±0,07 ^a	0,71±0,03 ^b	0,73±0,01 ^b
Пентадеканска киселина, C15:0	0,49±0,12 ^a	0,01±0,01 ^b	0,23±0,01 ^b

Коришћење репичиног уља у исхрани шарана и лињака као фактора промена
квалитета меса

Палмитинска киселина, C16:0	20,99±0,28 ^a	17,31±0,09 ^b	16,89±0,03 ^b
Маргаринска киселина, C17:0	0,69±0,09 ^a	0,12±0,01 ^b	0,18±0,005 ^b
Стеаринска киселина, C18:0	5,26±0,2 ^b	5,79±0,02 ^a	4,16±0,01 ^c
Арахидска киселина, C20:0	0,19±0,05 ^a	0,11±0,02 ^b	0,10±0,005 ^b
SFA	28,82±0,36 ^a	24,19±0,11 ^b	22,4±0,03 ^c
Палмитоолеинска киселина, C16:1	5,15±0,07 ^b	6,23±0,01 ^a	5,2±0,04 ^b
Олеинска киселина, C18:1cis-9	32,58±0,42 ^c	51,35±0,04 ^a	34,45±0,01 ^b
Вакценска киселина, C18:1cis-11	4,26±0,13 ^b	4,54±0,04 ^a	2,93±0,01 ^c
Еикосенска киселина, C20:1	1,51±0,18 ^c	2,19±0,05 ^b	2,54±0,01 ^a
MUFA	43,49±0,42 ^c	64,31±0,09 ^a	45,12±0,03 ^b
Линолна киселина, C18:2, n-6	13,49±0,25 ^b	8,7±0,13 ^c	22,57±0,01 ^a
Линоленска киселина(GLA), C18:3, n- 6	0,19±0,07 ^b	0,11±0,02 ^c	0,25±0,01 ^a
α-линолеинска киселина, C18:3, n-3	4,59±0,19 ^a	0,61±0,06 ^c	2,12±0,01 ^b
Бехенска киселина, C20:2	0,7±0,08 ^a	0,27±0,05 ^b	0,73±0,01 ^a
Дихомо-гама-линолна киселина, C20:3, n-6	0,77±0,12 ^b	0,43±0,04 ^c	1,02±0,01 ^a
Еикозатриенска киселина, C20:3, n-3	0,86±0,1 ^a	0,06±0,02 ^c	0,71±0,01 ^b
Арахидонска киселина, C20:4	2,79±0,21 ^a	0,73±0,04 ^c	1,44±0,01 ^b
Еикозапентаенска киселина, C20:5, n-3	1,17±0,1 ^a	0,2±0,02 ^c	0,93±0,01 ^b
Докозапентаенска киселина, C22:5, n-3	0,91±0,11 ^a	0,18±0,03 ^b	0,85±0,02 ^a
Докозахексаенска киселина, C22:6, n-3	2,22±0,3 ^a	0,25±0,04 ^c	1,86±0,04 ^b

PUFA	27,69±0,39 ^b	11,53±0,15 ^c	32,48±0,03 ^a
n-6	17,93±0,36 ^b	10,24±0,13 ^c	26,01±0,04 ^a
n-3	9,75±0,35 ^a	1,29±0,1 ^c	6,48±0,04 ^b
n-3/n-6	0,54±0,03 ^a	0,13±0,01 ^c	0,25±0,001 ^b
n-6/n-3	1,84±0,09 ^c	7,99±0,66 ^a	4,02±0,03 ^b
PUFA/SFA	0,64±0,01 ^b	0,18±0,002 ^c	0,72±0,001 ^a
UFA/SFA	0,96±0,02 ^b	0,48±0,008 ^c	1,45±0,003 ^a
PUFA/MUFA	2,47±0,04 ^c	3,13±0,02 ^b	3,46±0,01 ^a

Легенда: Подаци су представљени као средња вредност ± SD (n = 12). Вредности у истом реду са различитом словном ознаком у суперскрипту се статистички значајно разликују на нивоу значајности P<0,01; SFA –засићене масне киселине; MUFA –мононезасићене масне киселине; USFA –незасићене масне киселине, PUFA –полинезасићене масне киселине из група n-3 (n-3 PUFA) и n-6 (n-6 PUFA).

5.4. Оглед 4. Ефекат неодговарајуће технологије гајења на прекомерно накупљање масти у мишићном ткиву шарана

У Табели 5.4.1. су приказани резултати хемијског састава и садржаја укупног холестерола у месу шарана узоркованог са рибњака на Какову (метох манастира Хиландар, Грчка, рецепијент изворска вода) у полуинтензивном систему гајења са додавањем кукуруза као енергетске компоненте, под промењивим природним атмосферским условима; РГ“Ечка“ (Србија, рецепијент река Тиса, где се производња одвија у полуинтензивном систему коришћењем природних ресурса уз додавање индустријски произведених смеша намењених за исхрану шарана), Бардача (Босна и Херцеговина, рецепијент река Сава, где се производња одвија коришћењем природне хране уз додавање кукуруза и пшенице у односу 80:20); Сутјеска (Србија, рецепијент река Тамиш, где се производња одвија у полуинтензивном систему уз коришћење природне хране и додавање јечма, кукуруза и пшенице у односу 40:30:30 и РЗ“Мошорин“ (Србија, рецепијент бунарска вода, рибњачка касета где је шарану била доступна само природна храна).

Табела 5.4.1. Хемијски састав шарана узоркованог на рибањацима на Какову; РГ“Ечка“, Бардача, Сутјеска и РЗ“Мошорин“

Параметар	Каково	РГ „Ечка“	Бардача	Сутјеска	РЗ „Мошорин“
Садржај влаге (%)	52,76 ± 2,23 ^d	77,36 ± 0,04 ^b	71,04 ± 0,20 ^c	71,67 ± 0,06 ^c	80,36±0,24 ^a
Сирови протеини (%)	11,37 ± 0,2 ^d	17,17 ± 0,05 ^a	14,44 ± 0,16 ^c	15,81 ± 0,18 ^b	16,21±0,12 ^b
Сирова маст (%)	33,12 ± 4,28 ^a	4,19 ± 0,05 ^d	11,73 ± 0,11 ^b	10,53 ± 0,11 ^c	2,42±0,17 ^e
Пепео (%)	2,88 ± 0,08 ^a	1,03 ± 0,01 ^b	0,84 ± 0,01 ^c	0,93 ± 0,02 ^b	1,02±0,02 ^b
Укупни холестерол (mg kg ⁻¹)	34,86 ± 0,22 ^e	51,31 ± 0,12 ^d	59,75 ± 0,09 ^b	66,07 ± 0,04 ^a	55,81±0,11 ^c

Легенда:Подаци су приказани као средња вредност ± SE (n = 8). Вредности у истом реду са различитом словном ознаком у суперскрипту се разликују на нивоу значајности P < 0,05

5.5. Оглед 5. Резултати анализа хемијског и маснокиселинског састава меса шарана из слободног излова, класичног полуинтензивног рибањака и шарана из кавезног система гајења

Резултати анализа хемијског састава и садржаја холестерола у филетима шарана из све три испитиване групе су приказани у Табели 5.5.1. Садржај воде се статистички значајно разликовао између тестираних група (p<0,05), а исто тако и садржај масти и може се запазити негативна корелација када су ова два параметра у питању. Садржај протеина је био највиши код шарана из полуинтензивног система

гајења („Ечка“), али није било статистички значајне разлике између група. Интересантна је чињеница да је у овом истраживању садржај масти код шарана из рибњака „Ечка“ значајно мањи у односу на садржај масти код шарана из Дунава (3,41% наспрам 6,95%). Највећи садржај масти је измерен код шарана из кавезног система гајења. Овај систем уједно и представља најинтензивнији вид производње рибе у Републици Србији. Садржај холестерола је био значајно виши у узорцима риба из Дунава и рибњака „Ечка“ у односу на шарана из кавезног система, без обзира на значајно виши садржај масти у последњој поменутој групи.

У Табели 5.5.2. је приказан садржај појединачних масних киселина, укупан садржај SFA, MUFA, PUFA, серија n-3 и n-6 (% од укупних масних киселина), као и односи $\Sigma n-3 / \Sigma n-6$, PUFA/SFA и UFSA/SFA. Палмитинска киселина је била најзаступљенија SFA у све три групе и постојала је статистички значајна разлика ($p < 0,05$) када је њен проценат у питању између група, при чему је највиши садржај измерен код шарана из Дунава, што се одразило и на укупан збир SFA, који је био највиши у овој групи. Код шарана из кавезног система није детектована пентадеканска киселина, док код шарана са РГ „Ечка“ није утврђено присуство арахидске киселине.

Када су у питању MUFA, њихов укупан садржај је био највиши у узорцима шарана из Дунава, а најнижи у узорцима из кавезног система гајења, иако је садржај најдоминантније MUFA, олеинске киселине био приближно исти у све три групе. Међутим, вакценска киселина није детектована у узорцима шарана из кавеза, а њен садржај је био значајно највиши у узорцима из Дунава. Такође је и садржај палмитоолеинске киселине био значајно највећи у узорцима из слободног излова. Укупан садржај PUFA је био највећи у узорцима из кавезног система гајења, а најнижи у узорцима из Дунава, највише због високог садржаја линолне киселине у узорцима из кавеза који је био два пута већи у односу на шарана са РГ „Ечка“, а готово пет пута виши у односу на шарана из Дунава. Ово је допринело и високом садржају n-6 масних киселина у мастима узорака из кавезног система, као и веома неповољном односу n-3/n-6 масних киселина. Садржај EPA, DPA и DHA

није се статистички значајно разликовао између шарана из Дунава и Ечке, а био је значајно нижи у узорцима из кавезног система. Са друге стране, однос PUFA/SFA, који представља параметар квалитета липида је био најповољнији у узорцима из кавеза. Укупне n-6 масне киселине су значајно више заступљене код риба из узгоја, па је тако њихов садржај у шарану са РГ „Ечка“ био 1,6 пута већи у односу на шарана из Дунава, а код шарана из кавеза чак 3 пута већи у односу на шарана из Дунава и 1,8 пута већи у односу на шарана са РГ „Ечка“. Укупне n-3 масне киселине нису се значајно разликовале између шарана из излова и шарана из полуинтензивног система гајења, док је њихов садржај био нижи код шарана из кавезног система гајења.

Табела 5.5.1. Хемијски састав и садржај укупног холестерола у филетима конзумног шарана изловљеног из Дунава, РГ „Ечка“ и кавезног система „Врбас“

Параметар	Дунав	Ечка	Врбас
Садржај воде(%)	73,58±1,21 ^b	78,31±1,09 ^a	70,32±1,00 ^c
Садржај протеина(%)	16,57±0,56	17,30±0,39	16,23±0,54
Садржај масти(%)	6,95±0,89 ^b	3,41±1,37 ^c	9,79±0,8 ^a
Садржај пепела(%)	0,87±0,05	1,04±0,02	0,88±0,01
Садржај укупног холестерола (mg/100g)	45,49±7,0 ^a	49,64±5,89 ^a	26,53±5,56 ^b

Легенда: Подаци су представљени као средња вредност ± SD (n = 6). Вредности у истом реду са различитом словном ознаком у суперскрипту се статистички значајно разликују на нивоу значајности p < 0,05

Табела 5.5.2. Састав масних киселина (% од укупних масних киселина) у филетима конзумног шарана изловљеног из Дунава, РГ „Ечка“ и кавезног система „Врбас“

Масна киселина, %	Дунав	Ечка	Врбас
Миристинска киселина, C14:0	2,88±0,11 ^a	0,77±0,1 ^b	0,35±0,06 ^c
Пентадеканска киселина, C15:0	0,6±0,07 ^b	0,24±0,04 ^a	0,00±0 ^c

Коришћење репичиног уља у исхрани шарана и лињака као фактора промена
квалитета меса

Палмитинска киселина, С16:0	19,45±0,21 ^a	18,85±0,18 ^b	12,52±0,42 ^c
Палмитоолеинска киселина, С16:1	13,82±0,15 ^a	5,22±0,21 ^b	1,94±0,14 ^c
Маргаринска киселина, С17:0	0,67±0,13 ^a	0,4±0,08 ^b	0,06±0,02 ^c
Стеаринска киселина, С18:0	3,86±0,17 ^c	5,18±0,11 ^a	4,19±0,14 ^b
Олеинска киселина, С18:1cis-9	30,23±0,19 ^b	32,56±2,17 ^a	33,55±0,14 ^a
Вакценска киселина, С18:1cis-11	7,16±0,16 ^a	2,97±0,17 ^b	0,00±0,00 ^c
Линолна киселина, С18:2, n-6	8,67±0,28 ^c	19,63±1,58 ^b	38,43±0,61 ^a
Линоленска киселина, С18:3, n-6	0,26±0,42	0,20±0,06	0,6±0,04
Алфа-линолеинска киселина, С18:3, n-3	2,73±0,07 ^{ab}	2,23±0,32 ^b	3,16±0,17 ^a
Арахидска киселина, С20:0	0,13±0,03 ^a	0,00±0,00 ^c	0,06±0,04 ^b
Еикосенска киселина, С20:1	1,73±0,08 ^b	2,48±0,17 ^a	1,76±0,08 ^b
Бехенска киселина, С20:2	1,55±0,1 ^a	0,6±0,11 ^b	0,63±0,05 ^b
Дихомо-гама-линоленска киселина, С20:3, n-6	0,75±0,12	0,87±0,15	0,78±0,04
Еикозатриенска киселина, С20:3, ω-3	0,36±0,08 ^b	0,67±0,15 ^a	0,07±0,02 ^c
Арахидонска киселина, С20:4	2,42±0,1 ^a	1,17±0,16 ^b	1,13±0,16 ^b
Еикозапентаенска киселина, С20:5, n-3	1,33±0,08 ^a	1,17±0,31 ^a	0,20±0,29 ^b
Докозапентаенска киселина, С22:5, n-3	0,64±0,05 ^a	0,57±0,2 ^a	0,14±0,05 ^b
Докозахексаенска киселина, С22:6, n-3	0,89±0,08 ^a	1,18±0,29 ^a	0,43±0,52 ^b
SFA	27,59±0,22 ^a	25,44±0,26 ^b	17,18±0,39 ^c
MUFA	52,94±0,19 ^a	43,22±2,11 ^b	37,25±0,17 ^c
PUFA	19,6±0,54 ^c	28,38±0,89 ^b	45,46±0,83 ^a
n-6	13,64±0,46 ^c	22,48±1,97 ^b	41,56±0,63 ^a
n-3	5,96±0,16 ^a	5,9±1,16 ^a	4,00±0,88 ^b
n-3/n-6	0,44±0,02 ^a	0,29±0,07 ^b	0,1±0,02 ^c
n-6/n-3	2,29±0,08 ^c	3,9±1,46 ^b	10,79±2,16 ^a
PUFA/SFA	0,71±0,02 ^c	1,12±0,03 ^b	2,65±0,1 ^a
USFA/SFA	2,63±0,03 ^b	2,82±0,12 ^b	4,82±0,14 ^a

Легенда: Подаци су представљени као средња вредност ± SD (n = 6). Вредности у истом реду са различитом словном ознаком у суперскрипту се статистички

значајно разликују на нивоу значајности $P < 0,05$; SFA –засићене масне киселине; MUFA –мононезасићене масне киселине; USFA –незасићене масне киселине, PUFA –полинезасићене масне киселине из група n-3 (n-3 PUFA) и n-6 (n-6 PUFA).

5.6.Оглед 6. Резултати анализа хемијског и маснокиселинског састава комерцијално важних врста риба из малопродајних објеката

Резултати анализа хемијског састава риба су приказани у *Табели 5.6.1.* Запажено је да је садржај масти највише варирао код шарана (6,3-15%), сивог толстолобика (3-10%), белог толстолобика (4-8%), а најмање код смуђа (1,5-2,2%). Садржај протеина је такође био варијабилан, али у мањој мери него садржај масти и варијације су такође биле највеће код шарана (14,1-16,9%) а најмање код белог толстолобика (17,6-18,6%). Разлике унутар врсте су забележене и када је у питању количина укупног холестерола, а биле су најизраженије код шарана (43,2-65mg/100g). Разлике између врста када је у питању хемијски састав филета су биле статистички значајне ($P < 0,01$).

Значајне варијације у количини различитих масних киселина су забележене између врста, али и унутар врсте. Маснокиселински састав, који је приказан у *Табели 5.6.2.*, био је веома варијабилан посебно у филетима шарана, па је тако проценат С16:0 био у опсегу 17,3-33,4%. Количина SFA била је прилично константна у свим испитиваним врстама (око 30%), а палмитинска киселина је била најзаступљенија SFA и није било статистички значајних разлика између различитих врста риба ($P > 0,01$). Садржај С18:1 је био у широком опсегу у филетима шарана, а најмањи садржај ове масне киселине је измерен у филетима белог толстолобика (12,5%). Количина С22:6, n-3 варијала је како међу врстама тако и унутар сваке врсте испитиваних риба, и била је најнижа у филетима шарана, а највећа количина је измерена у филетима смуђа. Највећа стандардна девијација укупних SFA запажена је код шарана, а када је у питању садржај MUFA и PUFA код сома и смуђа. Најнижа вредност односа n-3/n-6 забележена је у једном од узорака шарана (0,12), а највиша у једном од узорака сивог толстолобика (3,7). Овај однос такође варира између врсте и најнижа вредност је установљена код шарана а

највећа за филете сивог толстолобика, без значајних разлика између белог и сивог толстолобика.

Табела 5.6.1. Хемијски састав седам најзаступљенијих топоводних врста риба узоркованих у малопродајним објектима

Параметар	Шаран	Толстолобик бели	Толстолобик сиви	Амур	Сом	Смуђ
Садржај воде (%)	73,16±2,81 ^a	74,68±1,49 ^a	74,48±2,44 ^a	76,17±1,67 ^{ab}	77,74±0,89 ^b	77,89±0,45 ^b
Садржај протеина (%)	15,64±0,98 ^a	18,01±0,32 ^b	18,03±0,34 ^b	14,73±0,70 ^a	17,34±0,53 ^b	19,27±0,39 ^c
Садржај масти (%)	10,07±3,18 ^a	6,1±1,59 ^{bc}	6,29±2,42 ^b _c	8,02±1,61 ^{ac}	3,96±0,69 ^{bd}	1,8±0,23 ^d
Пепео (%)	1,14±0,09 ^{ab}	1,21±0,05 ^a _c	1,2±0,03 ^{ac}	1,07±0,16 ^{ad}	0,96±0,12 ^d	1,04±0,02 ^{bde}
Укупни холестерол (mg/100g)	56,38±6,48 ^a	65,38±3,29 ^b	65,2±2,19 ^b	65,29±2,56 ^b	33,14±1,58 ^c	42,34±1,33 ^d

Легенда: подаци су представљени као средња вредност ± SD (n = 8). Вредности у истом реду са различитом словном ознаком у суперскрипту се статистички значајно разликују на нивоу значајности P<0,01; SFA –засићене масне киселине; MUFA –мононезасићене масне киселине; USFA –незасићене масне киселине, PUFA –полинезасићене масне киселине из група n-3 (n-3 PUFA)и n-6 (n-6 PUFA).

Табела 5.6.2. Маснокиселински састав седам најзаступљенијих топоводних врста риба узоркованих из малопродајних објеката

Масна киселина (%)	Шаран	Толстолобик бели	Толстолобик сиви	Амур	Сом	Смуђ

Коришћење репичиног уља у исхрани шарана и лињака као фактора промена
квалитета меса

C12:0	0,24±0,2 ^{ab}	0,46±0,2 ^b	0,37±0,11 _{bc}	0,10±0,04 _a	0,21±0,14 _{ac}	0,2±0,13 ^a _c
C14:0	1,47±0,93 _a	4,49±1,27 _b	3,82±0,13 ^a _b	1,49±0,34 _a	3,00±1,52 _{ab}	2,15±2,41 _a
C15:0	0,54±0,58 _{abc}	1,05±0,23 _b	0,77±0,39 ^a _{bc}	0,29±0,07 _c	0,70±0,25 _{abc}	0,32±0,04 _{ac}
C16:0	22,68±6,07	21,21±2,53	20,2±2,06	22,91±0,37	19,31±2,05	18,23±1,8
C16:1, n7	5,93±1,24 _a	10,04±1,45 ^{bc}	8,07±1,4 ^{ab} _e	10,73±0,01 ^c	9,49±1,57 _{bcd}	5,47±1,51 _{ae}
C17:0	1,27±1,64	1,74±0,69	1,17±0,58	0,41±0	1,02±0,46	0,53±0,16
C18:0	7,18±2,57 _a	5,37±1,48 ^a _b	6,19±1,68 ^a	3,38±0,12 _b	5,75±1,02 _{ab}	6,98±1,08 _a
C18:1cis -9,n9	35,84±11,05 ^a	20,55±3,87 ^b	19,84±1,05 ^b	34,37±1,5 _{ac}	22,58±4,07 ^b	26,3±8,07 _{abc}
C18:1cis -11,n9	2,82±1,81 _a	4,51±1,1 ^{ab}	4,16±0,95 ^a _b	4,46±0,32 _{ab}	6,00±1,85 _b	4,77±0,42 _{ab}
C18:2,n 6	9,62±3,48 _{ac}	5,13±1,08 _{bd}	4,02±1,23 _d	10,39±2,5 _c	6,14±1,6 ^a _{bd}	9,07±3,23 _{abc}
C18:3,n 6	0,45±0,44	0,35±0,25	0,2±0,09	0,11±0,04	0,26±0,23	0,18±0,12
C18:3,n 3	2,71±1,58 _a	5,91±0,93 _b	6,27±1,29 _b	3,75±1,35 _{ab}	3,92±1,98 _{ab}	2,2±1,52 ^a
C20:0	0,17±0,07	0,24±0,19	0,28±0,15	0,13±0,05	0,22±0,1	0,21±0,06
C20:1,n 9	1,7±0,59 ^{ab}	1,26±0,2 ^a	1,41±0,4 ^a	1,03±0,06 _a	3,37±2,29 _b	1,35±0,51 _a
C20:2,n 6	0,69±0,23	0,41±0,09	0,74±0,37	0,43±0,08	0,65±0,19	0,43±0,25
C20:3,n 6	0,86±0,3 ^a	0,47±0,09 _b	0,42±0,16 _b	0,72±0,07 _{ab}	0,58±0,21 _{ab}	0,50±0,27 _{ab}
C20:3,n 3	0,64±0,32 _a	0,67±0,14 ^a _b	1,21±0,79 _b	0,36±0,06 _a	0,42±0,26 _a	0,41±0,14 _a
C20:4,n 6	1,85±1,1 ^a	3,4±1,11 ^a	4,05±1,73 ^a _b	1,61±0,48 _a	3,55±2,29 _a	2,67±1,3 ^a
C20:5,n 3	1,09±0,69 _a	5,42±1,52 _{bd}	7,84±1,89 _d	0,96±1,31 _a	3,43±2,17 _{ab}	6,13±1,78 _{bd}
C22:5,n 3	0,85±0,34 _{ad}	1,07±0,2 ^{ab} _d	1,14±0,46 ^a _c	0,5±0 ^a	1,82±0,68 _{bce}	1,55±0,4 ^c _d

C22:6,n 3	1,32±1,04 a	6,62±1,7 ^b	7,82±2,34 b	1,9±2,5 ^a	7,62±2,94 b	10,52±1,7 4 ^b
SFA	33,55±11, 73	34,57±2,7 4	32,82±2,1 5	28,72±0,8 8	30,22±2,7 8	28,6±2,73
MUFA	46,3±11,5 7 ^{ab}	36,36±4,5 8 ^{bc}	33,48±1,6 ^c	50,6±1,89 a	41,43±5,2 abc	37,92±9,1 6 ^{bc}
PUFA	20,1±6,66 a	29,46±4,9 6 ^{ab}	33,73±3,3 6 ^b	20,72±2,9 a	28,39±6,9 7 ^{ab}	33, 67±6,87 ^b
∑ n-6	13,48±3,7 6 ^{ab}	9,78±2,17 ^a	9,31±1,5 ^b	13,26±2,2 1 ^{ab}	11,18±1,9 1 ^{ab}	12,86±2,7 5 ^{ab}
∑ n-3	6,61±3,22 a	19,68±2,9 5 ^b	24,54±2,8 7 ^b	7,46±5,11 a	17,21±5,3 4 ^b	20,81±4,3 4 ^b
n-3/n-6	0,48±0,18 a	2,04±0,22 bd	2,68±0,46 d	0,68±0,77 ac	1,52±0,32 b	1,62±0,17 b
n-6/n-3	2,78±2,33 a	0,49±0,05 b	0,38±0,05 b	2,22±0,74 ac	0,69±0,16 bc	0,62±0,06 bc
PUFA/S FA	0,66±0,29 a	0,86±0,21 ^a b	1,04±0,17 ^a b	0,72±0,13 a	0,96±0,3 ^a b	1,17±0,17 b

Легенда: подаци су представљени као средња вредност ± SD (n = 8). Вредности у истом реду са различитом словном ознаком у суперскрипту се статистички значајно разликују на нивоу значајности P<0,01; SFA –засићене масне киселине; MUFA –мононезасићене масне киселине; USFA –незасићене масне киселине, PUFA –полинезасићене масне киселине из група n-3 (n-3 PUFA) и n-6 (n-6 PUFA).

5.7. Оглед 7. Резултати анализа хемијског и маснокиселинског састава меса шарана различите старости

У Табели 5.7.1. су приказани резултати анализа хемијског састава и садржаја укупног холестерола у месу једногодишњег, двогодишњег и трогодишњег шарана, који су узорковани из истог рибњака, на којем се производња одвијала у поинтензивном систему гајења, са коришћењем кукуруза и пшенице (80:20) као додатне енергетске компоненте у исхрани. Процент воде кретао се од 77,78±0,07 код једногодишњег шарана, преко 75,01±0,29 код двогодишњака, до 71,04±0,20 код трогодишњег шарана. Садржај протеина је био највиши у месу једногодишњег шарана (16,86±0,19), затим двогодишњег (15,59±0,21), док је најнижи садржај

протеина измерен у месу трогодишњака ($14,44 \pm 0,16$). Процент масти је био најнижи у месу једногодишњака ($4,41 \pm 0,11$), а највиши у филетима трогодишњег шарана ($11,73 \pm 0,11$). Садржај масти код двогодишњака је износио $6,85 \pm 0,14\%$. Садржај пепела, изражен у процентима био је $0,84 \pm 0,01$ код трогодишњака, $0,89 \pm 0,04$ код двогодишњег и $0,94 \pm 0,01$ код једногодишњег шарана. Садржај укупног холестерола био је најнижи код једногодишњег шарана ($37,94 \pm 0,02$), у мастима двогодишњака био је $57,8 \pm 0,11$ mg/100 g, док је највећи садржај укупног холестерола измерен у мастима трогодишњег шарана ($59,75 \pm 0,09$).

У Табели 5.7.2. су приказани процентни удели појединачних масних киселина код шарана различитих старосних категорија. Однос USFA/SFA је био готово истоветан код трогодишњака (3,18), затим двогодишњег шарана (3,14), и код једногодишњака ($3,12 \pm 0,01$). Однос PUFA/SFA износио је за једногодишњака 0,53, двогодишњака 0,45 и 0,42 за шарана старог три године. У све три испитиване старосне категорије најзаступљеније су биле MUFA (од 61,4% код једногодишњака до 64,9% код трогодишњака), затим SFA (од 23,93% код трогодишњака до 24,98% у мастима једногодишњег шарана) Садржај PUFA се кретао од 10,17% у мастима трогодишњег до 12,89% у мастима шарана старог годину дана. N3/n6 однос је био између 0,1 (троподишњак) и 0,16 (једногодишњак).

Табела 5.7.1. Хемијски састав једногодишњег, двогодишњег и трогодишњег шарана

Параметар	Једногодишњи шаран	Двогодишњи шаран	Трогодишњи шаран
Садржај воде %	$77,78 \pm 0,07^a$	$75,01 \pm 0,29^b$	$71,04 \pm 0,20^c$
Садржај протеина %	$16,86 \pm 0,19^a$	$15,59 \pm 0,21^b$	$14,44 \pm 0,16^c$
Садржај масти %	$4,41 \pm 0,11^a$	$6,85 \pm 0,14^b$	$11,73 \pm 0,11^c$
Пепео %	$0,94 \pm 0,01^a$	$0,89 \pm 0,04^b$	$0,84 \pm 0,01^c$
Садржај укупног холестерола mg/100g	$37,94 \pm 0,02^a$	$57,8 \pm 0,11^b$	$59,75 \pm 0,09^c$

Легенда: Вредности су приказане као средња вредност \pm SD (n=12); вредности у истом реду са различитом словном ознаком у суперскрипту се статистички значајно разликују на нивоу значајности $p < 0,01$

Табела 5.7.2. Маснокиселински састав меса једногодишњег, двогодишњег и трогодишњег шарана

Масна киселина, %	Једногодишњи шаран	Двогодишњи шаран	Трогодишњи шаран
Лауринска киселина, C12:0	0,14±0,01	0,14±0,01	0,13±0,01
Миристинска киселина, C14:0	0,59±0,02 ^a	0,72±0,01 ^b	0,75±0,01 ^b
Пентадеканска киселина, C15:0	0,1±0,02 ^a	0,01±0,01 ^b	0,02±0,02 ^b
Палмитинска киселина, C16:0	17,11±0,08	17,33±0,06	16,93±0,03
Палмитоолеинска киселина, C16:1	5,78±0,02 ^a	6,23±0,01 ^b	6,01±0,02 ^{ab}
Маргаринска киселина, C17:0	0,18±0,01	0,12±0,01	0,14±0,01
Стеаринска киселина, C18:0	6,02±0,01	5,79±0,02	5,84±0,01
Олеинска киселина, C18:1cis-9	54,00±0,04 ^a	51,35±0,04 ^b	51,76±0,13 ^b
Вакценска киселина, C18:1cis-11	0±0,00 ^a	4,54±0,04 ^b	4,71±0,02 ^b
Линона киселина, C18:2, ω-6	9,74±0,05 ^a	8,75±0,06 ^b	8,17±0,02 ^{cb}
Линоленска киселина (GLA) C18:3, ω-6	0,24±0,01 ^a	0,12±0,01 ^b	0,12±0,00 ^b
α-линолеинска киселина, C18:3, ω-3	0,74±0,01 ^a	0,64±0,00 ^b	0,28±0,01 ^c
Арахидска киселина, C20:0	0,14±0,01	0,12±0,01	0,12±0,01
Еикосенска киселина, C20:1	1,63±0,01 ^a	2,22±0,01 ^b	2,44±0,01 ^b
Бехенска киселина, C20:2	0,34±0,01	0,3±0,04	0,28±0,01
Дихомо-гама-линоленска киселина, C20:3, ω-6	0,84±0,08 ^a	0,46±0,02 ^b	0,70±0,04 ^c
Еикозатриенска киселина, C20:3, ω-3	0,07±0,01	0,06±0,00	0,02±0,02
Арахидонска киселина, C20:4	1,46±0,02 ^a	0,74±0,01 ^b	0,99±0,04 ^c
Еикозапентаенска киселина, C20:5, ω-3	0,23±0,01 ^a	0,19±0,02 ^{ab}	0,14±0,01 ^b
Докозапентаенска киселина, C22:5, ω-3	0,28±0,01 ^a	0,18±0,01 ^b	0,16±0,01 ^b
Докозахексаенска киселина, C22:6, ω-3	0,42±0,02 ^a	0,25±0,01 ^b	0,30±0,02 ^c

SFA	24,28±0,09 ^a	24,23±0,06 ^a	23,93±0,05 ^b
MUFA	61,41±0,05 ^a	64,34±0,06 ^b	64,92±0,12 ^b
PUFA	12,89±0,09 ^a	10,95±0,09 ^b	10,17±0,06
ω-6	11,15±0,09 ^a	9,63±0,08 ^b	9,27±0,04 ^b
ω-3	1,74±0,03 ^a	1,32±0,02 ^b	0,90±0,03 ^c
ω-3/ω-6	0,16±0,00	0,14±0,00	0,1±0,00
ω-6/ω-3	6,41±0,14 ^a	7,28±0,08 ^b	10,28±0,37 ^c
PUFA/SFA	0,53±0,00 ^a	0,45±0,00 ^{ab}	0,42±0,00 ^b
UFA/SFA	3,12±0,01	3,14±0,01	3,18±0,01

Легенда: вредности су приказане као средња вредност ± SD (n=12); Вредности у истом реду са различитом словном ознаком у суперскрипту се статистички разликују на нивоу сигнификантности p<0,01. SFA-засићене масне киселине, MUFA-мононезасићене масне киселине, USFA-незасићене масне киселине, PUFA-полинезасићене масне киселине из серија n-3 (n-3 PUFA) и n-6 (n-6 PUFA).

5.8. Оглед 8. Утицај додавања различитих врста уља у формулисане смеше на квалитет меса лињака

5.8.1. Маснокиселински састав смеша

Резултат суплементације са различитим врстама уља било је варирање у маснокиселинском саставу смеша (Табела 5.8.1.). У свим испитаним смешама најдоминантнија SFA је била палмитинска киселина. Укључивање уља биљног порекла довело је до смањивања концентрације палмитиснке киселине и последично укупних SFA, за 1,4 (храна са додатком сојиног уља) до 1,8 пута у смеси која је садржала уље уљане репице у поређењу са смешом која је садржала рибље уље. Садржај укупних MUFA био је готово дуплиран у храни која је обогата уљем уљане репице у односу на остале смеше, највише захваљујући високој концентрацији олеинске киселине. Међу PUFA најприсутнија је била линолна киселина, која је била 1,9 пута заступљенија у смеси са додатком сојиног

уља у односу на смешу у коју је додато уље уљане репице и 2,6 пута више у односу на смеше са додатком рибљег и ланеног уља и алфа-линолеинска киселина, која је била неколико пута заступљенија у храни са додатком ланеног уља у односу на остале смеше. Садржај ЕРА и ДНА је установљен само у смеси која је садржала рибље уље. Однос n-3/n-6 PUFA је био 2; 1,2; 0,3 и 0,2 у смешама са додатком ланеног, рибљег, уља уљане репице и сојиног уља, односно.

5.8.2. Производне перформансе

Укупан принос, просечна телесна маса при излову и просечан дневни прираст били су значајно већи у групама које су добијале пелетирану храну у поређењу са групом којој је била доступна само природна храна. Међутим, није било значајних разлика између група које су добијале додатну храну. На крају вегетационе сезоне, у октобру, просечна завршна телесна маса лињака храњеног природном храном износила је 300g, док је у полуинтензивном систему достигла 420g. Тежина по групама приликом излова је износила 288 kg ha^{-1} у екстензивном систему, а 861 kg ha^{-1} у полуинтензивном систему (Табела 5.8.2.). Према томе, додавање пелетиране хране резултирало је у три пута већој укупној тежини рибе приликом излова.

5.8.3. Хемијски састав рибљег меса

Хемијски састав филета лињака је приказан у Табели 5.8.3. Врста уља није значајно утицала на садржај воде, протеина, масти и пепела у узорцима, за разлику од система гајења ($P < 0,01$). Садржај воде је био значајно виши у екстензивном (82,4%) него у полуинтензивном систему гајења (76,8-76,9%). Нижи садржај воде

био је удружен са вишим садржајем масти, који је био значајно виши у полуинтензивном (3,3%) него у екстензивном систему (0,8%). Слична ситуација је била и када су у питању протеини, чији је ниво био виши у полуинтензивном систему (18,9 наспрам 15,8%). Садржај пепела је био готово једнак у свим експерименталним групама (1,1%).

5.8.4. Квалитет воде

Параметри квалитета воде су били приближно једнаки у свим експерименталним јединицама. Садржај раствореног кисеоника варирао је значајно у свим експерименталним групама и био је у распону од 1,4 mgl⁻¹ до 14,8 mgl⁻¹. Вредност рН кретала се од 7,04 до 8,62, а температура воде од 15 до 28,7°C.

5.8.5. Маснокиселински састав планктона и бентоса

Збирни узорци планктона и бентоса су анализирани и извршена је квантификација SFA, MFA и PUFA, и установљено је да је однос n-3/n-6 у свим узорцима био виши од 3 (Табела 5.8.4.). У укупним мастима екстрахованим из узорака природне хране пропорција SFA, MUFA и PUFA је била у опсегу 27,6 до 28,4%, 26,1–27,4 и 45,3–46,8% од укупних идентификованих масних киселина, односно Садржај укупних SFA као и палмитинске киселине, која је била најзаступљенија SFA у свим групама, није варирао значајно између експерименталних јединица. Олеинска киселина је била најзаступљенија MUFA и није било значајних разлика када је у питању њен квантитет између група. Садржај ALA био је веома висок у свим групама као и садржај DHA и EPA. Када су у

питању n-6 PUFAс најдоминантнија је била арахидонска киселина, али је релативно висок проценат LA такође измерен.

5.8.6. Маснокиселински састав филета лињака

Удео свих масних киселина у анализираним групама је био под значајним утицајем система гајења и додате хране. Група која је храњена смешом са додатком рибљег уља је имала највиши садржај SFA ($28,8 \pm 0,11$), док је најнижи измерен у групи из узорцима из екстензивног система ($23,4 \pm 0,24$); најочљивија разлика је била везана за стеаринску киселину, која је била готово три пута заступљенија у групи која је храњена са смешом са додатком рибљег уља у односу на лињака гајеног у екстензивном систему ($6,3 \pm 0,04$ наспрам $2,4 \pm 0,16$). Садржај MUFA у филетима лињака из групе која је храњена храном са додатком уља уљане репице је био значајно већи у односу на друге испитивне групе ($37,4\%$ наспрам $25,2-30,6\%$). Садржај OA у групи која је храњена храном обогаћеној са уљем уљане репице ($28,4\%$) био је значајно већи у односу на остале третмане ($P < 0,05$), док је садржај линолне киселине у филетима лињака из групе која је храњена са смешом са додатком сојиног уља ($22,1 \pm 0,04\%$) био значајно виши у односу на рибе из третмана са уљем уљане репице ($12,9\%$), ланеним уљем ($7,7\%$) и уљем уљане репице ($7,9\%$) ($P < 0,05$). Концентрације OA, LA и ALA у филетима лињака су биле ниже у третманима са уљима биљног порекла у односу на концентрације ових масних киселина у анализираним смешама са додатком уља биљног порекла; док су концентрације ARA, EPA, докозапентаенске киселине (DPA) и DHA су биле неколико пута више у односу на установљени садржај у смешама са додаком уља биљног порекла. Повећан садржај гама линоленске киселине ($18:3n-6$), еикозадиенске киселине ($20:2n-6$), дихомо-у-линоленске киселине ($20:3n-6$) и еикозатетраенске киселине ($20:4n-3$) у месу риба које су храњене смешама са додатком уља биљног порекла у односу на одговарајуће смеше је установљен

(Табела 5.8.6). Садржај АА је био значајно виши у филетима лињака из екстензивног система (5,14%) у односу на групе које су гајене у полуинтензивном систему (0,6-0,9%). Веома висок проценат ЕРА и ДНА је установљен у филетима из третмана са рибљим уљем (5,4±0,03; 10,9±0,07,односно) и екстензивног система (5,1±0,07; 14,5±0,13, односно). Није установљена статистички значајна разлика када су у питању концентрације АРА, ЕРА, или ДНА у филетима лињака из различитих третмана са уљима биљног порекла (P>0,05; Табела 5.8.6). Однос n-3/n-6 у мишићном ткиву је био од 2,6 (третман са ланеним уљем) до 0,6 (третман са сојиним уљем) (P<0,05).

Табела 5.8.1. Састав и хемијски састав експерименталних смеша

Компонента (g kg ⁻¹)	FO ⁴	RO ⁴	SO ⁴	LO ⁴
Сојина сачма	400	400	400	400
Рибље уље	60	0	0	0
Уље уљане репице	0	60	0	0
Сојино уље	0	0	60	0
Ланено уље	0	0	0	60
Сунцокретова сачма	120	120	120	120
Сточни квасац	50	50	50	50
Пшенично брашно	180	180	180	180
Кукуруз	166	166	166	166
Метионин	1	1	1	1
Лизин L	3	3	3	3
Витамишки премикс ¹	10	10	10	10
Минерални премикс ²	10	10	10	10
Хемијски састав (g kg ⁻¹)				
Сува материја	899	896	899	890
Сирови протеин	258	255	256	254,2
Сирова маст	77	77	77	77
Сирови пепео	38,1	38,8	38,6	38,7
NFE ³	63	63	63	63

Легенда:¹ витамински премикс (mg kg^{-1}): витамин В1, 15; витамин В2, 10; витамин В6, 20; витамин В12, 0,15; витамин К3, 15; инозитол, 250; Са-пантотенска киселина, 80; никотинска киселина, 100; фолна киселина, 1; витамин Н (биотин), 1; витамин Е, 140; витамин С, 500; витамин А, 20.000 IU; витамин D3, 6.000 IU; холин хлорид, 1.800, целулоза као носач, ² Минерални премикс (mg kg^{-1}): Cu 20, Fe 40, Mn 30, Se 0.4, Zn 125, целулоза као носач, ³ NFE, слободни азотни екстракт, gkg^{-1} DM = 100 - (CP + CF + CA), ⁴FO – смеша са додатком рибљег уља; RO- смеша са додатком уља уљане репице; SO- смеша са додатком сојиног уља; LO-смеша са додатком ланеног уља.

Табела 5.8.2. Маснокиселински састав експерименталних смеша

Масна киселина (%)	FO ¹	RO ¹	SO ¹	LO ¹
C14:0	2,3	0,6	0,5	0,5
C15:0	0,5	0	0	0
C16:0	19,4	12,9	17	13,6
C16:1	3	1,6	0,5	0,5
C18:0	6,24	2,2	3,24	3,18
C18:1cis-9	23,8	52,12	28,69	28,9
C18:1 cis-11	0,77	0,77	0,7	0,7
C18:2n-6	15,15	21,2	40,2	16,1
C18:3n-6	0,4	0	0,1	0
C18:3n-3	3,22	6,16	6,00	33,78
C20:0	0,28	0,28	0,52	0,40
C20:1	0,28	0,29	0,2	0,23
C20:2	0,21	0,21	0,21	0,21
C20:3n-6	0,55	0,55	0,55	0,55
C20:3n-3	0,30	0,30	0,30	0,30
C22:1	2,9	0,56	0,67	0,06
C22:0	1,3	0,5	0,3	0,12
C24:1n-9	0	0	0	0,54
C20:4n-6	1,1	0,06	0,06	0,06
C24:0	0,18	0,18	0,18	0,18
C20:5n-3	6	0	0	0
C22:6n-3	11,3	0	0	0
SFA	30,3	16,19	21,78	17,94
MUFA	31,2	55,6	31,1	30,94
PUFA	38,5	28,474	41,1	51,04
n-6	17,4	22,01	41,13	16,97
n-3	21,1	6,46	6,3	34,077
n-3/n-6	1,2	0,3	0,2	2

Легенда: ¹FO – смеша са додатком рибљег уља; RO- смеша са додатком уља уљане репице; SO- смеша са додатком сојиног уља; LO-смеша са додатком ланеног уља.

Табела 5.8.3. Производне перформансе лињака

	NF ¹	FO ¹	RO ¹	SO ¹	LO ¹
Број риба на почетку огледа (јединки ha ⁻¹)	1200	2500	2500	2500	2500
IBW(g)	200,17± 8,07	200,2±8, 4	200,17± 7,04	200,13± 5,49	200,2±4, 99
FBW (g)	300,13± 11,23 ^b	420,13± 12,8 ^a	420,07± 12,72 ^a	420,03± 12,96 ^a	420,03± 11,59 ^a
SR (%)	80,00±1	83,00±1	83,00±1, 73	82,67±0, 58	82,00±2, 65
Густина насада (kg ha ⁻¹)	240	500	500	500	500
Изловљена риба (kg ha ⁻¹)	288	861	861	861	861
WG (g fish ⁻¹)	99,97±1 3,84 ^b	219,94± 17,15 ^a	219,9±1 3 ^a	219,9±1 4,64 ^a	219,83± 13,9 ^a
SGR (% day ⁻¹)	0,22±0,0 3 ^b	0,42±0,0 3 ^a	0,41±0,0 2 ^a	0,41±0,0 2 ^a	0,41±0,0 2 ^a
FCR (g·g ⁻¹)		1,35±0,4	1,35±0,0 7	1,36±0,0 2	1,39±0,1
DGR	0,56±0,0 8 ^b	1,22±0,1 a	1,22±0,0 7 ^a	1,22±0,0 8 ^a	1,22±0,0 8 ^a

Легенда:¹NF- група која је гајена у екстензивном систему и која је конзумирала само природну храну; FO – група која је гајена у полуинтензивном систему и која је као додатну храну добијала смешу са додатком рибљег уља; RO- група која је гајена у полуинтензивном систему и која је као додатну храну добијала смешу са додатком уља уљане репице; SO- група која је гајена у полуинтензивном систему и која је као додатну храну добијала смешу са додатком сојиног уља; LO-група која је гајена у полуинтензивном систему и која је као додатну храну добијала смешу са додатком ланеног уља. Подаци су приказани као средње вредности ± SE. Вредности у истом реду са различитом словном ознаком у суперскрипту се раликују на нивоу значајности P < 0,01;

IBW, тежина јединке на почетку огледа; FBW, тежина јединке на крају огледа; SR, проценат преживљавања; SGR, специфична брзина пораста; FCR, конверзија; WG, прираст; DGR, дневни прираст

Табела 5.8.4. Хемијски састав меса лињака

Параметар	NF ¹	FO ¹	RO ¹	SO ¹	LO ¹
Влага (g kg ⁻¹)	82,41±0,1 2 ^a	76,82±0, 1 ^b	76,84±0,0 7 ^b	76,85±0,0 6 ^b	76,87±0,0 6 ^b
Сирови протеини (gkg ⁻¹)	15,75±0,1 b	18,9±0,1 a	18,88±0,0 8 ^a	18,87±0,0 7 ^a	18,88±0,1 a
Сирова маст (gkg ⁻¹)	0,79±0,1 ^b	3,3±0,1 ^a	3,31±0,13 a	3,32±0,08 a	3,32±0,06 a
Пепео (gkg ⁻¹)	1,07±0,01 a	1,07±0,0 1 ^a	1,07±0,01 a	1,07±0,01 a	1,07±0,01 a

Легенда:¹ NF- група која је гајена у екстензивном систему и која је конзумирала само природну храну; FO – група која је гајена у полуинтензивном систему и која је као додатну храну добијала смешу са додатком рибљег уља; RO- група која је гајена у полуинтензивном систему и која је као додатну храну добијала смешу са додатком уља уљане репице; SO- група која је гајена у полуинтензивном систему и која је као додатну храну добијала смешу са додатком сојиног уља; LO- група која је гајена у полуинтензивном систему и која је као додатну храну добијала смешу са додатком ланеног уља. Подаци су приказани као средње вредности ± SE (n = 9). Вредности у истом реду са различитом словном ознаком се разликују на нивоу значајности P < 0,01; SFA-засићене масне киселине, MUFA-мононезасићене масне киселине, USFA-незасићене масне киселине, PUFA-полинезасићене масне киселине из серија n-3 (n-3 PUFA) и n-6 (n-6 PUFA).

Табела 5.8.5. Маснокиселински састав природне хране

Масна киселина (%)	NF ¹	FO ¹	RO ¹	SO ¹	LO ¹
12:00	0,09±0,01	0,1±0,02	0,09±0,01	0,09±0,01	0,09±0,01
14:00	0,85±0,59	0,52±0,59	1,19±0,02	1,19±0,02	1,19±0,01
15:00	0,78±0,05	0,84±0,07	0,8±0,05	0,8±0,08	0,8±0,1
16:00	19,22±0,15	19,26±0,12	19,22±0,1	19,25±0,12	19,26±0,0
17:00	0,9±0,1	0,97±0,16	1,02±0,1	0,96±0,14	0,96±0,15
18:00	5,6±0,1	5,63±0,11	5,7±0,12	5,73±0,18	5,71±0,18
20:00	0,30±0,03	0,30±0,02	0,3±0,01	0,31±0,01	0,29±0,01
SFA	27,74±0,63	27,62±0,76	28,31±0,2	28,32±0,33	28,31±0,2
16:01	4,74±0,1	4,69±0,09	4,72±0,05	4,71±0,07	4,7±0,04
18:1cis9	18,28±0,12	18,29±0,08	18,3±0,1	18,31±0,09	18,31±0,2
18:1cis11	2,8±0,1	2,81±0,08	2,82±0,11	2,81±0,09	2,81±0,12
20:01	0,3±0,02	0,3±0,03	0,31±0,03	0,29±0,01	0,3±0,03
MUFA	26,12±0,13	26,09±0,08	26,15±0,1	26,11±0,13	26,12±0,3
18:2n6	5,08±0,06	5,09±0,03	5,08±0,1	5,08±0,05	5,07±0,05
18:3n6	0,23±0,04	0,24±0,04	0,24±0,03	0,25±0,01	0,23±0,04
18:3n3	17,47±0,4	17,42±0,34	17,57±0,4	17,51±0,42	17,53±0,4
20:2n6	0,11±0,02	0,12±0,02	0,11±0,01	0,12±0,01	0,12±0,02
20:3n-6	0,12±0,02	0,11±0,02	0,11±0,01	0,11±0,01	0,11±0,02
20:3n3	1,16±0,08	1,16±0,09	1,2±0,02	1,19±0,08	1,22±0,05

Коришћење репичиног уља у исхрани шарана и лињака као фактора промена
квалитета меса

20:4n6	5,78±0,11	5,77±0,01	5,77±0,02	5,77±0,03	5,78±0,09
20:5n3	4,8±0,1	4,81±0,11	4,81±0,1	4,79±0,13	4,79±0,14
22:5n3	1,15±0,05	1,15±0,03	1,16±0,05	1,17±0,06	1,17±0,06
22:6n3	10,4±0,02	10,39±0,02	10,35±0,1	10,38±0,03	10,38±0,1
PUFA	46,29±0,35	46,26±0,25	46,39±0,2	46,36±0,39	46,39±0,3
n6	11,32±0,14	11,33±0,06	11,31±0,1	11,33±0,04	11,31±0,1
n3	34,97±0,46	34,93±0,31	35,08±0,3	35,04±0,37	35,08±0,3
n3/n6	3,09±0,08	3,08±0,04	3,1±0,02	3,09±0,03	3,1±0,04
N6/n3	0,32±0,01	0,32±0,004	0,32±0,01	0,32±0,003	0,32±0,01
PUFA/SFA	1,67±0,05	1,68±0,05	1,64±0,02	1,64±0,03	1,64±0,02
USFA /SFA	2,61±0,08	2,62±0,08	2,56±0,02	2,56±0,04	2,56±0,04

Легенда: ¹ NF- група која је гајена у екстензивном систему и која је конзумирала само природну храну; FO – група која је гајена у полуинтензивном систему и која је као додатну храну добијала смешу са додатком рибљег уља; RO- група која је гајена у полуинтензивном систему и која је као додатну храну добијала смешу са додатком уља уљане репице; SO- група која је гајена у полуинтензивном систему и која је као додатну храну добијала смешу са додатком сојиног уља; LO- група која је гајена у полуинтензивном систему и која је као додатну храну добијала смешу са додатком ланеног уља. Подаци су приказани као средње вредности ± SE (n = 3). Вредности у истом реду са различитом словном ознаком се разликују на нивоу значајности P < 0,01; SFA-засићене масне киселине, MUFA-мононезасићене масне киселине, USFA-незасићене масне киселине, PUFA-полинезасићене масне киселине из серија n-3 (n-3 PUFA) и n-6 (n-6 PUFA).

Табела 5.8.6. Маснокиселински састав меса лињака

Масна киселина (%)	NF	FO	RO	SO	LO
12:00	0	0,1±0,01 ^a	0,1±0,01 ^a	0,1±0,01 ^a	0,1±0,01 ^a
14:00	1,1±0,02 ^b	1,1±0,01 ^a	1,2±0,01 ^a	1,2±0,02 ^a	1,2±0,03 ^a
15:00	0,6±0,11 ^c	1,2±0,02 ^a	0,8±0,03 ^b	0,8±0,03 ^b	0,8±0,04 ^b
16:00	18,3±0,03 ^{ab}	18,8±0,09 ^a	18±0,04 ^b	18,5±0,07 ^a	18,6±0,06 ^a
17:00	0,8±0,02 ^b	1,1±0,02 ^a	1,1±0,03 ^a	1±0,05 ^a	1±0,05 ^a
18:00	2,4±0,16 ^c	6,3±0,04 ^a	4,4±0,08 ^b	4,3±0,05 ^b	4,3±0,1 ^b
20:00	0,2±0,01 ^a	0,2±0,01 ^a	0,2±0,01 ^a	0,2±0,02 ^a	0,2±0,01 ^a
SFA	23,4±0,24 ^c	28,8±0,11 ^a	25,8±0,1 ^b	26,1±5,09 ^b	26,2±0,11 ^b
16:1	4,7±0,06 ^c	4,6±0,11 ^c	5,3±0,1 ^b	6,3±0,07 ^a	5,4±0,07 ^b
18:1cis9	17,8±0,14 ^c	17,9±0,12 ^c	28,4±0,13 ^a	20,6±0,15 ^b	16,1±0,13 ^d
18:1cis11	3,2±0,07 ^b	3,5±0,08 ^a	3,6±0,11 ^a	3,5±0,09 ^a	3,5±0,13 ^a
20:1	0,5±0,01 ^a	0,2±0,01 ^b	0,2±0,01 ^b	0,2±0,01 ^b	0,2±0,01 ^b
22:1n-11	0	1,5±0,08 ^a	0,2±0,01 ^b	0,2±0,01 ^b	0
MUFA	26,2±0,15 ^c	26,2±0,13 ^c	37,4±0,28 ^a	30,6±0,13 ^b	25,2±0,11 ^d
18:2n-6	8,2±0,01 ^c	7,9±0,05 ^{cd}	12,9±0,14 ^b	22,1±0,04 ^a	7,7±0,12 ^d
18:3n-6	0,6±0,02 ^c	0,9±0,05 ^b	0,8±0,05 ^b	1,1±0,02 ^a	0,8±0,02 ^b
18:3n-3	10,2±0,08 ^b	3,8±0,02 ^d	5,1±0,04 ^c	5,3±0,05 ^c	22,3±0,02 ^a
20:2n-6	0,8±0,01 ^b	0,9±0,02 ^b	0,9±0,03 ^b	1,8±0,03 ^a	0,8±0,01 ^b

Коришћење репичиног уља у исхрани шарана и лињака као фактора промена
квалитета меса

20:3n-6	0,8±0,02 ^b	0,9±0,02 ^b	1,2±0,04 ^a	1,4±0,04 ^a	1,3±0,02 ^a
20:3n-3	1,6±0,05 ^a	1,6±0,04 ^a	1,2±0,02 ^b	1,2±0,04 ^b	1,5±0,04 ^a
20:4 n-3	0,8±0,05 ^a	0,8±0,1 ^a	0,4±0,08 ^c	0,4±0,05 ^c	0,6±0,06 ^b
20:4n-6	5,14±0,06 ^a	0,9±0,05 ^b	0,6±0,1 ^c	0,7±0,13 ^c	0,6±0,12 ^c
20:5n-3	5,64±0,07 ^a	5,4±0,03 ^a	3,9±0,07 ^b	3,8±0,1 ^b	4,1±0,1 ^b
22:5n-3	3,2±0,04 ^a	2,9±0,09 ^b	1,1±0,05 ^c	1±0,02 ^c	2,2±0,05 ^c
22:5n-6	0	0,9±0,09 ^a	3,2±0,1 ^b	5,1±0,06 ^b	3,1±0,08 ^b
22:6n-3	14,5±0,13 ^a	10,9±0,07 ^b	6,4±0,07 ^c	6,4±0,06 ^c	6,6±0,06 ^c
PUFA	51,4±0,22 ^a	37,8±0,16 ^b	37,7±0,17 ^b	50,6±0,31 ^a	51,6±0,13 ^a
n-6	15,5±0,05 ^c	12,4±0,05 ^e	19,6±0,16 ^b	32,2±0,18 ^a	14,3±0,08 ^d
n-3	35,9±0,21 ^a	25,4±0,15 ^b	18,1±0,11 ^c	18,4±0,17 ^c	37,3±0,13 ^a
n-3/n-6	2,3±0,01 ^a	2,1±0,02 ^a	0,9±0,01 ^b	0,6±0,01 ^c	2,6±0,03 ^a
N-6/n-3	0,4±0,01 ^c	0,5±0,00 ^c	1,1±0,01 ^b	1,8±0,01 ^a	0,4±0,00 ^c
PUFA/SFA	2,2±0,03 ^a	1,3±0,01 ^c	1,5±0,01 ^{bc}	1,9±0,01 ^b	2±0,01 ^a
USFA/SFA	3,3±0,04 ^a	2,2±0,01 ^c	3±0,02 ^b	3,1±0,01 ^b	2,9±0,01 ^b

Легенда:¹ NF- група која је гајена у екстензивном систему и која је конзумирала само природну храну; FO – група која је гајена у полуинтензивном систему и која је као додатну храну добијала смешу са додатком рибљег уља; RO- група која је гајена у полуинтензивном систему и која је као додатну храну добијала смешу са додатком уља уљане репице; SO- група која је гајена у полуинтензивном систему и која је као додатну храну добијала смешу са додатком сојиног уља; LO- група која је гајена у полуинтензивном систему и која је као додатну храну добијала смешу са додатком ланеног уља. Подаци су приказани као средње вредности ± SE (n = 9). Вредности у истом реду са различитом словном ознаком се разликују на нивоу значајности P < 0,01; SFA-засићене масне киселине, MUFA-мононезасићене масне киселине, USFA-незасићене масне киселине, PUFA-полинезасићене масне киселине из серија n-3 (n-3 PUFA) и n-6 (n-6 PUFA).

5.9. Оглед 9. Ефекат уља уљане репице и садржаја протеина у храни на раст, хемијски и маснокиселински састав шарана у кавезном систему гајења

Храна са додатком рибљег уља и високим садржајем протеина садржала је око 29,7% SFA од чега три трећине (19,4%) палмитинске киселине и око 35,5 % MUFA, при чему је садржај олеинске киселине био око 28,5%. Ова смеша је имала 14,3% n-6 PUFA, при чему је доминирао садржај линолне киселине (12,4%) и око 20,5% n-3 PUFA, са 5,8% EPA и 11,2% DHA. Снижавање нивоа протеина довело је до смањења нивоа SFA, који је био 25,3% у храни која је садржала рибље уље и мањи удео протеина и до благог повећања MUFA 39,8%, до којег је дошло највише због повећања садржаја олеинске киселине (35,6%). Укључивање уља уљане репице у храни са високим садржајем протеина довело је до смањивања садржаја палмитинске, еикосенске, арахидонске, EPA и DHA (приближно за 7,5%; 0,1%; 0,9%; 4,5% и 8,7%, односно) и пораста удела олеинске, линолне и алфа-линолеинске киселине (приближно 23,6; 6,3% и 3%, односно). Однос n-3/n-6 је опао са 1,4 и 0,9 у храни која је садржала рибље уље (са високим и ниским садржајем протеина, односно) на 0,5 и 0,2 у храни са уљем уљане репице (низак и висок садржај протеина, односно). Садржај укупних MUFA је био двоструко већи у храни са додатком уља уљане репице и нижим садржајем протеина, највише због високог садржаја олеинске киселине, која је присутна и у уљу уљане репице, али и у кукурузу који је коришћен као замена за рибље брашно. Концентрација укупних MUFA је била 1,8 пута већа када је рибље уље замењено репичиним при истом садржају протеина, а 1,2 пута већи у храни са рибљим уљем и нижим садржајем протеина у односу на храну са истим извором уља али смањеним садржајем протеина. Количина укупних n-6 PUFA је порасла 1,3 пута у храни у којој је додато уље уљане репице, углавном захваљујући порасту садржаја линолне киселине (са

12,2-14% у смешама са рибљим уљем до 28,7-20,2% у смешама са уљем уљане репице од укупних масних киселина).

Није било значајне разлике када је у питању почетна тежина риба. Након 75 дана огледа, просечна индивидуална телесна маса је износила 1400g у групи која је храњена са додатком рибљег уља уз висок садржај протеина до 1416 g у групи која је храњена са храном у коју је додато уље уљане репице са високим садржајем протеина. Није било значајних ефеката ни извора масти ни нивоа протеина, нити интеракције нивоа протеина и извора масти у храни на завршну телесну масу, иако је нешто већа маса утврђена код риба са високим садржајем протеина и репичиним уљем као извором масти. Такође нису запажени ни значајни ефекти када су у питању перформансе раста (специфична брзина пораста и прираст). Конверзија је била задовољавајућа у свим испитиваним групама и кретала се од 1,58 до 1,67. Није запажена значајна интеракција нивоа протеина и извора масти на FCR, иако је уочен тренд нешто ниже FCR код риба храњених са храном са већим садржајем протеина у односу на исхрану са смешама са нижим садржајем протеина.

Хранидбени третмани нису значајно утицали на количину протеина и пепела у мишићном ткиву. Садржај воде је био значајно нижи код шарана храњеног са нижим нивоом протеина, што је удружено са повећаним садржајем масти. Врста уља није значајно утицала на хемијски састав мишићног ткива, али је показала значајне ефекте када је маснокиселински састав меса у питању.

Када се размотри маснокиселински састав меса, уочава се да је он био под значајним утицајем врсте додатог уља, али и нивоа протеина у смешама, док је значајна интеракција између ова два фактора запажена за свега неколико масних киселина. Исхрана са храном са додатком уља уљане репице при високом уделу протеина је довела до пораста удела ОА 1,5 пута, укупних MUFA 1,5 пута, линолне 1,7 пута, укупних n-6 PUFA 1,4 пута и алфа-линолеинске киселине 1,9 пута у месу шарана у односу на исхрану са храном са додатком рибљег уља при истом садржају протеина. Дошло је до значајног смањивања садржаја укупних SFA 1,2 пута, арахидонске 1,4 пута, ЕРА 2,8 пута, ДНА 1,9 пута, и односа n-3/n-6 1,4 пута.

Садржај ЕРА у мишићном ткиву је смањен више од пола док је смањивање садржаја ДНА било нешто умереније. Занимљиво је да је садржај ДНА био виши у месу него у храни у третманима са репичиним уљем. Смањивање садржаја протеина у смешама, тј. укључивање кукуруза уместо рибљег брашна довело је до пораста садржаја маргаринске, стеаринске, олеинске и укупних MUFA и смањења садржаја ALA, ЕРА, ДНА, укупних PUFA, укупних n3, као и однос n3/n6 у месу риба у односу на рибе које су храњене са смешама које су садржале висок ниво протеина.

Табела 5.9.1. Састав и хемијски састав експерименталних смеша

Компонента (%)	FOHP	ROHP	FOLP	ROLP
Сојина сачма	28	28	28	28
Рибље уље	6		6	
Уље уљане репице	0	6		6
Рибље брашно	10	10	5	5
Сунцокретова сачма (са 33% протеина)	30	30	30	30
Сточни квасац	5	5	5	5
Пшенично брашно	4,6	4,6	4,6	4,6
Кукуруз	14	14	19	19
Метионин	0,1	0,1	0,1	0,1
Лизин	0,3	0,3	0,3	0,3
Витамински премикс ¹	1	1	1	1
Минерални премикс ²	1	1	1	1
Хемијски састав (%)				
Сува материја	91,3	90,2	91,4	90,4
Сирове масти	8,5	8,3	8,4	8,5
Сирови протеини	33,1	33,2	27,8	28,1
Сирови пепео	5,6	5,2	4,4	4,6
NFE	52,7	52,9	58,9	58,8

Легенда: FOHP- храна у коју је додато риблије уље и која је садржала висок ниво протеина, ROHP-храна у коју је додато уље уљане репице и која је садржала висок ниво протеина; FOLP-смеша која је садржала риблије уље и низак ниво протеина; ROLP- меша у коју је додато уље уљане репице и која је садржала низак ниво протеина.¹ витамински премикс (mgkg^{-1}): витамин B1, 15; витамин B2, 10; витамин B6, 20; витамин B12, 0,15; витамин K3, 15; инозитол, 250; Са-пантотенска киселина, 80; никотинска киселина, 100; фолна киселина, 1; витамин H (биотин), 1; витамин E, 140; витамин C, 500; витамин A, 20.000 IU; витамин D3, 6.000 IU; холин хлорид, 1.800, целулоза као носач, ² Минерални премикс (mg kg^{-1}): Cu 20, Fe 40, Mn 30, Se 0,4, Zn 125, целулоза као носач, ³ NFE, слободни азотни екстракт, gkg^{-1} DM = 100 - (CP + CF + CA),

Табела 2. Маснокиселински састав експерименталних смеша (% од укупних масних киселина)

FA%	FOHP	ROHP	FOLP	ROLP
C14:0	3,2	0,6	2,2	0,4
C15:0	0,5	0	0,5	0,1
C16:0	19,4	11,9	16,2	10,8
C18:0	6,2	2,2	6	2,2
C20:0	0,2	0,2	0,2	0,2
C22:0	0	0	0	0
C24:0	0,2	0,2	0,2	0,2
SFA	29,7	15,1	25,3	13,9
C16:1	3	1,5	3,2	1,6
C18:1cis-9	28,5	52,1	35,6	58,1
C18:1 cis-11	0,8	0,7	0,6	0,6
C20:1	0,3	0,2	0,2	0,2
C22:1	2,9	0,6	0,2	0,2
MUFA	35,5	55,1	39,8	60,7
C18:2n-6	12,4	18,7	14	20,2
C18:3n-6	0	0	0	0
C20:2	0,3	0,2	0,2	0,2
C20:3n-6	0,5	0,6	0,4	0,2
C20:4	1,1	0,2	0,2	0

Коришћење репициног уља у исхрани шарана и лињака као фактора промена квалитета меса

n-6	14,3	19,7	14,8	20,6
C18:3n-3	3,2	6,2	3	3,2
C20:3n-3	0,3	0,2	0,1	0,1
C20:5n3	5,8	1,3	3,8	0,4
C22:6n3	11,2	2,5	6,6	1,1
n-3	20,5	10,2	13,5	4,8
PUFA	34,8	29,9	28,3	25,4
N-3/n-6	1,4	0,5	0,9	0,2
PUFA/SFA	1,2	1,98	1,12	1,83

Легенда: Све вредности су представљене као средња вредност \pm S.D. (n=3). FA- масна киселина; FOHP- експериментална смеша у коју је додато риблије уље и која је садржала висок ниво протеина, ROHP- експериментална смеша у коју је додато уље уљане репице и која је садржала висок ниво протеина; FOLP- експериментална смеша која је садржала риблије уље и низак ниво протеина; ROLP- експериментална смеша у коју је додато уље уљане репице и која је садржала низак ниво протеина; SFA- засићене масне киселине; MUFA- мононезасићене масне киселине; PUFA- полинезасићене масне киселине, n-3 и n-6 серија. Приказан је ефекат врсте уља и нивоа протеина, као и интеракција ова два фактора.

Табела 5.8.3. Производни показатељи експерименталних група храњених експерименталним смешама 75 дана

пара мета р	FOHP	ROHP	FOLP	ROLP	уље	проте ин	интерац ија
IBW	405 \pm 5,00	405,7 \pm 2,52	406,3 \pm 2,5 2	406 \pm 2,6 5			
FBW	1400 \pm 90,0	1416,7 \pm 4 9,33	1403,3 \pm 2 5,17	1403,3 \pm 15,28	0,79	0,88	0,79
SR%	99 \pm 0,5	99 \pm 0,44	98,9 \pm 0,55	99 \pm 0,25	0,95	0,85	0,95
FCR	1,59 \pm 0,18	1,6 \pm 0,04	1,58 \pm 0,06	1,67 \pm 0, 09	0,45	0,6	0,53
SGR	1,65 \pm 0,1	1,66 \pm 0,04	1,65 \pm 0,03	1,65 \pm 0, 01	0,81	0,85	0,84
WG	995 \pm 95	1011 \pm 46, 94	997 \pm 27,6 2	997,3 \pm 1 3,8	0,8	0,86	0,81

Коришћење репичиног уља у исхрани шарана и лињака као фактора промена квалитета меса

Легенда: Све вредности су представљене као средња вредност \pm S.D. (n=3). FOHP-група која је храњена смешом у коју је додато риблије уље и која је садржала висок ниво протеина, ROHP-група која је храњена смешом у коју је додато уље уљане репице и која је садржала висок ниво протеина; FOLP- група која је храњена смешом која је садржала риблије уље и низак ниво протеина; ROLP- група која је храњена смешом у коју је додато уље уљане репице и која је садржала низак ниво протеина; IBW-просечна индивидуална телесна маса на почетку огледа, FBW-просечна индивидуална телесна маса на крају огледа, SR%- проценат преживљавања, FCR- конверзија, SGR-специфична брзина пораста, WG-прираст. Приказан је ефекат врсте уља и нивоа протеина, као и интеракција ова два фактора. Разлике су сматране значајним на нивоу значајности $p < 0,05$.

Табела 5.9.4. Хемијски састав мишићног ткива шарана храњених експерименталним смешама 75 дана

Параметар (%)	FOHP	ROHP	FOLP	ROLP	Врста уља	Ниво протеина	Интера кција
Садржај воде %	78 \pm 0,92	78,1 \pm 0,38	74 \pm 1,27	74,1 \pm 1,03	0,93	$p < 0,001$	0,98
Садржај протеина %	16,8 \pm 0,4	16,9 \pm 0,26	16,6 \pm 0,21	16,5 \pm 0,4	0,93	0,18	0,67
Садржај масти %	4 \pm 0,26	4 \pm 0,32	8,2 \pm 0,31	8,1 \pm 0,42	0,86	$p < 0,001$	1
Садржај пепела %	1,1 \pm 0,15	1,1 \pm 0,26	1,2 \pm 0,2	1,2 \pm 0,1	0,88	0,32	0,88

Легенда: Све вредности су представљене као средња вредност \pm S.D. (n=3). FOHP-група која је храњена смешом у коју је додато риблије уље и која је садржала висок ниво протеина, ROHP-група која је храњена смешом у коју је додато уље уљане репице и која је садржала висок ниво протеина; FOLP- група која је храњена смешом која је садржала риблије уље и низак ниво протеина; ROLP- група која је храњена смешом у коју је додато уље уљане репице и која је садржала низак ниво протеина; Приказан је ефекат врсте уља и нивоа протеина, као и интеракција ова два фактора. Разлике су сматране значајним на нивоу значајности $p < 0,05$.

Табела 5.9.5. Маснокиселински састав укупних липида екстрахованих из мишићног ткива шарана храњених експерименталним смешама 75 дана

FA%	FOHP	ROHP	FOLP	ROLP	уље	протеин	интеракција
-----	------	------	------	------	-----	---------	-------------

Коришћење репичиног уља у исхрани шарана и лињака као фактора промена
квалитета меса

C12:0	0,1±0,07	0,1±0,06	0,1±0,06	0,1±0,07	0,87	1	0,8
C14:0	3,1±0,21	1,1±0,31	1,1±0,2	1,1±0,12	p<0,01	p<0,01	p<0,01
C15:0	0,6±0,1	1,3±0,1	1,1±0,58	0,8±0,2	0,35	0,92	0,02
C16:0	16,6±0,53	12,5±0,2	16±0,72	12,2±0,46	p<0,01	0,37	0,32
C17:0	0	1,1±0,38	1,1±0,21	1,1±0,36	0,01	p<0,01	p<0,01
C18:0	3,1±0,32	3,1±0,42	4,5±0,31	4,3±0,45	0,56	p<0,01	0,77
C20:0	0,3±0,1	0,2±0,15	0,3±0,15	0,2±0,06	0,27	0,5	0,82
SFA	23,7±1,53	19±2,65	24±3	20,1±2,72	0,01	0,65	0,81
C16:1	3,3±0,42	4,7±0,23	3,5±0,64	4,5±0,56	0,0025	0,95	0,4
C18:1cis9	18,7±0,62	28,7±2,89	22,7±2,08	34,9±3,65	p<0,01	0,008	0,47
C18:1cis11	0,5±0,1	0,5±0,2	0,6±0,2	0,6±0,1	1	0,3	1
C20:1	0,2±0,1	0,2±0,1	0,1±0,02	0,1±0,08	0,68	0,14	0,68
MUFA	22,7±0,93	34,1±3,29	26,9±2,42	40,1±3,23	p<0,01	0,009	0,57
C18:2n6	6,6±0,96	11,2±1,57	7,7±1,53	12,2±1,57	p<0,01	0,24	0,95
C18:3n6	0,5±0,05	0,9±0,26	0,8±0,25	1,1±0,15	0,02	0,05	0,8
C18:3n3	2,2±0,68	4,2±0,51	2,1±0,35	2,1±0,4	0,009	0,005	0,008
C20:2n6	0,2±0,1	0,9±0,21	0,9±0,15	1,8±0,21	p<0,01	p<0,01	0,17
C20:3n6	2,5±0,25	1,8±0,2	1,2±0,3	2,2±0,4	0,46	0,03	p<0,01
C20:4n3	0,8±0,15	1,3±0,25	0,4±0,2	0,4±0,31	0,08	0,001	0,06
C20:4n6	3,4±0,35	2,5±0,36	3±0,45	2,4±0,36	0,007	0,29	0,52
C20:3n3	1,6±0,2	6,8±0,78	1,2±0,3	1,2±0,32	p<0,01	p<0,01	p<0,01
C20:5n3	5,2±0,6	2,5±0,3	3,2±0,32	1,8±0,2	p<0,01	p<0,01	0,02
C22:5n6	1,1±0,32	3,2±0,46	3,2±0,46	2,4±0,35	0,01	0,01	p<0,01
C22:5n3	3,2±0,55	2,9±0,32	1,1±0,2	1,1±0,31	0,55	p<0,01	0,45
C22:6n3	8,9±0,45	4,5±0,35	6,5±0,4	4,1±0,32	p<0,01	p<0,01	p<0,01
PUFA	36,3±4,18	42,8±3,4	31,4±3,75	33±4,23	0,11	0,01	0,31
n3	21,9±2,43	22,3±0,66	14,6±1,32	10,8±1,42	0,1	p<0,01	0,05
n6	14,4±1,8	20,5±2,87	16,8±2,45	22,2±2,82	0,004	0,2	0,82
n3/n6	1,5±0,03	1,1±0,13	0,9±0,06	0,5±0,01	p<0,01	p<0,01	0,68
n6/n3	0,7±0,01	0,9±0,12	1,1±0,07	2,1±0,04	p<0,01	p<0,01	p<0,01
PUFA/SFA	1,5±0,15	2,3±0,13	1,3±0,26	1,7±0,47	0,01	0,04	0,29

Легенда: Све вредности су представљене као средња вредност ±S.D. (n=3). FA- масна киселина; FOHP- група која је храњена смешом у коју је додато риблије уље и

која је садржала висок ниво протеина, РОHP-група која је храњена смешом у коју је додато уље уљане репице и која је садржала висок ниво протеина; FOLP- група која је храњена смешом која је садржала рибље уље и низак ниво протеина; ROLP- група која је храњена смешом у коју је додато уље уљане репице и која је садржала низак ниво протеина; SFA- засићене масне киселине; MUFA- мононезасићене масне киселине; PUFA- полинезасићене масне киселине, n-3 и n-6 серија. Приказан је ефекат врсте уља и нивоа протеина, као и интеракција ова два фактора. Разлике су сматране значајним на нивоу значајности $p < 0,05$.

5.10. Оглед 10. Ћелијска култура масног ткива шарана

5.10.1. Морфолошке промене

Морфологија ћелија је посматрана у примарној култури у периоду од 10 дана. Морфолошке промене од преадипоцита до зрелих адипоцита су приказане на *Слици 5.10.1*. Након што су засејани, изоловани преадипоцити су били мали и у њиховој цитоплазми се нису запажале липидне капљице и морфолошки су били веома слични фибробластима. Након што су засејане, највећи број ћелија је био мали и округао, затим оне почињу да се прихватају за подлогу и масовно расту у монослоју у култури на трећи дан. Морфолошки посматрано, преадипоцити шарана су почели да се прихватају већ првог и другог дана, али су масовно лепљење и раст запажени тек трећег дана, када су личили на фибробласте и већина се прилепила за подлогу а затим и ушла у процесе пролиферације. Ћелије расту експоненцијално и личе на фибробласте четвртог и петог дана. Примећен је велики пораст у броју ћелија између 6. и 8. дана и ћелије постепено доспевају у стадијум конфлуенције 7. дана. Деветог дана број ћелија је највећи. У субконфлуентном стадијуму током првих седам дана у култури, стромовакуларна фракција aSVF ћелија имала је највиши пролиферативни капацитет. Око 7 (6-8) дана ћелије су достигле стадијум конфлуенције.

5.10.2. Стадијум конфлуенције 10. дана и хормонска индукција

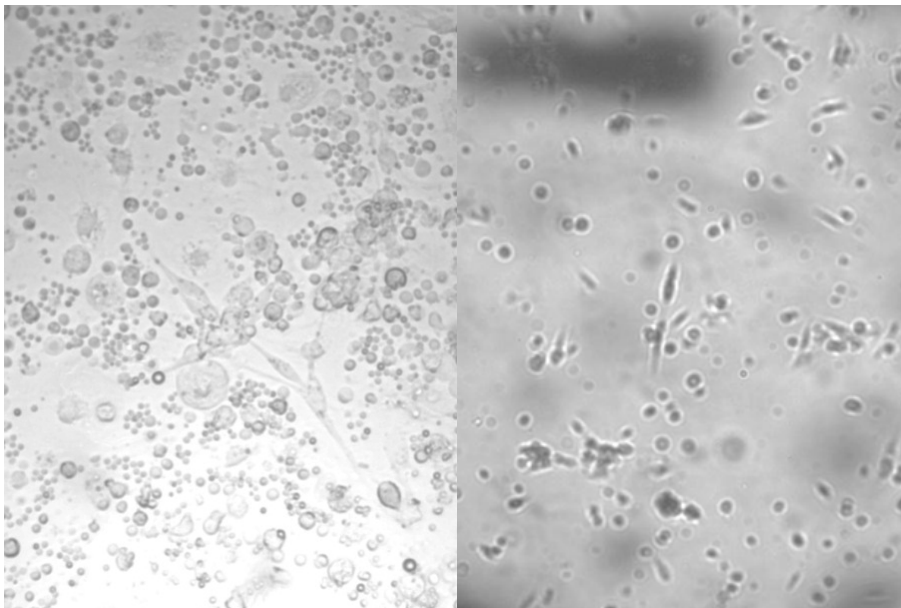
Морфологија ћелија је посматрана свакодневно у примарној култури у периоду од 10 дана . Морфолошке промене од преадипоцита до конфлуенције адипоцита су приказане на *Слици 5.10.1*. Након што су засејани, изоловани преадипоцити су били мали и у њиховој цитоплазми се нису запажале липидне капљице. Морфолошки су били веома слични фибробластима. Преадипоцити

шарана су почели да се прихватају за подлогу већ првог и другог дана, али су масовно лепљење и раст запажени тек трећег дана. У овом периоду ћелије су ушле у процесе пролиферације у којима се запажа експоненцијални раст ћелија које и даље личе на фибробласте. Максимална пролиферација је запажена између 6. и 10 дана и ћелије постепено доспевају у стадијум конфлуенције 10. дана, када је извршено додавање диференцијалног медијума. Два дана након додавања медијума за диференцијацију ћелије добијају више округласт облик, што је вероватно последица регулације контркатилних протеина како је описано у раду *Todorčević et al.* (2008).

Један део конфлуентних преадипоцита је коришћен за трипсинизацију како би утврдили да ли преадипоцити шарана имају могућност поновне поделе. Ћерке ћелије, добијене након трипсинизације, прихватиле су се следећег дана и започеле пролиферацију у монослоју.

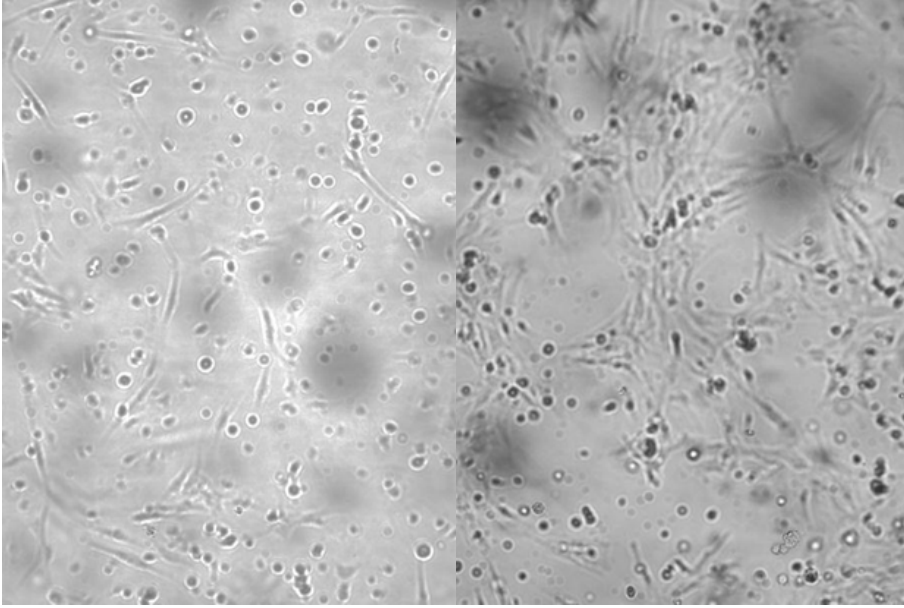
Слика 5.10.1. Морфолошке промене у ћелијској култури адипоцита шарана

Дан 1: Дан 2:



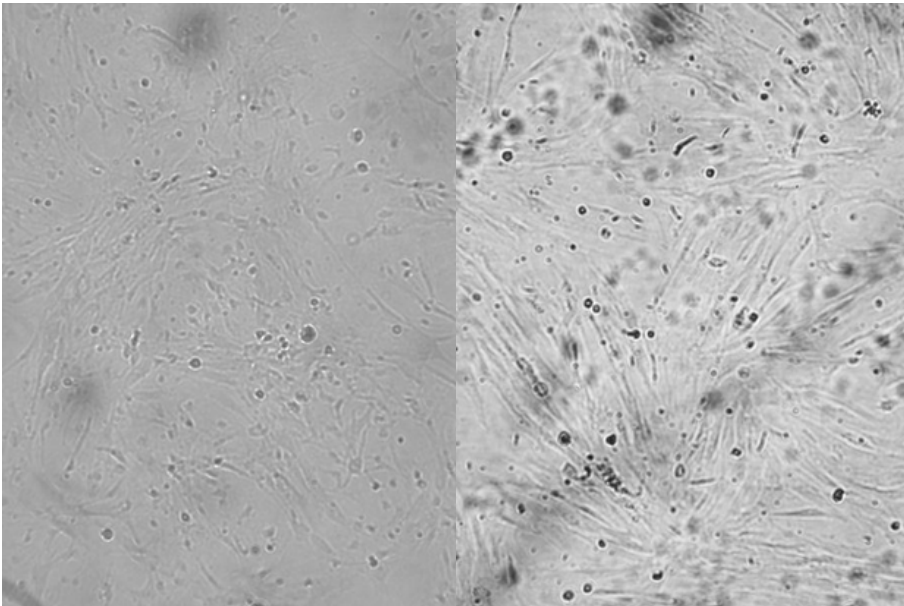
Дан 3:

Дан 4:



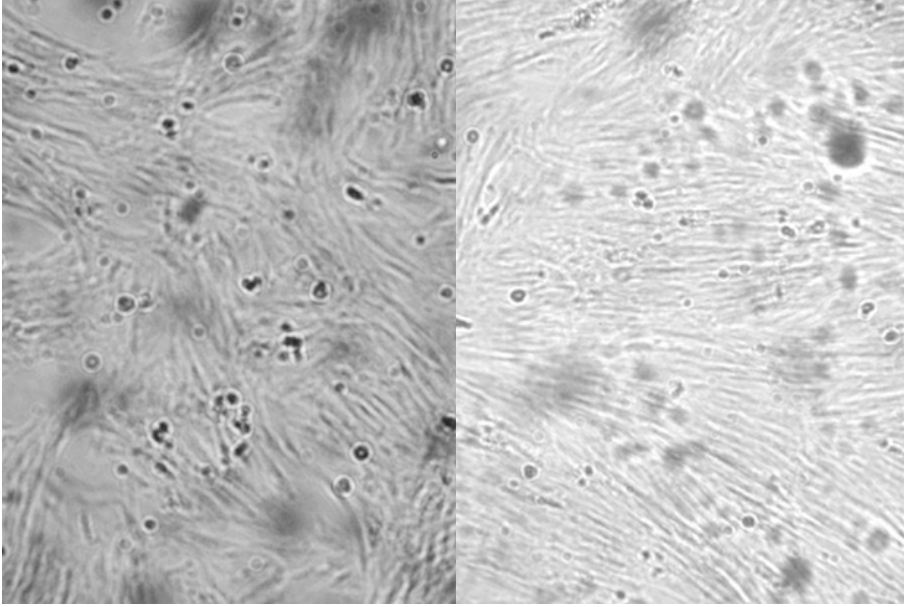
Дан 5:

Дан 6:



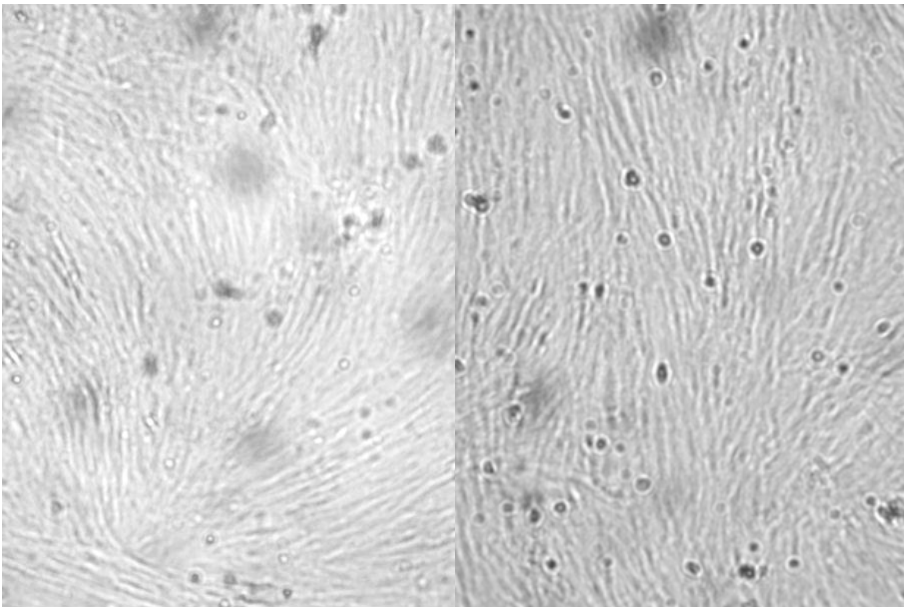
Дан 7:

Дан 8:



Дан 9:

Дан 10:



5.11.Оглед 11. Присуство тешких метала и перзистентних органских загађивача у седименту, води и мишићном ткиву риба

Садржај резидуалних материја у седименту, води и филетима рибе, који су узорковани на рибњаку РЗ „Мошорин“ приказани су у Табелама 5.11.1.; 5.11.2. и 5.11.3.

Оцена квалитета воде извршена је на основу Уредбе о класификацији вода (Сл. Гласник СР Србије бр. 5/68) и Правилника о опасним материјама у водама (Сл. Гласник СР Србије бр. 31/82) и ICPDR – Water Quality Classification коришћене за транснационални мониторинг Дунава (TNMN), а седимента према *Canadian Quality Sediment Guideline* и ICPDR -Determinand list for sediments of TNMN

Табела 5.11.1 Садржај контаминената у бунарској води и води из рибњака РЗ“Мошорин“ (n=6)

Контаминент	Јединица	MDL	PQL	ПМВ	Бунарска вода	Вода из рибњака
Кадмијум (Cd)	µg/kg	0,1	0,5	0,100	<MDL	<MDL
Олово (Pb)	µg/kg	0,1	0,5	0,40	<MDL	0,1-0,16
Арсен (As)	mg/kg			2,00		<0,01
Бакар (Cu)	mg/kg	0,5	1		<PQL	0,2
Цинк (Zn)	mg/kg	1	5		<MDL	<MDL
Жива (Hg)	mg/kg	0,5	1	0,500	<MDL	<PQL
Алдрин и диелдрин	ng/L	0,001	0,000 049	0,020	<MDL	<MDL

Коришћење репичиног уља у исхрани шарана и лињака као фактора промена
квалитета меса

DDT(p,p'-DDE+p,p'-DDD+p,p'-DDT)	ng/L	0,001	0,005 3	0,100	<MDL	<MDL
Ендрин	ng/L	0,001	0,036	0,010	<MDL	<MDL
НСВ	ng/L	0,001	0,012	0,020	<MDL	<MDL
НСН(алфа изомер)	ng/L	0,001	0,002 6	0,020	<MDL	<MDL
НСН (бета изомер)	ng/L	0,001	0,009 1	0,010	<MDL	<MDL
Хептахлор и хептахлорепокси д	ng/L	0,001	11,71 0 ⁻⁵	0,020	<MDL	<0,001- 0,016
Хлордан (алфа и гама изомери)	ng/L	0,001	0,000 8	0,010	<MDL	<0,001
Линдан	ng/L	0,001	0,08	0,010	<MDL	<0,001- 0,009
РСВ- Конгенери, IUPAC br: 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180	ng/L	0,001	6,410 -5	3,000	<MDL	<MDL

Легенда:MDL – Method Detection Limit, детекциони лимит методе, минимална концентрација анализата која може бити измерена са 99% поверења да је концентрација анализата већа од нуле; PQL-практична граница квантитативе-Practical Quantitation Limitations, средња вредност минималне концентрације анализата која се може мерити са високим степеном поверења да је аналит присутан у тој или вишој концентрацији; ПМВ- прописана максимална вредност (Уредба о класификацији вода, Сл. Гласник СР Србије бр. 5/68 и Правилник о опасним материјама у водама, Сл. Гласник СР Србије бр. 31/82); НСН-хексахлорциклохексан; НСВ-хексахлоробензен; РСВ- полихлоровани бифенили; DDT- дихлор-дифенил-трихлоретан; DDE – дихлор-дифенил-дихлоретилен; DDD-дихлор-дифенил-дихлоретан; нд-није детектовано.

Табела 5.11.2. Садржај контаминената у седименту са рибњака РЗ „Мошорин“

Контаминент	Јединица	PQL	ISQG	PEL	Седимент (n=6)
Кадмијум (Cd)	µg/kg	0,0125	0,6		<PQL
Олово (Pb)	µg/kg	/	35	91,3	0,5-3
Арсен (As)	mg/kg				< 0,01
Бакар (Cu)	mg/kg		35,7	197	8-25,4
Цинк (Zn)	mg/kg		123	315	18-68
Жива (Hg)	mg/kg		0,17	0,486	0,1-0,12
Алдрин и диелдрин	ng/L	0,05			< 0,001
DDT (p,p'-DDE+p,p'- DDD+p,p'-DDT)	ng/L	0,15			0,004
Ендрин	ng/L	0,06			< 0,001
НСВ	ng/L	/			< 0,001 - 0,015
НСН (алфа изомер)	ng/L	0,03			< 0,001 - 0,015
НСН (бета изомер)	ng/L	0,06			< 0,001
Хептахлор и хептахлорепоксид	ng/L	0,18			< 0,001 - 0,018
Хлордан (алфа и гама изомери)	ng/L	0,14			< 0,001
Линдан	ng/L	0,05			< 0,001 - 0,017

Коришћење репичиног уља у исхрани шарана и лињака као фактора промена
квалитета меса

РСВКонгенери IUPAC br: 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180	ng/L	2			< 0,001 - 0,09
--	------	---	--	--	-------------------

Легенда: MDL – детекциони лимит методе; ISQG-Internim Sediment Quality Criteria- нижа вредност, представља тзв. привремене препоруке, добијене теоријским путем и изнад којих је теоријски могућ утицај на акватичне организме; PQL-практична граница квантитативе-Practical Quantitation Limitations. PEL – probable effects level, већа вредност, концентрација изнад које је емпиријски вероватан утицај на акватичне организме; EQS – просечна годишња концентрација, базирана на 12 мерења); НСН-хексахлорциклохексан; НСВ-хексахлоробензен; РСВ- полихлоровани бифенили; DDT- дихлор-дифенил-трихлоретан; DDE – дихлор-дифенил-дихлоретилан; DDD-дихлор-дифенил-дихлоретан.

Табела 5.11.3. Садржај контаминената у филетима риба из рибњака РЗ“Мошорин“
(n=6)

Органохлорни пестициди	ПМВ(n g/g)	Шаран	Лињак	Сом	Деверика	Бодорка
Линдан	0,010	<0,001- 0,005	<0,001- 0,007	<0,001 -0,007	<0,001- 0,005	<0,001- 0,005
НСН (α i β изомери)	0,010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Алдрин и диелдрин	0,020	<0,001- 0,009	<0,001	<0,001 -0,009	<0,001	<0,001
Хептахлор и хептахлорепоксид	0,010	<0,001- 0,009	<0,001	<0,001	<0,001- 0,005	<0,001- 0,005
DDT (p,p'-DDE+p,p'-DDD+p,p')	0,100	0,001- 0,009	0,001- 0,022	0,001- 0,028	0,001-0,002	0,001- 0,005
Ендрин	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
НСВ	0,010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Коришћење репичиног уља у исхрани шарана и лињака као фактора промена
квалитета меса

Хлордан (алфа и гама изомери)	0,005	<0,001-0,002	<0,001-0,002	<0,001-0,003	<0,001-0,002	<0,001-0,002
РСВ, n = 6	3000	<0,001-0,030	<0,001-0,030	<0,001-0,050	<0,001-0,030	<0,001-0,020
Микро и макро елементи						
Олово – Pb	0,400	<0,05-0,20	<0,01-0,15	<0,05-0,10	<0,05-0,15	<0,01-0,15
Кадмијум – Cd	0,100	<0,005-0,01	<0,001-0,02	<0,005-0,03	<0,005-0,02	<0,005-0,02
Арсен – As	2000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Жива – Hg	0,500	0,005-0,025	0,005-0,045	0,005-0,025	0,005-0,045	0,005-0,035
Бакар – Cu	/	0,1-0,30	0,1-0,42	0,1-0,20	0,1-0,42	0,1-0,20
Цинк – Zn	/	4,10-8,70	4,20-8,90	4,60-8,85	4,50-8,95	4,20-8,25

Легенда:*ПМВ- прописана максимална вредност (Правилник о количинама пестицида, метала и металоида и других отровних супстанција, хемиотерапеутика, анаболика и других супстанци које могу да се налазе у намирницама (Службени лист СРЈ СРЈ, 5/92, 11/92, – испр. и 32/2002), COMMISSION REGULATION (EC) No 1881/2006);НСН-хексахлорциклохексан; НСВ-хексахлоробензен;РСВ-полихлоровани бифенили;DDT-дихлор-дифенил-трихлоретан; DDE – дихлор-дифенил-дихлоретилен; DDD-дихлор-дифенил-дихлоретан

У свим анализираним узорцима седимента и воде, узоркованих са рибњака РЗ „Мошорин“ концентрација већине органохлорних пестицида била је мања од границе детекције (0,001 mg/kg), изузев за гама-НСН, чија је концентрација била у

опсегу од границе детекције до 0,009 у води из рибњака и 0,017 mg/kg у седименту. Такође, збир концентрација хепатхлора и хептахлорепоксида (цис- и транс-) се кретао у опсегу од границе детекције до 0,016 mg/kg у води из рибњака и 0,02 mg/kg у седименту. Резултати испитивања садржаја елемената у муљу директно се рефлектује на концентрацију тих елемената у води, при чему садржај ни једног елемента није прелазео вредности које су прописане европском регулативом (COMMISSION REGULATION (EC) No 1881/2006).

Према COMMISSION REGULATION (EC) No 1881/2006 и Правилнику о количинама пестицида, метала и металоида и других отровних супстанција, хемиотерапеутика, анаболика и других супстанци које могу да се налазе у намирницама (Службени лист СРЈ, 5/92, 11/92, -исправка. и 32/2002), максимално дозвољене количине органохлорних пестицида, полихлорованих бифенила и токсичних елемената нису прекорачене у испитаним узорцима риба. Садржаји алфа- НСН, бета-НСН, ендрина и НСВ били су испод вредности границе детекције (0,001 mg/kg). Садржај полихлорованих бифенила (конгенери 28, 52, 101, 118, 138, 153 и 180) био је у распону од испод границе детекције до 0,05 код сома.

Највећа концентрација свих елемената била је према очекивањима у муљу, тако да постоји могућност миграције тих елемената из муља у водену средину. Садржај Cu и Zn у седименту је био у опсегу од 8 до 25,4 mg/kg за Cu, односно од 18 до 68 mg/kg за Zn, а у води из рибњака концентрација бакра је била 0,2 mg/kg, док је концентрација цинка била испод границе детекције. Садржаји осталих испитиваних елемената у муљу је био значајно нижи, а максималне вредности су установљене за Hg (0,1-0,12), за олово (0,1-0,16µg/kg) у води из рибњака, а у седименту је концентрација олова била 0,5-3 µg/kg. Концентрације осталих испитиваних елемената су биле испод границе детекције како у бунарској води, тако и у води из рибњака и седименту.

Подаци о контаминентима у рибама узоркованим на локацији ДунавI, узводно од града Београда су приказани у *Табели 5.11.4*. Следећи органохлорни пестициди су детектовани: НСН, НСВ, линдан, диелдрин и DDT.

Табела 5.11.4. Органохлорни пестициди у рибама узоркованим на локацији Дунав I,
узводно од Београда, (mg/kg, w.w.) (n=6)

Врста рибе	Шаран	Сом	Штука	Мрена	Сребрни караш
HCH mg/kg	нд	нд	нд	нд	0,002- 0,006
HCB mg/kg	нд	нд	нд	нд	0,001- 0,004
Линдан mg/kg	нд	нд	нд	нд	0,001- 0,002
Диелдрин mg/kg	0,001- 0,003	0,001- 0,003	нд	нд	0,001- 0,003
DDE mg/kg	0,006- 0,015	0,007- 0,020	0,001- 0,002	0,013- 0,098	0,007- 0,015
DDD mg/kg	0,003- 0,008	0,005- 0,006	0,001	0,025- 0,030	0,004- 0,008
DDT mg/kg	0,002- 0,007	0,005- 0,007	0,001	0,004- 0,017	0,001- 0,008
□ der. DDT mg/kg	0,011- 0,022	0,019- 0,031	0,003- 0,004	0,085- 0,132	0,016- 0,024
□PCB mg/kg	0,030- 0,053	0,041- 0,051	0,010- 0,014	0,163- 0,211	0,39-0,077

Легенда: Нд-није детектовано (< 0.001 mg/kg); HCH-хексахлорциклохексан; HCB-хексахлоробензен; PCB- полихлоровани бифенили; DDT- дихлор-дифенил-трихлоретан; DDE – дихлор-дифенил-дихлоретилен; DDD-дихлор-дифенил-дихлоретан

Законска регулатива у Србији, као и регулативе Европске уније не прописују максимални резидуални ниво (MRLs) када су у питању органохлорни пестициди код риба, али у пракси се користе прописане вредности за месо (Правилник о максимално дозвољеним количинама резидуа пестицида у храни и храни за животиње, Службени гласник, бр. 25/2010 и 28/2011). Изомери HCH (алфа, бета и делта), HCB и линдан су детектовани на локацији Дунав I само у узорцима бабушке, у опсегу 0,002-0,006; 0,001-0,004 и 0,001-0,002 mg/kg, односно. Резултати су били испод MRLs од 0,030 mg/kg (HCH); 0,020 mg/kg (HCB), и 0,010

mg/kg (линдан). Диелдрин је детектован у 58,3% узорака у концентрацијама 0,001-0,003 mg/kg, које су такође испод дозвољеног нивоа од 0,020 mg/kg. Добијене вредности за DDT указују на загађеност екосистема, тачније експозицију риба DDT-у, који је детектован у свим узорцима у опсегу од 0,003 до 0,032 mg/kg. Најнижа вредност је утврђена код штуке, што је и очекивано због ниског садржаја масти код ове врсте (Ljubojević et al., 2013a). Највиша вредност DDT је установљена код мрене, која је због свог начина исхране, конзумирајући ситне организме са дна реке, била изложена процесу биоакумулације. Средње вредности DDT код других испитаних врсте рибе су биле сличне, крећући се од 0,018 mg/kg, код шарана, 0,020 mg/kg, код бабушке до 0,023 mg/kg, код сома. Просечна вредност DDT у свим узорцима је била 0,034 mg/kg (MRL за DDT износи 0,100 mg/kg). Поређењем добијених вредности у узорцима мрене, уочено је да је количина DDT изнад MRL.

Подаци за PCBs у рибама са локације Дунав I, узводно од Београда су приказани у Табели 5.11.5. Присуство PCBs је детектовано у свим узорцима са локације Дунав I, узводно од Београда. Добијене вредности за PCBs кретале су се од 0,010 до 0,211 mg/kg. Средња вредност је била 0,073 mg/kg. Слично као DDT, PCBs је детектован у најнижој количини код штуке, просечно 0,012 mg/kg. Највећа средња вредност PCBs је утврђена код мрене – 0,188 mg/kg. MRL за конгенере PCB нису прецизно утврђене ни у Србији ни у Европској унији. У Србији је до 2012., MRL од 3 mg/kg био примењиван и он је значајно виши у односу на установљене вредности у овом истраживању. Међутим, поређење наших резултата са резултима који су добијени приликом истраживања у Европској унији у периоду 1995-2008, при чему је испитано 2834 узорака и добијена просечна вредност од 0,023mg/kg, може се закључити да су рибе узорковане из Дунава узводно од Београда биле изложене значајној количини PCBs.

Ни у једном од испитиваних узорака није детектовано присуство полибромованих дифенил етара. Са изузетком два узорка мрене сви испитани узорци са локације Дунав I, у погледу садржаја перзистентних органских

загаживача, одговарају MRLs. У свим испитаним узорцима су детектовани DDT и PCBs. У два узорка мрене садржај DDT је био изнад MRL и просечна вредност за PCB у узорцима мрене је била три пута виша него просечна добијена вредност у истраживању Европске уније. Ове чињенице захтевају опрез и указују на загађеност екосистема, тако да је потребан сталан мониторинг на овој локацији у циљу да се процени тренд контаминације риба као индикатора загађености акватичног екосистема.

Табела 5.11.5. PCBs у узорцима риба са локације Дунав I, узводно од Београда (mg/kg, w.w.) (n=6)

Врста рибе	Шаран	Сом	Штука	Мрена	Сребрни караш
28 mg/kg	0,001	0,001	Нд	0,006	0,002-0,007
52 mg/kg	0,001-0,002	0,001	0,001	0,002-0,007	0,002-0,008
101mg/kg	0,004-0,005	0,004-0,005	0,001	0,012-0,021	0,003-0,009
118mg/kg	0,006-0,013	0,011-0,014	0,002-0,003	0,042-0,058	0,008-0,019
153mg/kg	0,009-0,019	0,014-0,016	0,003-0,005	0,060-0,081	0,011-0,023
138mg/kg	0,006-0,012	0,005-0,010	0,002-0,044	0,031-0,044	0,007-0,013
180mg/kg	0,003-0,004	0,001-0,005	0,001-0,02	0,009-0,017	0,003-0,011
□PCB mg/kg	0,030-0,053	0,041-0,051	0,010-0,014	0,163-0,211	0,039-0,077

Легенда: Нд-није детектовано (< 0.001 mg/kg); НСН-хексахлорциклохексан; НСВ-хексахлоробензен; РСВ- полихлоровани бифенили; DDT- дихлор-дифенил-трихлоретан; DDE – дихлор-дифенил-дихлоретилен; DDD-дихлор-дифенил-дихлоретан

Резултати за органохлорне пестициде у узорцима са локације Дунав II су приказани у Табели 5.11.6.

Табела 5.11.6. Органохлорни пестициди у рибама узоркованим на локацији Дунав II, низводно од Београда (mg/kg, w.w.) (n=6)

Врста рибе	Сом	Смуђ	Кечига	Деверика	Гргеч	Сребрни караш
НСН mg/kg	0,004- 0,010	0,001- 0,002	0,001- 0,002	нд	Нд	Нд
НСВ mg/kg	0,001- 0,002	Нд	0,001	0,001	0,001	Нд
Линдан mg/kg	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001- 0,002	Нд
Диелдрин mg/kg	0,006	0,002	0,003- 0,004	0,003- 0,004	0,003- 0,004	Нд
DDE mg/kg	0,040- 0,079	0,007- 0,010	0,008- 0,012	0,010- 0,012	0,009- 0,020	0,008- 0,013
DDD mg/kg	0,015- 0,024	0,002- 0,003	0,004- 0,007	0,006- 0,007	0,005- 0,010	0,006- 0,011
DDT mg/kg	0,009- 0,012	Нд	0,002- 0,004	0,001- 0,002	0,002- 0,006	0,001- 0,009
□der. DDT mg/kg	0,057- 0,112	0,009- 0,013	0,017- 0,023	0,018- 0,021	0,017- 0,036	0,015- 0,030
□PCB mg/kg	0,100- 0,209	0,019- 0,030	0,030- 0,044	0,035- 0,046	0,034- 0,081	0,029- 0,048

Легенда:НСН-хексахлорциклохексан; НСВ-хексахлоробензен; РСВ-полихлоровани бифенили; DDT- дихлор-дифенил-трихлоретан; DDE – дихлор-дифенил-дихлоретилен; DDD-дихлор-дифенил-дихлоретан

Органохлорни пестициди који су детектовани на локацији Дунав II (Гроцка, низводно од Београда) су: НСН, НСВ, линдан, диелдрин и DDT. Изомери НСН (алфа, бета и делта), НСВ и линдан су установљени у концентрацијама у опсегу 0,001-0,010; 0,001-0,002 и 0,001-0,002 mg/kg, односно, што је испод MRLs од 0,030 mg/kg (НСН), 0,020 mg/kg (НСВ) и 0,010 mg/kg (линдан). Резултати за DDT указују на контаминацију екосистема, тачније експозицију риба DDT, који је детектован у свим узорцима, у опсегу од 0,009 до 0,112 mg/kg. Најнижа вредност је утврђена у

узорцима смуђа, што је и очекивано због ниског садржаја масти код ове врсте (Ćirković et al., 2012a) док је највећа вредност DDT детектована код сома. Просечна вредност за DDT у узорцима је износила 0,029 mg/kg. Упоредивањем добијених вредности може се уочити да је количина DDT у једном узорку сома била изнад MRL. Средње вредности по риблим врстама су биле различите у односу на вредности добијене у узорцима са локације Дунав I. Највиша просечна вредност је запажена код сома – 0,082 mg/kg, што је било четири пута више у односу на исту врсту узорковану на локацији Дунав I. Измерене вредности DDT код других врста су се кретале од 0,011 mg/kg, код смуђа до 0,026 mg/kg, код гргеча. Диелдрин је детектован у 52,63% узорака у концентрацији 0,002-0,006 mg/kg, и вредности су биле испод установљене вредности MRL од 0,020 mg/kg. Табела 5.11.7. приказује вредности PCBs у рибама са локације Дунав II, низводно од Београда.

Табела 5.11.7. PCBs у рибама узоркованим на локацији Дунав II, низводно од Београда (mg/kg, w.w.)(n=6)

Врста рибе	Сом	Смуђ	Кечига	Деверика	Гргеч	Сребрни караш
28 mg/kg	0,001-0,008	0,001	0,002	0,002	0,001-0,002	нд
52 mg/kg	0,002-0,006	0,001	0,001-0,002	0,003-0,006	0,004-0,014	Нд
101 mg/kg	0,009-0,022	0,002-0,003	0,004-0,007	0,004-0,006	0,005-0,008	0,001-0,009
118 mg/kg	0,025-0,059	0,005-0,007	0,007-0,011	0,009-0,012	0,008-0,019	0,008-0,014
153 mg/kg	0,038-0,073	0,007-0,010	0,008-0,012	0,007-0,009	0,008-0,017	0,010-0,015
138 mg/kg	0,017-0,045	0,003-0,005	0,005-0,008	0,006-0,008	0,008-0,015	0,006-0,011
180 mg/kg	0,008-0,021	0,001-0,002	0,002-0,003	0,002-0,004	0,003-0,006	0,002-0,005
□PCB mg/kg	0,100-0,209	0,019-0,030	0,030-0,044	0,035-0,046	0,034-0,081	0,029-0,048

Присуство PCBs је утврђено у свим узорцима. Добијене вредности за PCBs су биле од 0,019 mg/kg, код смуђа до 0,209 mg/kg, за сома. Средња вредност PCBs у узорцима риба је износила 0,058 mg/kg. Упоређујући средње вредности добијене за PCBs у рибама узоркованим на локацији Дунав II (0,058 mg/kg) са онима добијеним у рибама узоркованим на локацији Дунав I (0,073 mg/kg), може се закључити да су рибе сакупљене на локацији Дунав I биле изложене значајној количини PCBs. Полибромовани дифенил етри нису детектовани ни у једном од тестираних зорака.

Резултати садржаја органохлорних пестицида у рибама узоркованим на локацији Сава I су приказани у Табели 5.11.8.

Табела 5.11.8. Органохлорни пестициди у рибама узоркованим на локацији Сава I, узводно од Београда (mg/kg, w.w.) (n=6)

Врста рибе	DDE mg/kg	DDD mg/kg	DDT mg/kg	□ der. DDT mg/kg
Јаз	0,003-0,010	0,001-0,003	0,001	0,004-0,013
Мрена	0,007-0,010	0,002-0,003	0,001-0,002	0,009-0,014
Буцов	0,014-0,020	0,003-0,005	0,001-0,003	0,018-0,026
Деверика	0,013-0,018	0,002-0,005	0,001	0,015-0,021
Бабушка	0,009-0,018	0,002-0,005	0,001	0,012-0,024
Штука	0,002-0,003	0,001	нд	0,002-0,004

Легенда: DDT- дихлор-дифенил-трихлоретан; DDE – дихлор-дифенил-дихлоретилен; DDD-дихлор-дифенил-дихлоретан

Добијени резултати показују да узорци рибе изловљене на локацији Сава I садрже DDT и његове метаболите (DDE и DDD), и PCB конгенере. Резултати за PCBs су приказани у Табели 5.11.9. Добијене вредности за DDT су биле у опсегу од 0,004 до 0,026 mg/kg, и биле су око пет пута мање од максимално допуштених. Просечна вредност за DDT у испитиваним узорцима са локације Сава I је била 0,013 mg/kg, што је два пута ниже у односу на просечне вредности утврђене у

рибама узоркованим на локацијама Дунав (0,34 mg/kg) и Дунав II (0,29 mg/kg). Највећи садржај (0,021 mg/kg) DDT је утврђен код буцова, док је код штуке утврђена најнижа вредност (0,003 mg/kg).

Табела 5.11.9. PCB у рибама узоркованим на локацији Сава I, низводно од Београда (mg/kg, w.w.) (n=6)

Врста рибе	Јаз	Мрена	Буцов	Деверика	Сребрни караш	Штука
28 mg/kg	0,002-0,003	0,001-0,002	0,001-0,002	0,001-0,003	0,001	нд
52 mg/kg	0,002-0,003	0,003-0,005	0,005-0,008	0,001-0,002	0,001	0,001
101 mg/kg	0,005-0,007	0,008-0,009	0,010-0,012	0,002-0,004	0,001-0,002	0,001
118 mg/kg	0,007-0,015	0,015-0,018	0,020-0,025	0,009-0,012	0,004-0,005	0,001-0,003
153 mg/kg	0,004-0,015	0,030-0,035	0,021-0,029	0,010-0,015	0,010-0,015	0,002-0,004
138 mg/kg	0,003-0,012	0,012-0,015	0,018-0,025	0,008-0,011	0,010-0,014	0,002-0,003
180 mg/kg	0,001-0,006	0,004-0,006	0,008-0,011	0,002-0,003	0,004-0,006	0,001-0,002
□PCB mg/kg	0,026-0,058	0,078-0,087	0,091-0,109	0,039-0,045	0,032-0,041	0,006-0,012

Легенда: PCB- полихлоровани бифенили

Вредности добијене за PCBs су биле у опсегу од 0,026 до 0,109 mg/kg, са просечном вредношћу од 0,052 mg/kg, што је приближно вредности која је установљена за PCBs у рибама узоркованим на локацији Дунав II (0,058 mg/kg). Слично као и за DDT, просечна максимална вредност за PCB је установљена код буцова (0,098 mg/kg), док је минимална просечна вредност утврђена код штуке (0,010 mg/kg). Висока просечна вредност је установљена код мрене (0,082 mg/kg). Као контролна група, у циљу да се упореде добијени резултати, узорци беле рибе изловљене уз Увца, специјалног природног резервата су испитани. За

природни резерват Увац се са сигурношћу може рећи да није изложен индустријском загађењу. Од свих хлоринованих једињења која су испитивана, трагови DDE су детектовани само као резултат претходне експозиције DDT-у, са максималном вредношћу 0,003 mg/kg.

5.12.Оглед 12. Резултати анализа рандмана ципринида

5.12.1. Утицај врсте рибе на рандман

У Табели 5.12.1. су приказани резултати морфометријских мерења двогодишњег шарана, амуре и толстолобика који су гајени у поликултури у условима полуинтензивне производње. Резултати су изражени као релативни процентуални удео главе, утробе, укупног отпада, као и искористивог дела испитиваних риба у односу на укупну телесну масу рибе.

Табела 5.12.1. Рандман двогодишњег шарана, толстолобика и амуре гајених у поликултури

Врста	Глава (%)	Унутрашњи органи (%)	Укупни отпад (%)	Рандман (%)
Шаран	17,08±0,24 ^b	14,02±0,27 ^c	32,98±0,29 ^c	67,02±0,29 ^a
Амур	16,03±0,23 ^c	22,06±0,27 ^a	39,96±0,23 ^a	60,04±0,23 ^c
Толстолобик	20,06±0,24 ^a	16,04±0,27 ^b	37,96±0,18 ^b	62,04±0,18 ^b

Легенда: Резултати су приказани као средња вредност ± SD (n = 8); Вредности у истој колони са различитом словном ознаком у суперскрипту се статистички значајно разликују на нивоу значајности $p < 0,01$.

Рандман је био најповољнији код шарана (67%), затим код толстолобика (62%), а најнеповољнији код амуре (60%). Удео отпада је био највећи код амуре

(38%), а најмањи код шарана (32%). Процент утробе код амура је износио чак 22%, док је код шарана био 14% или за 36,36% мањи у односу на исти код амура.

5.12.2. Утицај старости рибе на рандман

У Табели 5.12.2. су приказани резултати морфометријске анализе једногодишњег, двогодишњег и трогодишњег шарана, који су узорковани са истог рибњака, где се производња одвијала у полуинтензивним условима, додавањем кукуруза и пшенице у односу 80:20.

Табела 5.12.2. Рандман различитих старосних категорија шарана

Старост	Глава (%)	Унутрашњи органи (%)	Укупни отпад (%)	Рандман (%)
Једногодишњи	22,025±0,18 ^a	12,37±0,19 ^c	36,19±0,2 ^a	63,81±0,2 ^b
Двогодишњи	17,04±0,21 ^b	14,89±0,2 ^b	33,99±0,24 ^b	66,01±0,24 ^a
Трогодишњи	15,1±0,22 ^c	25,16±0,22 ^a * _{са гонадама}	40,28±0,15 ^a	57,72±0,15 ^b

Легенда: Резултати су приказани као средња вредност ± SD (n = 8); Вредности у истој колони са различитом словном ознаком у суперскрипту се статистички значајно разликују на нивоу значајности p < 0,01.

5.12.3. Утицај технологије гајења и исхране на рандман

Рандмани двогодишњих шарана од којих је прва група узоркована са рибњака где је исхрана вршена додавањем пелетиране хране, а друга са рибњака где је додаван кукуруз и пшеница у односу 80:20 су приказани у Табели 5.12.3. Утврђене вредности показују да је рандман био повољнији код двогодишњака храњеног формулисаним храном (68%) у односу на шарана исте старости храњеног кукурузом и пшеницом (66%) (p<0,01). У Табели 5.12.4. приказани су резултати процентуалног удела појединих делова тела, као и искористивог дела трогодишњег шарана, који су узорковани на различитим рибњацима. Шаран, који је гајен у

полуинтензивном систему производње и који је прихрањиван са кукурузом и пшеницом, у односу 80:20, имао је 55,5% искористивог дела. Вредности рандмана израчунате за трогодишњака гајеног у полуинтензивним условима производње, прихрањиваног јечмом, кукурузом и пшеницом (60:20:20) биле су у просеку 56%, а код трогодишњег шаран храњеног пелетираном храном 59%.

Табела 5.12.3. Утицај технологије гајења и исхране на рандман двогодишњег шарана

Исхрана	Глава (%)	Унутрашњи органи (%)	Укупни отпад (%)	Рандман (%)
Кукуруз и пшеница	17,04±0,25	15,12±0,29 ^a	34,1±0,13 ^a	65,9±0,13 ^b
Формулисана смеша	16,99±0,3	13,04±0,21 ^b	31,95±0,2 ^b	68,05±0,2 ^a

Легенда: Резултати су приказани као средња вредност ± SD (n = 8); Вредности у истој колони са различитом словном ознаком у суперскрипту се статистички значајно разликују на нивоу значајности p < 0,01.

Табела 5.12.4. Утицај технологије гајења и исхране на рандман трогодишњег шарана

Исхрана	Глава (%)	Унутрашњи органи (%)	Укупни отпад (%)	Рандман (%)
Кукуруз и пшеница	15,11±0,12	27,5±0,21 ^a	44,46±0,25 ^a	55,54±0,25 ^c
Јечам, кукуруз и пшеница	15±0,18	26,92±0,46 ^b	43,78±0,15 ^b	56,22±0,15 ^b
Формулисана смеша	14,95±0,18	23,99±0,23 ^c	40,89±0,22 ^c	59,11±0,22 ^a

Легенда: Резултати су приказани као средња вредност ± SD (n = 8); Вредности у истој колони са различитом словном ознаком у суперскрипту се статистички значајно разликују на нивоу значајности p < 0,01.

5.12.4. Утицај пола на рандман трогодишњег шарана гајеног у кавезном систему производње

Резултати биометријских параметара мушких и женских јединки трогодишњег шарана из кавезних система приказани су у Табели 5.12.5., као и параметри тежине. Добијене вредности су употребљене за израчунавање процента филета, главе, пераја, унутрашњих органа и отпада у односу на тежину рибе и за израчунавање DP-рандмана и GSI-гонадосоматског индекаса. За статистичку обраду резултата коришћени су софтверски пакет Microsoft Office Excell 2010 и његов стандардни додатак за анализу података Data Analysis ToolPack. Средње вредности су поређене упоредним (paired) t-тестом.

Табела 5.12.5. Вредности биометријских и параметара тежине шарана (*Cyprinus carpio*) у односу на пол

Параметар	Јединица	Женке	Мужјаци
Биометријски параметари			
Укупна дужина	mm	457,5±13,72 ^a	438±8,18 ^b
Стандардна дужина	mm	393,88±16,76 ^a	369,87 ±21,83 ^b
Дужина трупа	mm	322,5±13,72 ^a	308±8,18 ^b
Дужина главе	mm	87,92±2,61	87,7±2,8
Висина тела	mm	126±4,8	125,54±6,51
Параметри тежине			
Тежина рибе	g	1550,23±55,59	1495,47±109,09
Тежина трупа	g	1010,12±19,57 ^a	947±5±72,68 ^b
Тежина филета	g	750,42±33,81	727,5±51,29
Тежина главе	g	235,96±30,98 ^b	263,89±27,35 ^a
Тежина пераја	g	40,05±4,59	38,88±5,4

Тежина унутрашњих органа	g	267,18±57,13 ^a	222,14±24,64 ^b
Тежина гонада	g	56,57±3,21 ^b	59,61±2,89 ^a
Израчунати параметри			
Гонадосоматски индекс		3,66±0,26 ^b	4,01±0,4 ^a
Рандман	%	65,57±2,25	63,57±5,49
Филети	%	48,41±1,29	48,6±2,02

Легенда: Вредности у табели су представљене као средње вредности ± SD (n = 24); вредности у истом реду са различитим словним ознакама у суперскрипту се разликују сигнификантно на нивоу p < 0,01

5.13.Оглед 13. Евауалација кобасица произведених од меса ципринида

Резултати анализа хемијског састава производа добијених од меса ципринида (у индустријским условима производње), односно шарана (у занатским условима производње) су приказани у *Табели 5.13.1.*, односно у *Табели 5.13.2.*

Табела 5.13.1. Резултати хемијских анализа кобасице произведене од меса ципринида

Параметар	Према Правилнику*	Садржај
Садржај влаге %		54,61
Садржај сирових протеина, %	min 11%	17,32
Садржај масти, %	max 25%	21,06
Садржај пепела, %		2,07
Садржај натријум хлорида, %		0,94
Садржај калцијума mg/100g		25,00

Легенда:*Правилник о квалитету и другим захтевима за рибе, ракове, шкољкаше, морске јевеје, морске краставце, жабе, корњаче, пужење и њихове производе (2003)

Табела 5.13.2. Резултати хемијских анализа кобасице произведене од меса шарана

Параметар	Према Правилнику*	Садржај
Садржај воде %		48,06
Садржај укупних протеина %	min 11%	16,48
Садржај масти %	max 25%	24,50
Садржај пепела %		4,07
Садржај натријум хлорида %		3,10
Садржај калцијума mg/100g		21,00

Легенда:*Правилник о квалитету и другим захтевима за рибе, ракове, шкољкаше, морске јежеве, морске краставце, жабе, корњаче, пужеве и њихове производе (2003)

Из приказаних резултата се види да оба производа задовољавају све услове који су прописани *Правилником о квалитету и другим захтевима за рибе, ракове, шкољкаше, морске јежеве, морске краставце, жабе, корњаче, пужеве и њихове производе*, па се као такви могу пласирати на тржиште. Садржај масти је нешто већу у кобацици произведеној од меса шарана у занатским условима производње у односу на кобасицу произведену од меса ципринида, што је последица коришћења шарана са изузетно високим садржајем масти као сировине, о чему ће бити речи касније у раду.

Табела 5.13.3. Резултати микробиолошких анализа кобасице произведене од меса шарана и ципринида

Микроорганизам	Број
<i>L.monocytogenesy</i> 25 g/mL	Није утврђено
<i>E.coliy</i> g/mL	Није утврђено
Број аеробних колонија u g/mL	3 000
<i>Salmonellay</i> 25 g/mL	Није утврђено
<i>Bacillus cereusy</i> g/ml	Није утврђено

Резултати микробиолошке анализе оба производа показују да у кобасицама није пронађена ни једна од патогених бактерија, док је број аеробних бактерија био минималан (3000) (Табела 5.13.3.)

Резултати добијени сензорском евакуацијом кобасица су приказани у Табели 5.13.4.; Табели 5.13.5.; Табели 5.13.6.

Табела 5.13.4. Резултати сензорске оцене кобасице пре загревања

Сензорска својства	\bar{X}	Sd	Se	Iv		Cv %
				X _{min}	X _{max}	
Изглед споља	4,66	0,40	0,16	4,00	5,00	8,58
Боја	4,58	0,58	0,23	3,50	5,00	12,66
Мирис	4,83	0,40	0,16	4,00	5,00	8,58
Боја пресека	3,83	0,68	0,27	3,00	4,50	17,75
Текстура	3,91	0,80	0,32	3,00	5,00	20,46
Укус	4,50	0,31	0,13	4,00	5,00	6,88

Резултати сензорске оцене су биле готово идентичне за оба производа. По површини кобасице нема изражених деформација, омотач приања уз надев, мирис је без страних примеса. Пресек кобасице је уједначен без шупљина, надев кобасице се састоји од уситњене масе и светло смеђе-браон боје комадића димљеног меса шарана. Конзистнтност је својствена за врсту кобасице, мирис, благог интензитета и укус су својствени за кобасицу од меса риба, без страних примеса. Осети се понека ситна кошчица (< 3 mm), што је последица ручно изведеног откоштавања.

Табела 5.13.5. Резултати сензорске оцене кобасице после кувања

Сензорска својства	\bar{X}	Sd	Se	Iv		Cv %
				X _{min}	X _{max}	
Мирис	4,83	0,40	0,16	4,00	5,00	8,28

Боја пресека	4,41	0,37	0,15	4,00	5,00	8,40
Текстура	3,83	0,81	0,33	3,00	5,00	21,15
Укус	4,16	0,40	0,16	4,00	5,00	9,61

Табела 5.13.6. Резултати сензорске оцене кобасице после пржења

Сензорска својства	\bar{X}	Sd	Se	Iv		Cv %
				X _{min}	X _{max}	
Мирис	4,91	0,20	0,08	4,50	5,00	4,07
Боја пресека	3,58	0,37	0,15	3,00	4,00	10,33
Текстура	3,66	0,75	0,30	3,00	5,00	20,50
Укус	4,58	0,50	0,20	4,00	5,00	10,92

Мање додате кухињске соли (1,5%) даје утисак недовољне сланости и утицао је на умањену оцену за укус кобасице. Осети се благо легуминозан укус на додате сојине љуспице, као и нешто израженији укус на бибер. Текстура је сува, зрнаста и сипкава, а при нарезивању на танке листове надев није компактан. Разлог је додата биљна маст, која има зрнасту структуру.

Сензорске карактеристике испитиваних кобасица (произведених у условима индустријске производње и занатске радиности) су специфичне за врсту производа. По површини кобасице, мирис је без страних примеса. На пресецима, надев кобасице се састоји од уситњене масе, светло смеђе-наранџасте боје, својствене конзистенције за врсту кобасице. Мирис и укус су својствени за врсту кобасице, без страних примеса. Сензорне карактеристике кобасице произведене од меса ципринида су специфичне за врсту производа. Стабилност боје на пресеку је прихватљивија после кувања, него после пржења. Најприхватљивији укус кобасице је после кулинарне припреме пржењем. После пржења је израженији брашнаст укус и зрнаста структура.

6. ДИСКУСИЈА

6.1. Оглед 1. Ефекат врсте рибе на хемијски састав и квалитет масти

Квалитет меса шаранских риба је веома варијабилан и промене су под утицајем старости, система гајења и исхране. Садржајмасти код шаранских риба углавном се креће од 2,3 до 16,8%, док је садржај протеина је мање варијабилан и углавном је у опсегу од 14 до 18% (*Vladau et al.*, 2008; *Trbović et al.*, 2009; *Ćirković et al.*, 2010; *Ćirković et al.*, 2011). *Domaizon et al.* (2000) су објавили да је садржај масти био у границама од 4,51 до 6,7% код једногодишњег, односно трогодишњег белог толстолобика. Садржај масти у мускулатури сома који је гајен у земљаним рибњацима са коришћењем природне хране је износио 2,33% (*Jankowska et al.*, 2004). Добијени резултати везани за садржај протеина и масти код смуђа су били виши у односу на резултате које су у свом истраживању добили *Celik et al.* (2005) према којима је садржај протеина био 18,1 и 18,8, а масти 0,1 и 0,12% у узорцима из два различита језера.

Садржај укупног холестерола разликује се у зависности од годишњег доба. *Trbović et al.* (2009) добили су вредности 48,9 mg/100 g масти једногодишњег шарана изловљеног у априлу и 54,3 mg/100 g масти шарана исте старости изловљеног у јуну. У овом истраживању, ниво холестерола био је 55,8 mg/100 g масти двогодишњег шарана. У истраженој литератури, садржај холестерола је био у великом распону од 47 до 120 mg/100 g масти, у зависности од врсте рибе и старости, система гајења и месеца када је извршен излов (*Bieniarz et al.*, 2001; *Kopicova and Vavreinova*, 2007). Варијабилност је била веома приметна када је у питању садржај укупног холестерола код белог толстолобика, амуре, лињака и

сома (*Kopicova and Vavreinova, 2007*). Масти копнених животиња такође садрже веома различите количине укупног холестерола. Према наводима *Williams (2007)* садржај укупног холестерола у говедини, телетини, јагњетини и овчетини је био 50, 51, 66 и 66 mg/100 g масти, односно. Забележено је да је садржај укупног холестерола у свињетини 44-98 mg/100 g (*Bragagnolo and Rodriguez-Amaya, 2002*). Поред тога, просечан садржај масти у говедини, јагњетини и прасетини био је 3,8-17,3; 6,3-35,0 и 1,6-11,5%, односно (*Vladau et al., 2008*).

Укупан збир SFA код сома гајеног традиционално са природном храном доступном у земљаном рибњаку и са комплетним крмним смешама био је 25 и 26% (*Jankowska et al., 2004*). Палмитинска киселина је била доминантна SFA у оба наведена случаја (16%). Резултати добијени у овом истраживању, када су у питању SFA и USFA (око 25 и 75%, односно) су упоредиви са резултатима других аутора. У истраживању *Jankowska et al. (2004)*, резултати за садржај MUFA и PUFA и однос n3/n6 износили су 40%, 35% и 2,31, односно. Према подацима *Bieniarz et al. (2000)*, месо сома гајеног у поликултури са шараном садржало је 22% PUFA са односом n-3/n-6 од 2,39. Међутим, у испитивању које су спровели *Fullner and Wirth (1996)*, овај однос је био 1,7. У сагласности са приказаним резултатима, у природним атмосферским условима, месо смуђа садржало је 30,5-32,9% SFA (*Celik et al., 2005*). Палмитинска киселина била је најзаступљенија SFA у мастима смуђа, са учешћем од приближно 72,2% од укупних SFA у овом истраживању. У природним атмосферским условима, према резултатима других аутора, палмитинска киселина је била најзаступљенија SFA код смуђа, чинећи 66% од укупног садржаја SFA (*Jankowska et al., 2003; Celik et al., 2005*). Олеинска киселина је била доминантна MUFA. Када су у питању масне киселине n-3 серије, смуђ је добар извор EPA (1,26%), DPA (5,46%) и DHA (13,0%).

Бели толстолобик и амур се хране фитопланктоном, зоопланктоном и макрофитском вегетацијом који су богати са n-3 PUFA, посебно са EPA и DHA (*Domaizon et al., 2000; Steffens et al., 2005*). Укупан проценат n-3 масних киселина код ове две врсте се креће између 20 и 30%, а однос n-3/n-6 је 2 до 3 (*Steffens et*

al., 2005). Са повећањем старости, однос n-3/n-6 у филетима белог толстолобика је растао од 1,19 до 1,9 у првој и трећој години, у огледу који су спровели *Domaizon et al.* (2000). Исхрана је веома битан фактор када је у питању маснокиселински састав масти риба. Тако је утврђено да је зоопланктон најзаступљенији у исхрани једногодишњег белог толстолобика (90% унете биомасе), док трогодишњи бели толстолобик конзумира готово избалансиран однос зоопланктона (45% од унете биомасе) и фитопланктона (55% од унете биомасе) (*Domaizon et al.*, 2000). *Shapiro* (1985) је такође доказао да старији бели толстолобик конзумира више фитопланктона у односу на једногодишњу рибу исте врсте. Међутим, у испитивању *Domaizon et al.* (2000), утицај фитопланктона на маснокиселински састав цревног садржаја и меса толстолобика није био јако изражен ни код једногодишњег ни код трогодишњег белог толстолобика, вероватно јер је био замаскиран утицајем зоопланктона. Стога, проценат ДНА је био 2,56% код једногодишњег белог толстолобика и 7,76% код трогодишњег, док је у овом истраживању количина ДНА у филетима белог толстолобика била 4,72%.

Маснокиселински састав лињака варира. Утврђиван је однос n-3/n-6 у опсегу од 1,0 до 2,2 (*Steffens et al.*, 2005) и између 1,93 и 3,6 (*Jankowska et al.*, 2006). *Ćirković et al.* (2010) су утврдили однос n-3/n-6 од 1,05 за лињака. У овом истраживању, однос n-3/n-6 износио је 1,57, а проценат SFA, MUFA и PUFA 27, 28, и 44%, односно. Када је у питању шаран, маснокиселински састав је такође промењив. Утврђени однос n-3/n-6 се кретао од 0,8 до 2,4 према наводима *Steffens et al.* (2005). У другим истраживањима, утврђен је нешто мањи однос ове две серије масних киселина; 0,54 (*Ćirković et al.*, 2010), 0,50 (*Fajmonova et al.*, 2003) и 0,26 (*Trbović et al.*, 2009), а у овом истраживању је износио 0,92, што би се могло довести у везу са синергистичком интеракцијом шарана и белог толстолобика која повећава изворе хране доступне и за друге врсте. Фекалне пелете белог толстолобика, које представљају парцијално сварен фитопланктон, бивају поједене од стране шарана који иначе не би могао да искористи фитопланктон.

Слатководне рибе садрже висок ниво PUFA, што их чини веома важним у исхрани људи (*Vladau et al.*, 2008). Есенцијалне масне киселине утичу на флуидност, флексибилност и пермеабилност мембрана и учествују у транспорту и метаболизму холестерола (*Steffens et al.*, 2005). Арахидонска киселина (C20:4), прекурсор еикосаноида, била је измерена у високом проценту у већини испитиваних врста. Пошто постоји неколико биохемијских интеракција између n-6 и n-3 серија масних киселина, избалансиран однос ових масних киселина у храни је је важан за нормално функционисање организма како код људи, тако и када су животиње у питању. Добра технологија на рибњаку смањује и могућност појаве резидуа антибиотика у месу риба (*Ђорђевић et al.*, 2009). Ђубрење рибњака са стајњаком је релативно јефтин и веома ефикасан метод за повећање практично свих нутритивних компоненти у рибњачком екосистему. Гајење риба у поликултури са коришћењем природне хране доступне у рибњаку, уз примену одговарајућих агротехничких мера резултира у задовољавајућој производњи рибе са погодним маснокиселинским саставом, као и у повећаном искоришћавању природних ресурса хране. У закључку, гајење риба у поликултури са коришћењем искључиво природне хране доступне у рибњаку уз примену одговарајућих агротехничких мера (коришћење креча и стајњака) може довести до задовољавајућих резултата када је у питању завршна телесна маса двогодишњих риба и њихов нутритивни састав. Неопходно је пажљиво испланирати густину насада као и одабрати одговарајуће врсте риба у погодном проценту учешћа у поликултури, као и пажљиво одабрати врсте риба које ће учествовати у поликултури. Нутритивни састав меса риба веома варира између различитих врста риба, чак и када припадају истој фамилији. Поготово је састав масти повезан са врстом рибе, као и њеним начином исхране (хербивори, омнивори, карнивори).

6.2. Оглед 2. Квалитет меса комерцијално значајних врста риба изловљених из Дунава

Узорке меса, који су добијени од експерименталних риба, карактерисао је варијабилан садржај воде и масти, који је био обрнуто пропорционалан у свим узорцима. Иста законитост је забележена и у радовима које су објавили *Żmijewski et al.* (2006), *Łuczynska et al.* (2008) и *Ćirković et al.* (2012a), који су установили обрнуту корелацију између садржаја масти и воде, која је заједничка за многе врсте риба. Према добијеним резултатима, ткиво буцова и деверике садржало је значајно већу количину масти у поређењу са штуком, што је конзистентно са резултатима до којих су дошли *Żmijewski et al.*, (2006) за исте врсте риба, упркос чињеници да је у овом истраживању садржај масти када је у питању штука био више од два пута већи, иако је просечна телесна тежина испитиване штуче била само око 200 g виша у овом истраживању. Деверика изловљена у водама Грчке имала је 1% масти (*Aggelousis and Lazos*, 1991), а сличне вредности су установили и *Łuczynska et al.* (2008), док је у овом истраживању деверика имала већи садржај масти (3,24 g/100g). Процент сирових масти у филету штуче из Канаде износио је 0,4% (*Belinsky et al.*, 1996), док је садржај укупних масти код штуче који су утврдили *Łuczynska et al.* (2008) износио 0,56%. Анализа квалитета меса коју су спровели *Jankowska et al.* (2008) показала је да филети гајене штуче садрже и до 11 пута више масти у односу на штучу из слободног излова (2,40% наспрам 0,19%). У другим истраживањима је забележено да је садржај масти код примерака штуче из слободног излова веће телесне тежине (BW 1248 g) који су изловљени у Пољској током лета, био 0,64% (*Żmijewski et al.*, 2006) а у овом истраживању садржај масти је био 1,61 g/100g (BW 1480g).

Штука и буцов су садржали значајно виши садржај протеина у поређењу са девериком (*Табела 5.2.1.*), док у истраживању које су спровели *Żmijewski et*

al.(2006) није било статистички значајне разлике између поменутих врста, мада је количина протеина била најнижа у филетима деверике. Приказани резултати хемијског састава филета шарана, штуче и деверике су били прилично усаглашени са резултатима до којих су дошли *Bud et al.* (2008), с тим да су у том случају рибе биле из аквакултуре и нису приказани подаци о старости и телесној тежини риба.

Садржај масти у месу дугоносе јесетре био је 5,39 g/100 g, што је веома близу најнижој вредности (5–15%) која је добијена за јесетарске врсте из узгоја (*Badiani et al.*, 1997). Садржај воде код дугоносе кечиге био је нешто нижи (75,38 g/100g наспрам 77,5-77,2), протеина виши(17,54 g/100g наспрам 13,1-13,8), док је садржај масти био унутар опсега 4,8–6,1 g/100 g у поређењу са резултатима које су објавили *Lee et al.* (2012) у испитивању на јесетрама из узгоја. Према ранијим истраживањима, мишићи гајених риба садрже више масти у поређењу са мишићима риба из слободног излова (*Sahu et al.*, 2004). Интересантна је чињеница да је садржај масти шарана из слободног излова био 7,1 g/100 g (*Табела 5.2.1.*) што је много више у односу на шарана из узгоја (*Ćirković et al.*, 2012a; *Ljubojević et al.*, 2012b), са изузетком гајеног шарана који је прихрањиван житарицама и који је имао садржај масти између 10–15%. Ово потврђује да хемијски састав шарана у великој мери зависи од исхране (*Steffens and Wirth*, 2007).

Значајне разлике када је у питању садржај пепела у месу испитиваних риба, који је био најнижи (0,63 g/100g) код штуче, а највиши (1,31 g/100g) код мрене могле би бити последица присуства ситних костију у филетима риба. Наиме, калцијум, који се ослобађа током деминерализације костију, може допринети већој масеној фракцији пепела.

Према наводима *Andrade et al.* (1995), најдоминантније SFA код слатководних врста риба изловљених на подручју јужног Бразила биле су палмитинска и стеаринска, док су палмитоолеинска и олеинска киселина биле најприсутније међу MUFA. Међу SFA и MUFA у већини испитиваних риба, олеинска је била најзаступљенија, затим палмитинска и палмитоолеинска киселина (*Табела 5.2.2.*). *Łuczynska et al.* (2008) су установили да су палмитинска (22,2%) и

стеаринска киселина (10,98%) биле најдоминантније SFA у мастима мишића штуче изловљене из језера, што је у сагласности са приказаним резултатима када је у питању штуча.

Садржај олеинске киселине (17,70%) добијен у овом истраживању био је виши у односу на садржај ове киселине код штуче из испитивања које су спровели *Łuczynska et al.* (2008), што резултира у већем садржају укупних MUFA код ове врсте у овом истраживању.

Проценти ЕРА и ДНА код деверике изловљене у водама Грчке (*Aggelousis and Lazos*, 1991) и Пољске (*Łuczynska et al.*, 2008) били су виши у односу на остале n-3 PUFA. Ово истраживање потврђује налазе наведених аутора.

Упркос чињеници да масти штуче садрже највиши проценат SFA, укупна количина SFA у 100g меса је била нижа у односу на количину у месу деверике и буцова због нижег процента масти у месу штуче и ово запажање је у сагласности са наводима *Żmijewski et al.* (2006).

Према ранијим радовима везаним за маснокиселински састав различитих врста из рода *Barbus* (*Uysal et al.*, 2008; *Aras et al.*, 2009), укупна количина PUFA у мишићима риба које припадају овом роду креће се у границама од 10 до 57%, при чему је проценат ЕРА у опсегу од 0,7 до 11%, а ДНА од 0,6 до 20%, што је у сагласности са приказаним резултатима за мрену.

Анализе маснокиселинског састава које су спровели *Jankowska et al.* (2008) указују да проценат индивидуалних SFA варира код штуче из аквакултуре и исте из слободног излова; изузетак је била палмитинска киселина, која је била и најзаступљенија код обе категорије; укупан збир MUFA у филетима гајене штуче био је готово два пута виши у односу на исти код штуче из слободног излова (30,9% у поређењу са 15,97%); количина PUFA код штуче из узгоја је била нижа у односу на штучу из слободног излова (42,04% у односу на 58,33%), штуча из аквакултуре садржала је мање n-3 PUFA (32,42% у односу на 41,26%), као и n-6 PUFA (6,47% у односу на 15,79%).

Готово све врсте слатководних врста риба, са изузетком штуке, садржале су веће количине MUFA него SFA што је у сагласности са резултатима које су објавили *Łuczynska et al.* (2008) за деверику и штуку. Према наводима *Łuczynska et al.* (2008) укупне MUFA су биле 13,95% (штука) и 33,44% (деверика). У овом истраживању, количина MUFA је била виша и када је у питању штука износила је 31,6%, а за деверику 56,09%. Релативни садржај n-3 PUFA (10,31-17,66%) је био већи од релативног садржаја n-6 PUFA (6,76 до 14,11%), осим за шарана, што се подудара са резултатима које су добили *Łuczynska et al.* (2008) за слатководне врсте риба.

Ниже вредности SFA су забележене код риба које нису предатори у односу на предаторске врсте риба у истраживању *Łuczynska et al.* (2008) што је потврђено и у овом истраживању за штуку, али не и када је буцов у питању. *Aggelousis and Lazos* (1991) и *Łuczynska et al.* (2008) су добили нешто више вредности укупних SFA и укупних n-3 и n-6 PUFA и ниже вредности укупних MUFA код деверике у односу на добијене вредности у овом истраживању.

Bieniarz et al. (2000) су установили да слатководне карниворе врсте риба може карактерисати већи однос n-3/n-6 масних киселина него што је то случај са фитофагим и бентофагим ципринидним врстама, што није сагласно са приказаним резултатим пошто су штука и буцов, који је једина карнивова ципринидна врста, која се храни ситним рибама имале нижи однос n-3/n-6 него друге испитиване рибе, са изузетком шарана.

Међутим са нутритивне тачке гледишта, требало би размотрити садржај масти у месу риба, пошто када се вредности PUFA изразе на 100 g меса рибе, унос n-3 PUFA је већи када људи конзумирају рибу која садржи већи проценат масти него када конзумирају поснију рибу (*Cahu et al.*, 2004; *Lichtenstein et al.*, 2006). *Wood et al.* (2008) су указали да би однос PUFA/SFA требао бити изнад 0,4 и све испитане врсте риба су показале задовољавајући однос PUFA/SFA (од 0,63 до 0,92). Однос n-6/n-3 у свима испитиваним врстама је био у оптималном опсегу од 2/1–4/1

који је погодан када је у питању здравље људи, према сугестијама *Simopoulos*(2002).

Знање о садржају холестерола у храни је важно, пошто је конзумација рибљег мяса тренутно у порасту на основу препорука да ова врста мяса треба да буде битна компонента у здравој исхрани. Садржај холестерола у филетима женки и мужјака шарана је био у опсегу од 69,4 mg/100g – 77,6 mg/100g (*Komprda et al.*, 2003). *Trbović et al.* (2009) су добили резултате према којима је укупна количина холестерола била 48,9 mg/100 g код једногодишњег шарана узоркованог у априлу и 54,3 mg/100 g код шарана исте старости узоркованог у јуну. У истраживању које су спровели *Ćirković et al.* (2012a), ниво холестерола је био 55,8 mg/100g у узорцима двогодишњег шарана. У доступној литератури, садржај холестерола у мишићном ткиву шарана значајно је варирао од 38 до 120 mg/100 g, у зависности од врсте рибе, старости, система гајења и годишњег доба у којем је вршено узорковање (*Bieniarz et al.*, 2001; *Ćirković et al.*, 2011). *Kopicova and Vavreanova* (2007) утврдили су садржај укупног холестерола у месу шарана, дугоносе кечиге, штуке и буцова и он је износио 47, 61, 86 и 45 mg/100g, односно. *Piironen et al.* (2002) су добили нешто виши садржај холестерола у већини анализираних врста риба (49-92 mg/100 g) у поређењу са месом копнених фармских животиња (45-84 mg/100 g). Штука коришћена у истраживању које је спровео *Kandemir* (2012) била је просечне тежине 1457 g, а количина холестерола детектована у ткиву је била 146,4 mg/100g. *Ćirković et al.* (2012a) су установили да је разлика између шест слатководних врста риба када је у питању садржај укупног холестерола у мишићном ткиву била значајна и утврдили су ниво укупног холестерола у опсегу од 34,34 mg/100g код сома до 62,32 mg/100g код белог толстолобика. Истраживање које су спровели *Moreira et al.* (2001) везано за садржај холестерола у више слатководних врста риба показало је да се његове вредности крећу од 40,99 до 52,79 mg/100g. Према испитивањима *Luzia et al.* (2003) количина укупног холестерола у слатководним рибама је била нижа у поређењу са истом код морских врста риба. Препоруке везане за дневни унос холестерола су да он не прелази 300 mg (*James and Ralph*, 2000). Стога се

може рећи да испитане слатководне врсте риба у овом истраживању представљају погодну храну када се узме у обзир садржај укупног холестерола у њима.

Месо риба би требало укључити у свакодневну исхрану из најмање три разлога: уопште као добар извор нутритивних састојака, као храну са ниским садржајем масти и високим садржајем протеина и као извор PUFA и све ове чињенице су потврђене у овом раду. У исто време, препоручен однос PUFA/SFA требао би бити изнад 0,4 (*Wood et al.*, 2008). Пошто већина узорика меса добијених од копнених животиња природно има однос PUFA/SFA око 0,1 (*Wood et al.*, 2008), указано је да је неумерено конзумирање меса један од фактора за неизбалансиран унос масних киселина у модерној исхрани. Масти риба су посебно богате у PUFA које се у јако малој мери синтетишу у организму човека, и то је највећа разлика између меса риба и меса копнених животиња (*Vladau et al.*, 2008). Однос n-3/n-6 је генерално нижи код гајених него код риба из слободног излова (*Orban et al.*, 2003). То је највише због начина исхране, а и све мањег учешћа рибљег брашна као извора протеина и његове делимичне или потпуне замене са јефтинијим протеинским хранивима. Препоручени однос n-6/n-3 требао би бити мањи од 4 (*Scollan et al.*, 2006) и овај однос у месу копнених животиња је виши од препорученог (*Wood et al.*, 2008). Веома је тешко рангирати испитиване врсте слатководних риба од најбоље ка најгорој са аспекта њихове нутритивне вредности у исхрани људи. Садржај масти у ткиву риба доприноси побољшању органолептичких карактеристика, текстуре и укуса. Месо са већим садржајем масти је сочније, док је месо риба са ниским садржајем масти суво и доживљава се као веома влакнасто (*Żmijewski et al.*, 2006). Са друге тачке гледишта, постоје одређене групе људи које захтевају месо са минималним садржајем масти и укупног холестерола.

Значај приказаних резултата лежи у чињеници да до данас није било података о квалитету меса слатководних врста риба из Дунава на подручју Србије; тако да ови резултати могу бити вредна информација за екологе, нутриционисте, као и за ширу научну јавност. Месо слатководних врста риба из Дунава представља

важан извор нутритивних материја за човека. Хемијски и маснокиселински састав веома варирају између различитих врста као и између јединки унутар исте врсте. Све испитиване врсте имале су однос PUFA/SFA виши од 0,4; а однос n-6/n-3 је био нижи од 4, што је прописана вредност од стране организација као што су WHO и FAO. Потенцијал за повећање експлоатације слатководних врста риба за добијање високо протеинске хране, било као свеже рибе или као различитих производа од меса риба и за увођење нових слатководних врста у аквакултуру постоји и због тога постоји и потреба за поузданим аналитичким подацима.

6.3. Оглед 3. Ефекат система гајења на хемијски састав и маснокиселински састав меса шарана

6.3.1. Производне перформансе

Додатно храњење са житарицама доводи до побољшања перформанси раста код шарана, а поготово прихрањивање са екструдираним храном за рибе. Процент преживљавања код шарана који је гајен само на природној храни био је нижи у односу на друге две групе које су добијале додатну храну. Уопштено, у свим испитиваним групама, проценат преживљавања је био задовољавајући и био је унутар опсега који се сматра пожељним када је производња шарана у рибњацима у Републици Србији у питању. Додатно храњење са житарицама скоро је удвостручило просечну завршну индивидуалну телесну масу, док је шаран прихрањиван екструдираним храном показао три пута већу просечну завршну индивидуалну масу у поређењу са шараном који је гајен само на природној храни и то је довело до двоструко већих приноса када је у питању група која је као додатну храну добијала мешавину житарица и троструко у групи која је као додатну храну добијала екстудираним храну у поређењу са групом која је гајена у екстензивном систему. Последично, сви параметри раста били су највиши у групи која је прихрањивана екстудираним храном, а најнижи у групи која је конзумирала само

природну храну доступну у рибњаку. Ова чињеница оправдава употребу додатног храњења приликом гајења шарана и представља главни начин повећања производње у шаранским рибњацима. Параметри раста и укупна производња шарана били су под великим утицајем начина исхране. Коришћење адекватно припремљене екструдираних хране доводи до побољшања перформанси раста риба и приноса по јединици површине. Примена екструдираних хране за шарана резултира у добром прирасту и повољној конверзији. Више температуре ваздуха, па самим тим и воде утичу на значајно вишу брзину пораста шарана у Републици Србији у односу на Централну Европу (*Steffens et al.*, 2005). Поред директних позитивних ефеката коришћења хране која садржи висок ниво протеина долази и до појаве индиректног ефекта, тачније до ослобађања азота и фосфора током варења екструдираних хране и последично до повећања равоја природне хране у рибњаку (*Marković and Ćirković*, 2008). Позитивни ефекти се односе и на одржавање квалитета водене средине.

6.3.2. Хемијски састав шарана

Према литературним подацима, у зависности од старости, система гајења и исхране, садржај масти се креће од 23 до 168 g kg⁻¹, а садржај протеина варира од 140 до 180 g kg⁻¹ код шарана (*Vladau et al.*, 2008; *Trbović et al.*, 2009; *Ćirković et al.*, 2010). У овом огледу нутритивни састав је веома зависео од исхране. Додатно храњење са житарицама довело је до повећања количина сирових масти у месу риба и овај садржај је био двоструко већи у поређењу са додатним храњењем са екстудираним храном и три пута већи у односу на групу која се хранила само природном храном. За филете издвојене од експерименталних риба био је карактеристичан варијабилан садржај масти и воде. Иста чињеница је запажена у раду *Ćirković et al.* (2012a). Садржај воде и масти је био у негативној корелацији,

што је у сагласности са резултатима које су објавили *Żmijewski et al.* (2006), који су установили обрнуту корелацију између садржаја масти и воде, што је заједничко за многе врсте риба. Ниво сирових протеина био је највиши у филетима шарана који је као додатну храну добијао екструдирану комплетну смешу, при чему није било значајне разлике када је у питању количина сирових протеина у филетима из друге две експерименталне групе.

Садржај холестерола у месу риба није у корелацији са садржајем масти (*Piironen et al.*, 2002). *Trbović et al.* (2009) објавили су да је садржај укупног холестерола у мастима био 490 mg kg^{-1} код једногодишњег шарана изловљеног у априлу месецу, а 540 mg kg^{-1} код једногодишњег шарана који је изловљен у јуну. Подаци о утицају исхране и система гајења на садржај холестерола код шарана су прилично оскудни. Међутим, познато је да садржај холестерола у мастима шарана значајно варира, унутар опсега од 470 до 1200 mg kg^{-1} (*Bieniarz et al.*, 2001; *Kopicova et al.*, 2007). Укупан садржај холестерола у овом истраживању био је највиши у групи која је дохрањивана житарицама, а најнижи у групи која је добијала екструдирану храну, с тим да је садржај укупног холестерола био много повољнији у односу на резултате претходних истраживања (*Bieniarz et al.*, 2001; *Kopicova et al.*, 2007). Овако велика одступања могла би бити повезана са годишњим добом када је извршен излов, старошћу риба, а вероватно и са системом гајења. Приказани резултати потврђују да хемијски састав шарана веома зависи од исхране (*Steffens and Wirth*, 2007). Маст у месу риба доприноси његовој сочности, укусу и текстури, као и органолептичким карактеристикама. Садржај липида у филетима из групе која је храњена у екстензивном систему био је веома низак и тако немасно месо је обично суво. Са друге тачке гледишта, постоје одређене групе људи које захтевају месо са минималним садржајем масти и холестерола.

6.3.3. Маснокиселински састав шарана

Када преовлађује храна богата угљеним хидратима долази до повећања процента олеинске киселине у телесним мастима риба, које се ствара у организму десатурацијом и елонгацијом SFA (*Buchtova et al.*, 2007). У исто време, пропорција n-3 PUFA опада (*Fajmonova et al.*, 2003; *Buchtova et al.*, 2007). Додатна исхрана житарицама доводи до смањивања количине есенцијалних масних киселина у месу риба и то се дешава због тога што риба конзумира мању количину природне хране. Две масне киселине, C18:2n-6 и C18:3n-3 су прекурсори за синтезу n-6 и n-3 PUFAs, односно (*Sargent et al.*, 2002). Шаран који је добијао екструдирану храну имао је високе вредности n-6 масних киселина у мишићима, вероватно због високог садржаја линолне киселине у смеси. Међутим, иако је мешавина житарица садржала нешто више линолне киселине него екстудирана храна, проценат ове масне киселине био је нижи него код шарана који је дохраћиван екстудираном смешом, као и у односу на шарана који је конзумирао само природну храну, али је апсолутни садржај линолне киселине био 2 до 3 пута већи у мишићима шарана прихраћиваног житарицама у поређењу са мускулатуром шарана из групе која је гајена у екстензивном систему. Генерално, у све три групе, садржај n-6 масних киселина био је виши у односу на садржај n-3 масних киселина. Маснокиселински састав липида у мишићима шарана био је под приличним утицајем исхране. Смеше које садрже сојино зрно, сојину сачму или кукуруз карактерише висок садржај линолне киселине. Висок садржај n-6 масних киселина у житарицама, као и у екстудираној храни (сојина сачма, језгро сунцокрета, пшенично брашно и кукуруз) доводи до високог нивоа ових масних киселина у месу шарана.

Маснокиселински састав меса шарана одсликава, у великој мери, маснокиселински састав хране. Однос n-3/n-6 се креће углавном од 0,8 до 2,4 (*Steffens et al.*, 2005). У већем броју радова је указано да је овај однос око 0,5 (*Kopicova and Vavreanova*, 2007; *Ćirković et al.*, 2010), чак и мањи, око 0,2 (*Trbović et*

al., 2009; *Ljubojević et al.*, 2011). *Ackman* (2000) је забележио да је укупна концентрација ЕРА и ДНА у гајеном шарану 0,35. У овом истраживању додатна храна није садржала високо незасићене масне киселине (НУФА). Слатководне рибе имају капацитет биоконверзије, тј. да врше елонгацију и десатурацију С18 PUFA до n-3 и n-6 масних киселина као што су арахидонска киселина, ЕРА и ДНА (*Bell et al.*, 1997). *Ćirković et al.* (2011) су установили да је могуће утицати на маснокислеински састав липида риба путем система гајења, а посебно путем типа хране која се користи током гајења. Према резултатима истраживања која су спровели *Buchtova et al.* (2010) и *Ćirković et al.* (2012a), шаран који је гајен искључиво коришћењем природне хране доступне у рибњаку имао је висок садржај и n-6 и n-3 масних киселина, а *Ćirković et al.* (2011) су запазили да је однос PUFA/SFA био најповољнији код шарана који је дохрањиван комплетним крмним смешама, а најнеповољнији код шарана где је дохрана вршена са кукурузом и пшеницом. Однос USFA/SFA био је такође најбољи код шарана који је храњен комплетним смешама.

Рибље брашно спада у скупа хранива, не производи се у Србије, те се стога мора увозити, што оптерећује трошкове производње. Употреба компоненти биљног порекла је ограничена због присуства великог броја анинутритивних супстанци, тако да је одговарајући топлотни третман неопходан.

Закључно, однос n-3/n-6 у месу шарана варира у зависности од начина исхране и система гајења. Употреба адекватно обрађених хранива биљног порекла као алтернативног извора протеина може унапредити у већој мери производне резултате, али и нутритивну вредност шарана, што се одражава у садржају n-6 полинезасићених масних киселина, посебно линолне и арахидонске и повољном садржају укупног холестерола.

6.4. Оглед 4. Ефекат неодговарајуће технологије гајења на прекомерно накопљање масти у мишићном ткиву шарана

Резултати који су добијени анализом садржаја масти у месу шарана узоркованог на рибњаку на Какову су били виши у односу на све до сада добијене резултате из доступне литературе. Превелика количина кукуруза, која није могла бити конзумирана од стране риба, била је подвргнута процесима труљења и акумулирала се на дну рибњака, на тај начин спречавајући шарна да конзумира фауну дна, која представља веома битну протеинску компоненту у исхрани шарана. *Ljubojević et al.* (2013c) су запазили да је садржај масти у месу конзумног шарана видсоко варијабилан (6,3-15%) и да највише зависи од претходне исхране на рибњаку. Висока просечна вредност садржаја масти у филетима шарана указује на чињеницу да однос енергије и протеина није био избалансиран у исхрани и да је, као што је овде случај, била присутна велика количина угљених хидрата у исхрани, као енергетске компоненте. Разлог се може тражити у компоненти која је била доминантна у исхрани, што је у приказаном случају кукуруз.

Традиционални начин гајења шарана је заснована на коришћењу хране која се природно налази у рибњаку (зоопланктон, бентос). Да би се задовољиле енергетске потребе овако гајене риба додају се житарице (најчешће кукуруз, пшеница и јечам) (*Ćirković et al.*, 2002). Храна богата угљеним хидратима доводи до повећања процента масти у телу рибе која се храни на овакав начин. У исто време долази до губитке садржаја воде у месу, а могуће је и смањење садржаја протеина. Риба гајена у земљаном рибњаку на РГ“Мошорин“ којој је била доступна само природна храна имала је висок садржај протеина и влаге и веома низак садржај масти у телу. Хемијски састав шарана изловљеног са рибњака РГ“Ечка“ био је веома повољан, док је нешто виши садржај масти запажен у узорцима са рибњака Бардача. У случају када је шарану доступна само природна храна, приноси на рибњаку су веома мали и то и до више од три пута мањи у поређењу са шараном

гајеном на рибњацима где се врши додавање хране, било житарица, било индустријски произведених смеша (*Ljubojević et al.*, 2013b), а поред тога месо шарана са овако ниским садржајем масти је подесно само за исхрану посебних категорија становништва, јер овако низак садржај масти негативно утиче на пуноћу укуса и на конзистенцију меса. У односу на шарна узоркованог са рибњака на Какову где је количина додаваног кукуруза била прекомерна и где је долазило до преједања риба и нагомилавања кукуруза на дну рибњака, шаран храњен мешавином житарица, узоркован на рибњаку Сутјеска, уз добру технологију гајења и додавањем оптималне количине житарица, имао је три пута нижи садржај масти у мишићном ткиву. Према наводима *Vasha et al.* (2007) месо шарана који је конзумирао само природну храну садржало је само 1,76% масти, док је месо шарана у случају додавања кукуруза садржало 13,26% масти, пшенице 11,22%, тритикалеа 9,72% масти.

Елементарни предуслов за одрживу производњу шарана, али и других слатководних врста рибаса погодним хемијским саставом је придржавање добре праксе кад је исхрана на рибњацима у питању. Индустријски произведена храна је неопходна у модерном узгоју риба, пошто побољшава перформансе раста и хемијску, али и маснокиселинску структуру меса риба као финалног производа (*Ljubojević et al.*, 2013b).

Количина холестерола била је најнижа у месо шарана са Какова, што је у сагласности са резултатима *Piironen et al.* (2002) да садржај укупног холестерола није у корелацији са садржајем масти у ткивима. У истраживању *Komprda et al.* (2003) је запажено да концентрација холестерола у односу на укупну количину масти свих пет испитиваних ткива (филети мужјака и женки шарана, бело месо бројлерских пилића, месо карабатака бројлерских пилића и бело и месо карабатака ћурана) међу три животињске врсте опадао је нагло ($P < 0,001$) са повећањем садржаја укупних липида у датом ткиву у одређеном узрасту.

Неодговарајућом технологијом на рибњаку, посебно када је исхрана у питању добија се производ лошијег квалитета у случају овог истраживања то је

било прекомерно накупљање масти. Додатно храњење са прекомерном количином житарица водило је ка повећању садржаја масти у месо риба што је повезано и са нижим процентом природне хране у исхрани шарана када се додаје кукуруз. У случају када се житарице користе као додатна храна, мешавина је много бољи избор у односу на давње само једне врсте житарица. Добра технологија на рибњаку омогућава и добар хемијски састав меса шарана. Индустрijски произведене формулисане смеше су неопходне у модерној производњи шарана, а месо шарана произведеног на рибњацима са добром технологијом исхране је високо вредна намирница за исхрану људи.

6.5. Оглед 5. Хемијски и маснокиселински састав меса шарана из слободног излова, класичног полуинтензивног рибњака и шарана из кавезног система гајења

Према резултатима хемијске анализе меса из овог огледа, није запажена разлика у садржају протеина између шарана из слободног излова и гајеног шарана из два различита система производње. *Periago et al.* (2005) такође нису запазили значајне разлике када је у питању садржај протеина код лубина из слободног излова и из аквакултуре. Резултати анализа хемијских параметара за шарана из Дунава били су приближних вредности као за шарана из отворених вода у раду који су објавили *Ljubojević et al.* (2013а), осим што је просечан садржај масти био нешто нижи у овом истраживању (6,95% у односу на 7,15%). Хемијски састав шарана који је узоркован на РГ „Ечка“ одговарао је истом код шарана који је гајен у полуинтензивним условима производње са коришћењем формулисаних смеша за исхрану шарана, осим нешто нижег садржаја холестерола у овом испитивању у односу на резултате које су објавили *Ljubojević et al.* (2013б). У истраживању *Yeganeh et al.* (2012), утврђено је да се садржај протеина разликовао између група и да је био виши код риба из природе у поређењу са јединкама гајеним у полуинтензивном систему производње (око 17,7% наспрам 16,2%), што није у

сагласности са резултатима овог експеримента, јер се садржај протеина није статистички значајно разликовао међу групама, а уз то је и био највиши код шарана из полуинтензивног система производње (17,3%, док је код шарана из Дунава проценат протеина износио 16,57%, а најнижи је био код шарана из кавезног система 16,23%). На основу проучавања доступне литературе, може се рећи да до сада нису објављени резултати анализа хемијског састава за шарана конзумне величине, гајеног у кавезном систему. Садржај масти у месу је под утицајем врсте рибе, исхране, годишњег доба, географског подручја, старости и полне зрелости (Buchtova et al., 2007; Güler et al., 2008; Ćirković et al., 2012a; Ljubojević et al., 2013b). Рибе из слободног излова углавном имају висок садржај воде и низак садржај масти, док је за рибе из узгоја карактеристичан низак садржај воде и висок садржај масти (Makalesi, 2012). У раду Yeganeh et al. (2012) садржај масти се није значајно разликовао између шарана из природе и шарана из полуинтензивног система гајења ($p > 0,05$). Periago et al. (2005) су такође установили сличан садржај масти између лубина из излова и лубина из аквакултуре. Са друге стране, према највећем броју истраживања садржај масти у мускулатури је већи код риба из аквакултуре у поређењу са рибама из слободног излова (Alasalvar et al., 2002; Periago et al., 2005; Mnari et al., 2007). Уобичајено је да гајене рибе добијају велике количине масти путем хране (у случају појединих врста и 20% масти). Поред тога, у кавезима рибе имају ограничен простор за физичке активности као што је пливање, те је потрошња енергије мања у односу на рибе које живе слободно у отвореним водама или које се гаје у полуинтензивном систему производње, посебно на великим површинама као што је случај на рибњаку „Ечка“, док је храна много доступнија него у природним условима. Стога, вишак енергије може бити депонован као маст у мишићима или око и у унутрашњим органима. Ćirković et al. (2012a) су установили значајне разлике када је у питању садржај холестерола између шест слатководних риба и утврдили да се он кретао у опсегу од 34,34 mg/100g код сома до 62,32 mg/100g код белог толстолобика, док је код шарана просечна вредност износила 55,81 mg/100g. Истраживање које су спровели Moreira

et al. (2001), везано за садржај укупног холестерола код више слатководних врста рибе показало је да се његове вредности крећу од 40,99 до 52,79 mg/100g. Препоруке везане за дневни унос холестерола храном су да он не прелази 300 mg (*James and Ralph*, 2000). Стога се може рећи да шаран из све три испитиване групе у овом истраживању представља погодну намирницу, када се узме у обзир садржај укупног холестерола у њима и када се прерачуна на порцију рибе, када се узме у обзир садржај укупног холестерола.

Резултати квалитативне анализе масти шарана узоркованог из Дунава, одговарали су раније објављеним резултатима *Ljubojević et al.* (2013a) за шарана из отворених вода. Укупан садржај SFA је био сличан као у раду *Ćirković et al.* (2012a) код шарана гајеног у поликултури у екстензивном систему гајења. Маснокиселински састав шарана са РГ „Ечка“ је, када су у питању укупне SFA, MUFA и PUFA био у сагласности са резултатима *Ljubojević et al.* (2013b), за шарана који је експериментално гајен у условима који одговарају полуинтензивном систему са додавањем комплетних смеша. У истраживању *Yeganeh et al.* (2012) доминантна масна киселина која је детектована код шарана из природе била је олеинска (21,9%), затим следе: палмитинска (14,6%), ДНА (8%), палмитоолеинска (6,5%), стеаринска (5,4%), арахидонска (5%), ЕРА (4,4%), линолна (3,1%), док је код шарана из полуинтензивног система гајења заступљеност појединачних масних киселина била нешто другачија: олеинска (32,1%), палмитинска (17%), линолна (15,3%), стеаринска (5,3%), палмитоолеинска (5,2%), арахидонска (3,2%), ДНА (2,9%), линолеинска (2,6%), ЕРА (2%). У овом истраживању за шарана из Дунава и полуинтензивног система производње се може рећи да је заступљеност индивидуалних масних киселина слична као у претходно наведеном огледу, с тим да је садржај ДНА и ЕРА, али и арахидонске киселине био значајно нижи према нашим резултатима, што може бити последица географског положаја, пошто је истраживање *Yeganeha et al.* (2012) вршено северније, где су просечне температуре воде ниже. Доказано је да температура воде значајно утиче на маснокиселински састав меса шарана (*Guler et al.*, 2008), тако што при нижим температурама долази

до повећања степена десатурације и бета оксидације масних киселина и на тај начин се удео незасићених масних киселина повећава (*Cordier et al.*, 2002; *Tocher et al.*, 2004).

Према резултатима *Makalesi* (2012) ниво линолне киселине код гофа из кавезног система је био скоро десет пута већи у односу на исту врсту из излова, што је потврђено и у овом истраживању, када је шаран у питању. Линолна киселина је најраспрострањенија PUFA и веома је заступљена у уобичајеним уљима биљног порекла, као што су сојино, сунцокретово, кукурузно и сезамово уље (*Steffens and Wirth*, 2007), која су често компоненте у индустријски направљеној храни за исхрану риба. У случају шарана из кавезног система у Врбасу, сојино уље је било укључено са 6% у смеси која је коришћена за исхрану. Повишен ниво линолне киселине у односу на линолеинску киселину доводи до трошења резерви дуголанчаних n-3 масних киселина, укључујући ДНА, путем конкуренције за ензиме неопходне за десатурацију и елонгацију (*Tocher*, 2003). Додавање уља биљног порекла у храну а рибе као извора масти је уобичајена пракса приликом производње хране за рибе. Суштински, све смеше у којима се налазе биљна уља повећаће садржај линолне киселине у храни, а самим тим и садржај линолне, али и арахидонске киселине у мишићном ткиву риба у односу на смеше које садрже рибље уље, што је потврђено и за ткива лососа, а посебно за јетру (*Pratoomyot et al.*, 2008). Међутим, сличан феномен не запажа се увек у случају линолеинске киселине. Тако, повећање нивоа линолеинске киселине у храни није довело до повећања садржаја ЕРА и ДНА у месоу у истој мери као код лососа који је храњен са смешом са рибљим уљем (*Pratoomyot et al.*, 2008).

Садржај арахидонске киселине је био два пута већи код шарана из Дунава у односу на шарана из друге две групе. Већи садржај арахидонске киселине код риба из природе у односу на рибе из узгоја је такође забележен раније у раду који су објавили *Fuentes et al.* (2009). Код риба у природним стаништима је највероватније већи унос ове масне киселине у односу на рибе из узгоја, највише захваљујући ингестији рачића и разних мекушаца. Људски организам синтетише арахидонску

киселину из есенцијалне линолне масне киселине, али синтеза не задовољава увек потребе организма, па се мора унети храном, а главни извори су месо, рибље месо и јаја, али и у овим изворима је концентрација арахидонске киселине релативно ниска (*Nisha et al.*, 2009). Генерално, масти риба садрже релативно низак проценат SFA (<30%), са изузетком неколико врста (*Guler et al.*, 2008), што одговара резултатима приказаним у овом раду. Према резултатима *Guler et al.* (2008) и *Yeganeh et al.* (2012) олеинска киселина је била доминантна MUFA код шарана, што је у сагласности са резултатима приказаним у овом раду, према којима је ова киселина и најзаступљенија појединачна масна киселина имајући у виду све детектоване масне киселине. Према наводима из литературе, ова масна киселина такође има улогу у превенцији кардиоваскуларних болести (*Peterson et al.*, 1994). *Kolakowska et al.* (2000) су добили сличне резултате када је садржај MUFA код шарана у питању. Високи нивои олеинске, палмитоолеинске и арахидонске киселине су карактеристичне за масти слатководних риба (*Andrade et al.*, 1995). Према наводима *Sargent et al.* (2002) арахидонска киселина је прекурсор простагландина и тромбоксана, који има утицај на формирање угрушака у крви и њихово причвршћивање за ендотелно ткиво током процеса зарастања рана, а поред тога има улогу и у расту. *Kmínková et al.* (2001) су установили да је садржај арахидонске киселине код шарана 1,3%, а *Guler et al.* (2008) и до 5,6%, што је у сагласности са приказаним резултатима. *Kmínková et al.* (2001) су утврдили да је збир EPA и DHA код шарана у опсегу 2,9–6,9%, што је нешто више у односу на резултате добијене у овом раду. *Yeganeh et al.* (2012) су утврдили однос n-3/n-6, који је био 1,6 код шарана из слободног излова и 0,4 код шарана из полуинтензивног система гајења, док је према резултатима овог рада овај однос код шарана из Дунава 0,44, а код шарана са РГ „Ечка“ 0,29, док је код шарана из кавезног система износио само 0,1, због веома високог садржаја n-6 PUFA. *Wood et al.* (2008) су дали препоруку да однос PUFA/SFA, који је важан показатељ квалитета масти риба треба да буде изнад 0,4 и овај захтев испуњава шаран из све три испитиване групе.

Однос USFA/SFA је од велике важности за процену квалитета масти. Претпоставља се да је повољан однос изнад 0,35 (Krnkova et al., 2001). У овом истраживању овај однос код шарана из Дунава је био 2,63, код шарана из полуинтензивног система 2,82, а код шарана из кавезног система гајења 4,82, те је са ове тачке гледишта месо шарана подесно у исхрани људи. Препоручен однос n-6/n-3 требао би бити мањи од 4 (Scollan et al., 2006), као што је случај са шараном из Дунава и са РГ „Ечка“. Неповољан однос n-6/n-3 масних киселина има негативне ефекте на здравље људи, тако да су се развиле идеје (Grigorakis et al., 2002) да у храни риба треба смањити количину ових киселина како би се максимализовао однос n-3/n-6 најмање до препоручених нивоа, што представља огроман изазов, имајући у виду да биљна хранива која су алтернатива хранивима анималног порекла, чији су ресурси веома ограничени, садрже релативно висок проценат n-6 PUFA.

Значај приказаних резултата лежи у чињеници да су резултати анализа састава меса шарана, као најзаступљеније рибље врсте на рибњацима у Републици Србији вредна информација за екологе, нутриционисте, произвођаче, као и ширу научну јавност. Месо шарана представља важан извор нутритивних материја у исхрани људи. Хемијски и маснокиселински састав је варирао у испитиваним групама, што је последица различитих начина исхране и ограничене могућности кретања шарана у кавезном систему производње, што је довело до високог процента масти и неповољног односа n-3/n-6. Све испитиване групе имале су односе PUFA/SFA и USFA/SFA који су одговарали препорученим вредностима. Потенцијал за повећање производње шарана као високо вредне намирнице постоји и због тога постоји и потреба за поузданим аналитичким подацима. Будућа истраживања у аквакултури, поготово када је гајење у кавезном систему у питању треба да буду усмерена ка проучавању енергетских компоненти у храни, проналажењу најоптималнијег односа протеина и енергије у смешама за исхрану у оваквом начину гајења, као и оптималног маснокиселинског састава смеша, које ће

допринети постизању оптималних производних резултата, пожељном маснокиселинском саставу, а уједно и економски што исплативијој производњи.

6.6.Оглед 6. Квалитет меса комерцијално важних врста риба узоркованих из малопродајних објеката

Разматрајући резултате хемијског и маснокиселинског састава мишићног ткива, било је очекивао да ће се установити веће разлике унутар исте врсте а и између врста у заступљености посматраних нутритивних материја у овом експерименту пошто су рибе пореклом из различитих животних окружења, различите врсте су укључене у истраживање, а и исхрана је вршена на различите начине.

Висока средња вредност садржаја масти запажена у филетима ципринидних врста, посебно шарана, показала је да однос енергије и протеина у исхрани није добро избалансиран на већини рибака. *Fauconneau et al.* (1995) и *Romvári et al.* (2002) су такође забележили да садржај масти у филетима шарана комерцијалне величине показују висок степен варирања (1–13%) и установили да он највише зависи од исхране.

Садржај укупног холестерола у филетима шарана је у сагласности са резултатима које су добили *Bieniarz et al.* (2001) и *Kopicova and Vavreinova* (2007) који су забележили нешто виши садржај укупног холестерола у већини анализираних узорака риба (49-92 mg/100 g) у поређењу са месом копнених фармских животиња (45-84 mg/100 g) (*Piironen et al.*, 2002) и он је био најнижи код сома и смуђа (33 и 42 mg/100 g, односно), што је у сагласности са резултатима наших претходних истраживања (*Ćirković et al.*, 2012a). Садржај укупног холестерола у ткивима животиња може бити под утицајем састав хране (*Komprda et al.*, 2003). Ова тврдња може бити објашњење за варијације у садржају холестерола у испитиваним узорцима риба пошто су исте пореклом са различитих рибака, где је исхрана вршена коришћењем различитих хранива.

Добијени резултати који се односе на маснокиселински састав су у сагласности са претходно објављеним резултатима за испитиване врсте риба (*Jankowska et al.*, 2004; *Celik et al.*, 2005; *Steffens and Wirth*, 2007; *Ćirković et al.*, 2012a). Хемијски састав, укључујући маснокиселински профил веома варира између различитих врста риба, што су претходно утврдили *Ćirković et al.* (2012a).

Разлог за најнеповољнији маснокиселински састав липида код шарана може се наћи у типу хранива које доминира у исхрани ове врсте. Традиционални приступ у гајењу шарана у Србији је базиран на искоришћавању природне хране која се развија у рибњаку (зоопланктон, бентос). Како би се обезбедила поребна количина енергије у исхрани врши се додавање нетретираних житарица (углавном кукуруз и пшеница). Храна богата са угљеним хидратима доводи до повећања процента олеинске масне киселине (C18:1n-9) у телесним мастима риба. У исто време, долази до смањивања процента n-3 PUFA (*Fajmonová et al.*, 2003; *Buchtová et al.*, 2007). Према резултатима истраживања која су спровели *Buchtová et al.* (2010) и *Ćirković et al.* (2012a), шаран гајен у екстензивном систему са искоришћавањем само природне хране доступне у рибњаку имао је висок садржај како n-6, тако и n-3 масних киселина. *Ljubojević et al.* (2013b) су запазили да је однос PUFA/SFA био најповољнији код шарана храњеног комплетним смешама за исхрану шарана, а најнеповољнији код шарана прихрањиваног кукурузом и пшеницом. Све анализиране врсте топловодних риба садржале су значајне количине масних киселина n-6 серије, посебно C18:2 и C20:4. Присуство ових и других PUFA наглашава потенцијал слатководних риба као састојка у посебним режимима исхране са ниским садржајем масти. *Wood et al.* (2008) су указали да однос PUFA/SFA треба да буде изнад 0,4 и све испитиване рибље врсте су показале веома повољан (од 0,66 до 1,17) однос PUFA/SFA. *Scollan et al.* (2006) су препоручили да однос n-6/n-3 не би требао да буде већи од 4, имајући у виду превенцију кардиоваскуларних и других бројних хроничних болести. Све испитиване врсте задовољавају овај услов. Поред тога, Европска агенција за безбедност хране (The European Food Safety Authority) препоручује унос: 2 g n-3 PUFA ALA по дану и 250

mg EPA и DHA по дану (EFSA, 2009). Процентуално изражене вредности масних киселина су трансформисане у тежину у милиграмима по граму филета према упутству *Exler et al.* (1975). Порција од 200 g филета шарана, белог толстолобика, сивог толстолобика, амура, сома и смуђа садржи 436, 1320, 1774, 412, 612, 420 mg EPA+DHA, односно; и 1198, 2160, 2780, 1076, 954, 524 mg n-3 PUFA, односно.

Елементарни предуслов за одрживу производњу како шарана, тако и других врста риба са погодним хемијским и маснокиселинском саставом требало би тражити у побољшању технологије исхране. Комплетне смеше за исхрану риба су незаобилазне у модерном узгоју риба пошто не само да побољшавају хемијски и маснокиселински састав, већ и значајно повећавају производњу по јединици површине рибњака (*Ljubojević et al.*, 2013b).

6.7. Оглед 7. Хемијски и маснокиселински састав меса шарана различите старости

Trbović et al. (2009) су установили да је садржај укупног холестерола у мастима једногодишњег шарана у априлу износио $48,87 \pm 2,18$ mg/100 g, а у узорцима који су узети у јуну месецу био је $54,31 \pm 1,13$ mg/100g. У односу на поменуте резултате, у истраживању *Ljubojević et al.* (2011) садржај укупног холестерола код једногодишњег шарана је био нижи и износио је 37,9 mg/100g. Узорковање је у овом случају вршено у децембру и према резултатима које су објавили *Vasha and Tvrzicka* (1995), количина холестерола у месу шарана је нижа током зимских месеци. Утврђен садржај холестерола у мастима шарана значајно варира у испитивањима различитих аутора и у опсегу је од 47 до 120 mg/100 g (*Vacha and Tvrzicka*, 1995; *Bieniarz et al.*, 2001; *Kopicova and Vavreinova*, 2007), што је у сагласности са приказаним резултатима, али треба узети у обзир да су испитивања спроведена на различитим старосним категоријама шарана и током различитих доба године.

Установљени односи $n-3/n-6$ код различитих старосних категорија шарана су били у опсегу од 0,1 до 0,16 и најповољнији однос је био код једногодишњака, а најнеповољнији код трогодишњег шарана. Резултати које су добили *Ljubojević et al.* (2011) су конзистентни са резултатима *Trbović et al.* (2009) за једногодишњег шарана, а однос $n-3/n-6$ је био нижи у односу на резултате огледа *Ćirković et al.* (2012а) за двогодишњег шарана који је конзумирао само природну храну доступну у рибњаку. Садржај масти расте, док садржај воде у мишићима риба опада код старијих категорија. Садржај протеина у месу се такође смањује код старијег шарана. Када је у питању маснокиселински састав меса испитивних риба, утврђено је да је старост риба имала много мањи утицај у односу на утицај који је овај фактор имао на хемијски састав. Тако, није примећен утицај на однос $n-3/n-6$ од старости шарана. Процентуални удели ЕРА и ДНА незнатно опадају са старошћу, што је случај и са односом PUFA/SFA који је индикатор квалитета масти, смањује се садржај PUFA, док садржај MUFA расте. Највероватнији узрок добијених резултата је то што су испитивани шарани храњени истом храном, па је очигледно да је исхрана имала далеко већи утицај на маснокиселински састав меса у односу на старост.

Садржај масти је био најоптималнији у месу двогодишњег шарана, док је код трогодишњег био нешто изнад 10%, што се сматра граничном вредношћу изнад које долази до негативних ефеката на сензорне особине меса. Двогодишњи циклус производње би могао бити добар начин да се произведе шаран са оптималним хемијским саставом меса.

Низак садржај $n-3$ масних киселина у све три старосне категорије је последица начина исхране, који се примењује на рибњаку са којег су узети узорци, где се као додатна храна додају житарице. Последица оваквог начина исхране се одражава и у виду велике заступљености олеинске киселине у мастим из све три испитане старосне категорије (преко 50% од укупних масних киселина). Квалитет меса шарана би се могао унапредити увођењем формулисаних смеша и

побољшавањем агротехничких мера, како би се повећала продукција природне хране на рибњаку.

6.8. Оглед 8. Утицај додавања различитих врста уља у формулисане смеше на квалитет мяса лињака

У претходним истраживањима установљено је да, у поређењу са другим ципринидним врстама риба, лињак расте веома споро, како у рибњацима, тако и у рецикулационим системима, без обзира на исхрану (Wolnicki et al., 2003; Steffens and Wirth, 2007). Ово је потврђено и у овом истраживању; при чему је прираст био најнижи у групи која је конзумирала само природну храну. За многе врсте риба је установљено да делимична замена рибљег уља са уљима биљног порекла не смањује прираст и да не утиче на конверзију (FCR), како за морске (*Parpoura and Alexis*, 2001) тако и за слатководне врсте риба (*Zakeš et al.*, 2010a). Такође, у овом истраживању коплетна замена рибљег уља са уљима биљног порекла није показала негативан утицај на производне перформансе. Добијени резултати су у складу са претходним истраживањима спроведеним на ципринидним врстама (златној рибици, *Carassius auratus*; шарану, *Cyprinus carpio*; амуру, *Stenopharyngodon idella*; лињаку, *Tinca tinca*) у којима укључивање уља биљног порекла у смеше није имало негативних ефеката на параметре раста и хемисјки састав мяса било да се ради о експериментима који су спроведени у краћем или дужем временском периоду (*Steffens et al.*, 1995; *Pozernick and Wiegand*, 1997; *Du et al.*, 2008; *Zakeš et al.*, 2010a).

Садржај SFA у филетима лињака из третмана са уљима биљног порекла је био виши у односу на одговарајуће смеше и порастао је довољно да је био упоредив са вредностима које су добијене у филетима из третмана са рибљим уљем. Према томе, вероватно је да је квантитативни и квалитативни садржај SFA у експерименталним смешама са додатком уља биљног порекла био довољан да подмири потребе за овим масним киселинама, као и да одржи њихов задовољавајући ниво у месу лињака. Ово је важно, јер промене у садржају палмитинске киселине, која је најзаступљенија SFA и има кључне улоге у синтези

фосфолипида, могу проузроковати масивну акумулацију слободних липидних капљица у ентероцитима и негативно деловати на маснокиселински састав ћелијских мембрана (*Olsen et al.*, 2003).

Изгледа да лињак добро искоришћава ОА као извор метаболичке енергије. Нижи садржај ове масне киселине у мишићном ткиву, без обзира на хранидбени третман, може значити високу активност митохондријалне ензимске оксидације масних киселина (*Torstensen et al.*, 2000). Остале масне киселине које могу бити коришћене као извор енергије су арахидска киселина (20:0), цетолеинска киселина (22:1n-11) и нервонска киселина (24:1n-9). Овај закључај је базиран на основу нижих концентрација ових масних киселина у мастима мишићног ткива у односу на масти меша.

Однос садржаја LA и ALA у мишићном ткиву и истог у храни је био сличан као и онај који је запажен за ОА. Ово може бити у вези са чињеницом да је митохондријална β -оксидација од великог значаја у мишићном ткиву (*Nanton et al.*, 2003). Виша концентрација LA и ALA у филетима слатководних и морских врста риба храњених са храном са додатком уља биљног порекла је такође запажена у истраживањима која су спровели *Pozernick and Wiegand* (1997), *Regost et al.* (2003) и *Turchini et al.* (2007).

Интермедијатори, гамалиноленска киселина (18:3n-6), еикозадиенска киселина (20:2n-6), диомо- γ -линоленска киселина (20:3n-6) и еикозатриенска киселина (20:3n-3), детектовани су у филетима у свим испитиваним групама. Пошто уља биљног порекла углавном не садрже наведене масне киселине, а оне представљају део биосинтетичких путева за n-6 и n-3 HUFAs, ови резултати указују на адаптивне механизме у циљу ублажавања дефицита HUFAs. Када је садржај ALA или LA у храни био повећан, садржај еикозатриенске киселине (20:3n-3) или еикозадиенске киселине (20:2n-6) у мишићном ткиву је такође растао. Сличан феномен је запажен и код лососа (*Tocher et al.*, 2002).

Претходно објављени резултати (Du et al., 2008) су показали да амур има способност да синтетише n-3 HUFA из ALA која се унесе храном. У овом истраживању, иако смеше са додатком уља биљног порекла нису садржале HUFA, n-6 и n-3 HUFA, укључујући ЕРА и ДНА су установљене у мишићном ткиву лињака који су храњени смешама у које су додата уља биљног порекла у трајању од 180 дана, што је спречило да дође до дефицита есенцијалних масних киселина и указало на могућност лињака да синтетише n-3 HUFA из ALA присутне у смешама са додатком уља биљног порекла. Поред тога, у мишићном ткиву лињака храњених са смешама у које су додата биљна уља, установљено је и повећано присуство АА и n-6 докозапентаенске киселине (22:5n-6, DPA_n-6) које су највероватније настале из LA из хране, што такође подржава поменути теорију. Надаље, присуство масних киселина које нису детектоване у одговарајућим смешама или су детектоване у веома ниским концентрацијама, може бити објашњено феноменом који је запажен код неколико врста риба: неке масне киселине могу бити селективно депоноване или коришћене, у зависности од степана њиховог дефицита у храни, ово се често дешава када је у питању ДНА, због њених веома важних улога у организму, тако да акумулација у телу достигне значајно виши ниво у односу на количину унету храном (Ng et al., 2003; Regost et al., 2003; Turchini et al., 2007). Механизам селективног депоновања масних киселина може бити прозрокован и специфичношћу маснокиселинских трансфераза за ДНА, а такође и мањој подложности процесима β-оксидације (Bell et al., 2001). Супротно овоме, у групи која је хранјена мешом са додатком рибљег уља, садржај n-3 PUFA, а посебно ЕРА и ДНА је био нижи у филетима у односу на одговарајућу смешу. Опадање нивоа n-3 HUFA може бити последица пероксизомалне и митохондријалне β-оксидације. ДНА и ЕРА су главне компоненте фосфолипида мембрана (Henderson and Tocher, 1987) и њихов садржај у телу је уобичајено веома стабилан, и оксидација ЕРА и ДНА је спречена у највећој могућој мери. У овом истраживању њихово релативно опадање у групи која је храњена са храном која је садржала рибље уље може се посматрати као резултат заштитног механизма како би се

избегли могући штетни ефекти прекомерне акумулације ЕРА и ДНА у ткиву. У овом истраживању, однос садржаја докозапентаенске киселине (22:5n-3, ДРА) и ДНА у филетима лињака у односу на њихов садржај у одговарајућим смешама (концентрација ДРА и ДНА се повећала у филетима) указује на биоконверзију ЕРА до ДНА. Сличан тренд селективне депозиције је запажен и када су у питању n-6 масне киселине, при чему је запажена ретенција АА.

Промене у маснокиселинском саставу указују на селективно искоришћавање или ретенцију појединих масних киселина. Тако, SFA, АРА, ЕРА, и укупне n-3 PUFA се искоришћавају у већој мери од стране риба које су храњене смешом са додатком рибљег уља у односу на рибе из третмана са уљима биљног порекла. ДНА се тако у малој мери искоришћава од стране риба из групе која је храњена храном са додатком рибљег уља, а депонована је у мишићима риба из третмана са биљним уљима. Супротно, ОА, LA ису детектоване у вишим концентрацијама у мишићном ткиву риба из третмана са рибљим уљем у односу на одговарајућу смешу, а биле су искоришћаване у групама које су храњене са смешама у које је додато уље уљане репице, сојино уље и ланено уље. У раније спроведеним истраживањима је показано да када је одређена масна киселина присутна у изобилју у храни она се селективно искоришћава за производњу енергије, путем β -оксидације или улази у процесе десатурације и елонгације. Обрнуто, уколико је нека масна киселина, а посебно ако је у питању масна киселина из групе n-3 HUFA, у ограниченој количини у храни, долази до њеног задржавања у телу и депонује се у мишићном или у другим ткивима (Bell et al., 2001; Torstensen et al., 2004).

Очигледно је да је главна последица вишег садржаја ДНА и нижег садржаја LA у филетима лињака из свих испитаних група била у виду пораста вредности односа n-3/n-6 у односу на одговарајуће смеше. Међутим, у групама које су храњене смешама са додатком биљних уља, овај однос је био значајно нижи у односу на исти у групи која је храњена са смешом са додатком рибљег уља, изузев третмана са ланеним уљем, због високог садржаја ALA.

Рибље врсте се разликују по способности да синтетишу HUFА из њихових краћих прекурсора, EPA и DHA из ALA и AA из LA (*Sargent et al.*, 2002). Метаболичка ефикасност ових процеса код слатководних риба је уопштено већа у односу на морске рибе (*Sargent et al.*, 2002). Рибе које имају могућност да синтетишу HUFА, укључују и *Cyprinidae*, у које спада и лињак према приказаним резултатима. Висок садржај LNA и LA који је обезбеђен храном са додатком уља биљног порекла уз присуство n-3 HUFА из природне хране су изгледа били довољни да задовоље потребе лињака за есенцијалним масним киселинама лињака у природним атмосферским условима, као што је био случај у овом истраживању. Ово је вероватно последица способности лињака да селективно депонује DHA и вероватно конвертује LNA до EPA и DHA; EPA до DHA, и LA до AA. Стога, резултати приказани у овом истраживању указују да је лињак високо толерантан на исхрану смешама које се значајно разликују у маснокиселинском саставу. Према препорукама (*Wood et al.*, 2008) однос PUFA/SFA у месу требао би бити већи од 0,4, што је био случај у свим испитиваним групама. *Scollan et al.* (2006) су препоручили да однос n-6/n-3 не треба да прелази 4, што је такође остварено у свим групама у овом огледу. Када се узме у обзир унос PUFA путем хране, укупан садржај масти у месу риба је важан и мора се узети у разматрање: унос n-3 PUFA може бити виши када се конзумира рибље месо са вишим садржајем укупне масти и нижим процентом PUFA у мастма (*Cahu et al.*, 2004). Тако, у овом огледу садржај PUFA изражен у односу на телесну масу је био већи у полуинтензивном систему, упркос већем уделу PUFA у липидима у екстензивном систему. Узимајући у обзир све резултате, високу цену рибљег уља и његову склоност ка оксидацији и последичним потешкоћама у његовом складиштењу, може се закључити да сва испитана уља биљног порекла показују задовољавајуће ефекте и да је употреба сваког од њих оправдана и да када се одлучује о њиховом коришћењу као извора масти у комплетним смешама за исхрану риба, коначну одлуку треба базирати на њиховој тренутној цени и доступности на тржишту. Производњом у екстензивном систему постижу се веома слаби производни резултати, па је економска

оправданост оваковог начина гајења лињака под знаком питања. Без обзира на коришћену храну, филети лињака садрже висок ниво n-3 PUFA, поготово DHA и висок однос PUFA/SFA. Због ових карактеристика, лињака треба сматрати високо квалитетном и вредном рибом у исхрани људи.

6.9. Оглед 9. Ефекат уља уљане репице и садржаја протеина у храни на раст, хемијски и маснокиселински састав шарана у кавезном систему гајења

Више истраживања која су извршена на ципринидним врстама риба везаних за потпуну замену рибљег уља уљима биљног порекла је показало да није дошло до смањивања перформанси раста (*Turchini et al.*, 2007; *Kukačka et al.*, 2009; *Zakeš et al.*, 2010). У сагласности са наведеним запажењима су и резултати овог огледа у којем потпуна замена рибљег уља са уљем уљане репице није показала негативне ефекте на производне перформансе шарана гајеног у кавезном систему производње. Шта више, *Ng et al.* (2003) су установили да је прираст афричког сома *Clarias gariepinus* био значајно виши у случају када је извор масти у храни било палмино уље него када је извор масти било рибље уље и претпоставили су да је висок удео n-3 PUFA у храни са додатком рибљег уља одговоран за смањивање брзине пораста код ове врсте. Висок ниво n-3 PUFA у храни је повезан и са ретардацијом раста тилапије (*Ng et al.*, 2001) и амуре (*Du et al.*, 2008). У истраживању *Radunz-Neto et al.* (1994) веома низак садржај n-3 масних киселина у храни за ларве шарана (уље кикирикија као извор масти) није значајно утицао на параметре раста у односу на групу која је добијала храну са додатком уља добијеног од јетре бакалара. Код млађи шарана која је храњена смешама са додатком 10% уља кукуруза, уља соје, уља уљане репице или рибљег уља није било значајних разлика у параметрима раста и конверзији хране (*Steffens et al.*, 1995) Висок проценат преживљавања (>95%) је запажен у свим испитиваним групама, без значајних разлика између експерименталних третмана, што указује да испитиване смеше нису имале негативних ефеката на здравље шарана током хранидбеног огледа. Поред тога, у поређењима ефеката смеша са ниским садржајем у односу на оне са високим садржајем протеина није установљен значајан ефекат

на раст (*Keshavanath et al.*, 2002), што је такође потврђено и у овом испитивању. У истраживању *Cho et al.* (2001) је установљено и да је прираст шарана линеарно опадао са порастом нивоа протеина у храни. Уочена је и нешто већа завршна маса и бржи раст у групи која је храњена са додатком репичиног уља, али није запажена статистички значајна разлика, као ни значајан утицај испитиваних фактора на поменуте параметре. У огледу *Satpathy et al.* (2003) исти производни резултати су добијени при коришћењу смеше са 40 и 35% протеина у огледу на великом индијском шарану. Ова појава може бити повезана са оптимизацијом расположивих протеина за раст тако што ниво масти или угљених хидрата задовољава енергетске потребе (*Caballero et al.*, 2002). Оптималан однос протеина и енергије је кључан фактор за ефикасно искоришћавање протеина. Атоми угљеника из глукозе која се налази у храни се ефикасно користе од стране шарана као енергетски супстрат, пошто замена дела рибљих протеина са високим нивоом угљених хидрата у храни не погоршава перформансе раста. Повећање количине сварљивог скроба такође доводи до повећања депоновања масти, указујући да највећи део угљеника из глукозе из хране учествује у процесу липогенезе (*Dias et al.*, 1998). Поред тога, повећање количине сварљивог скроба значајно унапређује ретенцију протеина указујући на повећање искористљивости глукозе за производњу енергије што води редукцији потрошње протеина. Уколико су протеини присутни у већој количини од оптималне у храни долази до њиховог искоришћавања за производње енергије, што објашњава појаву запажену у истраживању *Capilla et al.* (2004) да је ретенција протеина била нижа у групи шарана храњених са храном богатом у протеинима у поређењу са групом храњеном са храном у којој је рибље брашно у потпуности замењено кукурузом и која је садржала нижи садржај протеина. Потребно је нагласити да у овом истраживању, као и у истраживањима која су цитирана у тексту, масти у храни нису биле само из додатих уља, већ их је било и пореклом од употребљених биљних сачми, а такође и из рибљег брашна (садржај масти пореклом из додатих уља је био 73,5% од укупних масти). *Keshavanath et al.* (2002) су установили да су производни

параметри шарана били упоредиви при свим хранидбеним третманима, укључујући и третман у којем је целокупна количина рибљег брашна замењена кукурузом (19% протеина) (мора се узети у обзир да су у поменутом огледу коришћени танкови који су имали дно које је ђубрено, што одговара производњи шарана у земљаним рибљацима уз примену агротехничких мера), па су на овај начин утврдили ефекат уштеде протеина употребом компоненте богате у угљеним хидратима, при чему је овај ефекат био израженији при субоптималном него при оптималном нивоу протеина за младунце шарана. Ово је потврђено и у овом истраживању, пошто су употребом смеша са 33 и са 28% протеина постигнути слични производни резултати. Истраживања која су спроведена до данас указују да, када се подмире нутритивне потребе за есенцијалним масним киселинама омниворе врсте као што је шаран, али и хербиворе, као што је тилапија, и амур, употреба уља биљног порекла у храни за ове врсте не утиче на перформансе раста нити на искористљивост хране. Поред тога, потребе за масним киселинама са 20 и 22 угљеникова атома (C20 и C22 HUFA) могу бити задовољене захваљујући присуству њихових прекурсора у храни.

У претходно извршеним истраживањима (углавном на лососу) добијени су резултати који показују да оба фактора и ниво протеина у храни и врста додатог уља показују утицај на хемијски састав ткива испитиваних риба (*Solberg, 2004; Torstensen, et al., 2004; Ruyter, et al., 2006*). Потребне шарана за протеинима варирају од 25% до 35% (*Hossain et al., 1997*) и веома зависе од старости риба. *Steffens (1996)* указује да је повећање енергије у храни могућа стратегија за уштеду протеина и ограничавање продукције амонијака у случају различитих рибљих врста, укључујући и шарана. У овом истраживању је установљено повећање садржаја масти и смањење садржаја воде у месу са смањењем процента протеина у смешама. Наиме, повећање садржаја угљених хидрата у храни за шарана доводи до накупљања масти, како висцералне тако и у мишићном ткиву. Ово је доказано код шарана у случају гајења у полуинтензивном систему, где укључивање житарица, које су веома богате угљеним хидратима, у исхрану доводи до нагомилавања масти (*Vasha et al., 2007; Ljubojević et al., 2013b*). Негативна корелација између садржаја

масти и садржаја воде у месу шарана је такође раније приказана (*Ljubojević et al.*, 2013a). У истраживању *Keshavanath et al.*(2002) хемијски састав мяса је био под утицајем експерименталних смеша, посебно када су у питању масти и пепео. У поменутом истраживању је запажено прогресивно повећање садржаја масти у мишићном ткиву са порастом садржаја угљених хидрата у храни (путем повећавања садржаја кукуруза), а истовремено се повећавао и садржај пепела, док је садржај протеина био прилично константан у свим третманима. Храна богата са угљеним хидратима значајно утиче и на хемијски састав мяса, а посебно на садржај масти, што је установљено и у огледу *Keshavanath et al.*(2002), при чему је са повећањем садржаја кукуруза у храни дошло до повећања садржаја масти у мишићном ткиву, посебно у случају када је ниво протеина у храни низак. Резултати указују да долази до ретенције протеина у мишићном ткиву при исхрани са смањењим процентом протеина, што даље указује да је постигнут ефекат уштеде протеина. Садржај SFA у филетима шарана храњеног храном са додатком уља уљане репице је био виши у односу на садржај ове групе масних киселина у одговарајућим смешама и порастао је у довољној мери да буде упоредив са садржајем ових масних киселина у мишићном ткиву риба храњених са смешама са додатком рибљег уља. Према томе, изгледа да је квантитативна и квалитативна количина SFA у експерименталним смешама са додатком уља уљане репице била довољна за одржавање нивоа ове група масних киселина. Ово је важна чињеница с обзиром да су SFA у мишићном ткиву важан састојак поларних липида. Промене у количини палмитинске киселине, доминантне SFA која игра важну улогу у синтези фосфолипида, може довести до масовне акумулације слободних масних капљица у ентероцитима и негативно утиче на маснокиселински састав мембрана (*Olsen et al.*, 2003). У више истраживања спроведених на морским врстама риба приликом исхране са храном којој је додато уље биљног порекла установљено је снижавање нивоа SFA у мишићном ткиву у поређењу са рибама које су храњене храном у коју је додато рибље уље (*Izquierdo et al.*, 2003, *Montero et al.*, 2005). Ово су такође потврдили *Molnár et al.* (2006), приликом исхране младунаца смуђа храном са

додатком ланеног уља. Исхрана риба са смешама које садрже уља биљног порекла која су богата са С18 масним киселинама (ОА, LA, ALA), доводи до повећања садржаја ових масних киселина у ткивима (Mourente *et al.*, 2005). Садржај ОА у месу испитаних риба, без обзира на хранидбени третман, био је значајно нижи у односу на садржај ОА у одговарајућој смеси, што наводи на закључак да шаран добро искоришћава ОА као извор метаболичке енергије. Нижи ниво ове масне киселине у мишићном ткиву у односу на храну може значити високу активност ензима који учествују у митохондријалној оксидацији масних киселина (Torstensen *et al.*, 2000). Ово може бити повезано и са чињеницом да је митохондријална β -оксидација од великог значаја за мишићно ткиво (Nanton *et al.*, 2003).

Маснокиселински састав мяса шарана је под великим утицајем маснокиселинског састава хране за шарана (Steffens and Wirth, 2007; Ljubojević *et al.*, 2013b) и постоји линеарна корелација између појединачних масних киселина у укупним мастима у ткиву и њихове концентрације у липидима из хране у овом истраживању. Разлике у маснокиселинском саставу мяса биле су резултат разлике у врсти уља у смеси, док је ниво протеина такође довео до разлика, највише повећањем садржаја појединих SFA, ОА, укупних MUFA и смањењем садржаја ALA, EPA, DHA, укупних n3 PUFA и односа n3/n6 масних киселина, што одговара повећању садржаја кукуруза у овим смешама, али и смањењу количине рибљег брашна.

Уочено је смањивање садржаја олеинске, линолне и алфа линолеинске киселине, као и повећање садржаја појединих HUFA у мишићном ткиву у односу на количину ових масних киселина у смешама у свим третманима са коришћењем уља уљане репице. Ови подаци потврђују чињеницу да уколико се одређене масне киселине обезбеде рибама у храни у високим концентрацијама, оне се брзо метаболишу, углавном катаболичким путевима (β -оксидацијом), иако могу бити изложене и ограниченој десатурацији и елонгацији (Bell *et al.*, 2003). Супротно овоме, n-3 HUFA се селективно депонују и задржавају у месу. Осим селективне депозиције и ретенције ових масних киселина, умерено смањивање EPA и DHA

може такође бити под утицајем, додуше у мањем обиму, дестурације и елонгације алфа-линолеинске киселине које се одигравају у јетри, а могу бити појачане укључивањем уља биљног порекла у храну (Tocher, et al., 2003). Добро је познато да је ДНА главни састојак фосфоглицерида у мембранама риба (Henderson and Tocher, 1987) и да има улогу у нормалном развоју мозга и ретине (Bell et al., 1995). Са друге стране, ЕРА ће вероватно бити катаболисана и искоришћена за производњу енергије и у мањем обиму ће бити депонована у биомембранама него ДНА (Morais et al., 2011).

Раније је доказано да храна која садржи уље биљног порекла доводи до побољшања ретенције $n-3$ масних киселина код лососа пошто долази до прављења резерви које ће бити искоришћене у случају потребе (Bendiksen et al., 2003). Поред тога, познато је да присуство уља биљног порекла активира маснокиселинску десатурацију и елонгацију *in vitro* (Tocher et al., 2000; Bell et al., 2001). У овом истраживању однос нивоа докозапентаенске киселине ($22:5n-3$, ДРА) и ДНА у месу шарана у односу на њихов садржај у храни (садржај ДРА и ДНА се повећао у месу) указује на могућу биоконверзију ЕРА до ДНА. Сличан тренд је запажен и када се разматрају $n-6$ масне киселине, где је запажена повећана ретенција АА.

Повећан ниво гама-линоленске киселине ($18:3n-6$), еикозадиенске киселине ($20:2n-6$) и дихомо-у-линоленске киселине ($20:3n-6$) у месу риба које су храњене смешама са додатком уља уљане репице указује на биоконверзију LA до AA. Уколико је анализом хране установљен повећан садржај ALA и LA, у месу је детектован повећан садржај дихомо-гама-линоленске киселине $20:3n-3$ и еикозадиенске киселине $20:2n-6$. Сличан феномен је запажен и код младунаца лососа (Tocher et al., 2002). Ghioni et al. (2002) су показали да се унета стеаридонска киселина $18:4n-3$ брзо конвертује до еикозатетраенске киселине $20:4n-3$, и да се обе поменуте масне киселине даље подвргавају процесу десатурације и елонгације до ЕРА и $22:5n-3$, али не и $22:6n-3$ у ћелијској култури салмонида. Висок ниво LNA и LA у смешама са уљем уљане репице уз присуство $n-3$ HUFA из рибљег брашна изгледа да

задовољава потребе за есенцијалним масним киселинама шарана у овом истраживању. Ово је вероватно последица способности шарана да селективно депонује ДНА и у мањој мери конвертује ЕРА до ДНА, и LA до АА. Стога, резултати добијени у овом истраживању указују да је шаран високо толерантан на смеше које се значајно разликују у маснокиселинском саставу. Важно је напоменути да је последица повећаног садржаја ДНА и нижег садржаја LA у месу водио ка повећању вредности односа $n-3/n-6$ у односу на вредности овог параметра у смешама. Међутим, у случају шарана који су храњени смешама са уљем уљане репице овај параметар је био значајно нижи у односу на исти код шарана који је храњен смешама са додатком рибљег уља. Упркос дефициту C20 и C22 масних киселина у храни риба која је садржаја уље уљане репице у истраживању (*Pozernick and Wiegand, 1997*), установљен је низак садржај ових масних киселина у месу златних рибица и овај феномен је објашњен способношћу слатководних риба да производе HUFА из LA и ALA (*Buzzi et al., 1996*). Рибље врсте се разликују по могућности да синтетишу масне киселине дугог ланца HUFА из њихових краћих прекурсора, ЕРА и ДНА из ALA и АА из LA односно (*Sargent et al., 2002*). Метаболичка ефикасност овог процеса код слатководних врста је генерално већа у односу на морске врсте (*Sargent et al., 2002*). Рибе које имају могућност да синтетишу HUFА (АА, ЕРА и ДНА), укључују и циприниде. Познато је да се MUFА или производе десатурацијом из SFA или се синтетишу у организму из хране која је богата у енергији (*Csengeri, 1996; Henderson, 1996*), на начин на који остали кичмењаци врше десатурацију ових једињења помоћу $\Delta-9$ десатуразе или се производе од спољних извора и складиште директно у адипоцитима.

Депонување ЕРА и ДНА у мишићном ткиву указује на велики потенцијал употребе уља уљане репице као компоненте у храни за шарана и потребно је истраживање које би пропратило вегетациони период, како би се избегла могућност да резултати добијени у оваквом релативно кратком временском периоду не покажу до којег ће се степена променити маснокиселински састав до краја вегетационог циклуса. Највећи проблем представља цена коштања оваквих истраживања. Упркос

повећању укупне светске потрошње рибљег брашна и рибљег уља у аквакултури, просечно учешће рибљег брашна и рибљег уља у храни за поједине врсте стално опада, као што је случај са раковима (са 28% на 20%), морским врстама риба (са 50% на 32%), лососом (са 45% на 30%) и шараном (са 10% на 5%) (*Tacon and Metian, 2008*). Овој појави су свакако допринела многобројна истраживања, која се више од две деценије баве овом проблематиком, али и даље постоји потреба да се поменуте количине редукују како би се очували природни ресурси и како би рибарска производња била дугорочно економски одржива.

6.10.Оглед 10. Ћелијска култура масног ткива шарана

Масно ткиво риба се састоји од адипоцита који веома варирају у величини, што је установљено за шарана (*Fauconneau et al.*, 1995), лососа (*Zhou et al.*, 1996) и, калифорнијску пастрмку (*Albalat et al.*, 2005). Присуство адипоцита различите величине указује да се развој масног ткива одвија и хипертрофијом и хиперплазијом (*Weil et al.*, 2013). Степен депозиције масти се карактерише волуменом и бројем адипоцита, што је регулисано животним циклусом адипоцита (*Rayalam et al.*, 2008) који подразумева како раст саме ћелије тако и формирање зрелих адипоцита из прекурсорских ћелија.

У овом истраживању примећено је да су ћелије почеле да се лепе за подлогу веч првог дана након изолације, што је у сагласности са истраживањима *Vegusdal et al.* (2003) и *Todorčević et al.* (2008) који су запазили прилепљивање преадипоцита лососа следећег дана након засејавања. С друге стране, у истраживању које је на адипоцитима амуре спровео *Li* (2012), ћелије су почеле да се прилепљују за подлогу и да расту трећег дана. На основу наведених података, може се рећи да се време прихватања ћелија за подлогу разликује између различитих врста риба. Ћелије адипозног ткива шарана су инкубирани на 23°C. *Li* (2012) је инкубирао адипоците амуре на 28°C, док су преадипоцити лососа инкубирани на температури од 13°C (*Vegusdal et al.*, 2003; *Todorčević et al.*, 2008). Поменуте разлике у температури која је коришћена током инкубирања ћелијских култура су повезане са температуром животне средине у којој поменуте врсте рибе живе, јер је познато да лосос спада у рибе које живе у хладним водама, док су амур и шаран врсте које живе у топлим водама. Развој масног ткива био је резултат не само повећања броја адипоцита него и њихове величине. Ово запажање је у сагласности са привременом инхибицијом раста ћелија сисара у интерфази, тј у фази мировања G0 из које се враћа у ћелијски циклус, у G1 фазу. Након хормонске стимулације, ћелије поново улазе у ћелијски циклус и пролазе кроз миотичку клонску експанзију пре него што

напусте циклус ћелијске деобе (Todorčević et al., 2008). У раду Todorčević et al. (2008) је запажено да преадипоцити лососа достижу конфлуенцију недељу дана након изолације, док је Li (2012) установио да преадипоцити амуре достижу конфлуенцију 10 дана као што је запажено и у нашем истраживању, што опет наводи на закључак да и овом процесу постоје разлике између различитих врста риба.

На основу изнетих чињеница може се запазити да постоје разлике у морфологији адипоцита између различитих врста риба, па се подаци добијени за једну врсту не могу увек сматрати одговарајућим и не могу се применити за другу врсту, што указује на значај успостављања примарне културе преадипоцита шарана, када се узме у обзир да је ова врста економски најзначајнија у нашој земљи, а у претходним поглављима је наведен значај ове врсте на глобалном нивоу.

Ово је прво до сада описано успостављање примарне ћелијске културе код шарана, што представља велики корак у модерној аквакултури. Приказани резултати указују да је добијен погодан и ефикасан ћелијски систем преадипоцита шарана који ће бити од велике важности за будућа истраживања биохемијских и молекуларних процеса који се одвијају током адипогенезе. Ово је такође погодан систем чијом применом ће бити могуће истражити дејство различитих компоненти хране у циљу да се побољша састав комерцијално произведених смеша за исхрану шарана.

6.11.Оглед 11. Присуство тешких метала и перзистентних органских загађивача у седименту, води и мишићном ткиву риба

На основу приказаних резултата о садржају контаминената у седименту, води и рибама са РГ „Мошорин“, може се констатовати да су утврђене количине органохлорних пестицида и полихлорованих бифенила у узорцима испитиване рибе далеко испод максимално дозвољених количина које су прописане *Правилником о количинама пестицида, метала и металоида и других отровних супстанција, хемиотерапеутика, анаболика и других супстанци које могу да се налазе у намирницама* (Службени лист СРЈ SRJ, 5/92, 11/92, – испр. и 32/2002), као и регулативом која је донесена у Европској унији (*COMMISSION REGULATION* (EC) No 1881/2006). Доказана концентрација полихлорованих бифенила у бунарској води и води из рибњака је испод максималног резидуалног нивоа (MRL) од 3000 ng/g, који је установљен *Правилником* и такође испод ограничења од 2000 ng/g по предлогу Food and Drug Administration, USA (*FDA*, 2001).

Према *Правилнику о количинама пестицида, метала и металоида и других отровних супстанција, хемиотерапеутика, анаболика и других супстанци које се могу налазити у намирницама* (2002), количина тешких метала детектованих у мишићном ткиву риба је значајно испод прописаних вредности.

Истраживање *Dinović et al.* (2010) је показало да акумулација тешких метала у ткивима зависи највише од концентрације тешким метала у води и од периода изложености, међутим, неки фактори као што су салинитет, рН, тврдоћа воде и температура такође имају значајну улогу у акумулацији метала (*Peris et al.*, 2007). Биоакумулација метала се дешава тако што се из околне средине уграде у органе и задрже (*Jeffrey et al.*, 2006).

Према подацима *Dinović et al.* (2010) количина резидуалних материја у риби, води и седименти на највећем рибњаку у Републици Србији РГ “Ечка“, на којем се производња одвија у полуинтензивном систему са додавањем индустријски

произведених смеша, била је у границама које задовољавају прописе Републике Србије (Правилник о количинама пестицида, метала и металоида и других отровних супстанци које се могу налазити у намирницама), као и Европске уније (COMMISSION REGULATION (EC) No 1881/2006) о максимално дозвољеним количинама контаминената, што није увек случај са рибом добијеном из слободног излова (*Janković et al.*, 2011; *Trbović et al.*, 2011), што је потврђено и у нашем испитивању (*Dorđević et al.*, 2013). Поређењем резултата добијеним испитивањем на рибњацима РГ“Ечка“ (*Dinović et al.*, 2010) и РГ“Мошорин“, примећен је незнатно мањи садржај контаминената у узорцима из другог наведеног рибњака. Премда се очекује да риба из аквакултуре садржи мање полутаната од рибе из слободног излова, првенствено због удаљености објеката за гајење рибе од градова и великих загађивача, то није случај у свим деловима света према резултатима појединих истраживања која су показала да је концентрација појединих контаминената била већа у риби из аквакултуре у односу на рибу из слободног излова (*Minh et al.*, 2006; *Pinto et al.*, 2008). Поред мониторинга контаминената у рекама и језерима, потребно је спроводити сталан мониторинг на свим рибњацима, како би се осигурало снабдевање потрошача квалитетним и пре свега безбедним рибљим месом.

Риба као индикатор загађења акватичног екосистема река Саве и Дунава, у поређењу са рибама из резервата природе Увац, али и са рибама узрокованим на РГ „Мошорин“, садржале су значајно више нивое POP једињења, указујући на алармантну загађеност река Саве и Дунава. Према наведеним резултатима, евидентна је чињеница да индустријско загађење директно делује на присуство органохлорних једињења у ткивима риба, што се може користити као индикатор загађења акватичних екосистема.

Полибромовани дифенил етри нису детектовани у узорцима, указујући да не постоји озбиљан проблем у вези одлагања отпада у водотокове. НСН, НСВ, линдан и диелдрин су детектовани у рибама узоркованим на локацијама Дунав I и II, али добијене вредности су биле веома ниске и нису представљале претњу ни за

животну средину ни за здравље људи. Имајући у виду њихову високу резистентност на спољне факторе, детекција органохлорних пестицида, посебно у рибама је очекивана и готово неизбежна. Упркос чињеници да је установљен ниво пестицида био низак и имајући у виду могућност биоаккумуляције, обавеза одговорних институција је да обезбеде редовни мониторинг нивоа загађења, имајући у виду високу токсичност органохлорних једињења. Чињеница да је на све четири локације установљено присуство DDT, који се у средини трансформише у метаболите DDE и DDD, указује на недавну експозицију риба деловању DDT, упркос забрани његове употребе и указује на неодговорно понашање заједнице због чега DDT и даље доспева у водотокове. Колико загађење може бити озбиљно, може се видети уколико се добијене вредности употребе са вредностима добијеним у слатководним рибама у земљама где се DDT употребљава у већим размерама у борби против маларије, као што је Уганда, где је просечан измерен садржај у речним рибама 0,068 mg/kg, што је око два пута више у односу на просечну вредност DDT установљену у рибама из Дунава. На подручју Амазона је установљена много ниже просечна вредност, 0,006 mg/kg.

Процењена конзумација слатководних риба у Србији је према подацима Светске здравствене организације (WHO), 29,4 g недељно. Уколико се упореди ризик од DDT унесеног путем хране, тј. конзумацијом слатководне рибе са препорученим максималним уносом DDT у организам ингестијом од стране WHO, може се закључити да, и у најгорем случају према којем би становник Србија просечне телесне масе 70 kg конзумирао рибу са садржајем 0,132 mg/kg DDT, овакав дневни унос би и даље био далеко мањи од препорученог дозвољеног уноса (10 g/kg телесне тежине дневно). Посматрајући општу популацију, може се закључити да озбиљног ризика од уноса DDT конзумирањем слатководне рибе нема. Ризик би могао бити нешто већи за популацију са великим уделом рибе у исхрани, као што су породице речних рибара. На све три локације река Дунава и Саве, у свим узорцима је детектовано присуство PCBs, а у рибама из језера Увац није детектован PCB. Вредности за PCBs у рибама из Дунава, низводно од Београда

и из Саве су веома мале, док су више вредности детектоване у узорцима из Дунава узводно од Београда, што указује на већи степен загађења у том делу Дунава. Ово може бити објашњено појачаним индустријским активностима, посебно радом рафинерије, која се налази узводно од Београда. Вредности добијене у овом истраживању за садржај PCBs у рибама из Дунава су веће у односу на вредности које су добијене испитивањима извршеним 2002, када су добијене вредности биле од 0,006 до 0,022 mg/kg, што указује на перманентно загађивање Дунаваса полихлорованим бифенилима и пораст њихове концентрације у рибама. Такође, истраживањем спроведеним 2006. у рибама из Дунава, узводно и низводно од Београда су утврђене ниже вредности на локацији Дунав I (око 0,033 mg/kg), а приближно исте вредности су утврђене на локацији Дунав II (0,050 mg/kg) наспрам просечне вредности од 0,058 mg/kg израчунате у 2012. години. Резултати добијени анализом узорака из реке Саве су били слични резултатима које су добили *Bošnjir et al.* (2005) у рибама из Саве у Хрватској, при чему садржај PCBs био у опсегу од 0,008 до 0,177 mg/kg. Уколико се израчуна просечна вредност PCBs за све испитане узорке риба са сва три локалитета, са просечним недељним уносом рибе од 29,4 g, долази се до податка да просечан грађанин унесе 4 ngPCB на kg телесне тежине дневно. Поређењем ове вредности са препорученим максималним уносом (10 ng/kg телесне тежине дневно), добија се вредност индекса ризика од 0,4, па се може закључити да је безбедоносни лимт када је у питању конзумација слатководних риба из Дунава и Саве само 40%. уколико би се конзумирала риба са највишим установљеним нивоом PCB (0,211 mg/kg), унос PCB би био 12.7 ng по kg телесне тежине дневно, што је више у односу на максимално препоручени индекс ризика.

Чињеница да су DDT и PCBs били детектовани у узорцима са све три локације узорковања, да је у три узорка рибе количина DDT била виша од MRL, и да је просечна вредност измерених PCB око два пута већа у односу на просечне вредности добијене испитивањима у Европској унији, указује на потребу за континуираним мониторингом ових полутаната. Упркос рестриктивним мерама везаним за употребу POP једињења и њиховој великој резистенцији на спољње

утицаје и својствену биоакumulацију и биомагнификацију њихова концентрација у акавтичној средини није изненађујућа. Због постојања индустријских зона у близини водених токова и у близини Београда, али и због немарног односа према воденим ресурсима, неопходно је увести континуирани мониторинг риба, као биоиндикатора загађености животне средине и такође као намирница у циљу одрживог развоја и заштите здравља становништва.

6.12.Оглед 12. Рандман ципринида

6.12.1. Утицај врсте рибе на рандман

На мањи рандман код толстолобика највише утицаја је имао проценат који је отпадао на главу (20%). Процент искористивости трупа између испитиваних врста се статистички значајно разликовао ($p < 0,01$). Претпостављено је (*Gross, 1997*) да разлике у рандману између различитих врста риба могу бити приписане разликама у облицима њихових тела (дужина главе, ширина, дужина и обим тела). На основу приказаних резултата може се видети да врста рибе и унутар исте породице утиче на рандман.

6.12.2. Утицај старости на рандман

На основу приказаних резултата можемо констатовати да је двогодишњи шаран имао најповољнији рандман (66%), следи једногодишњак (64%), а најнеповољнији рандман је био утврђен код трогодишњег шарана (58%). Ово је у сагласности са чињеницом да млађе категорије рибе имају већи удео масе главе у укупној маси (*Lovell, 1988*), што је потврђено и приказаним резултатима. Такође, месо млађих риба садржи мање масти (*Lovell, 1988; Ljubojević et al., 2011*). *Faucconneau et al.* (1991) су установили позитивну корелацију између рандмана и садржаја масти у телу и мускулатури ципринида. Са друге стране, код трогодишњег шарана велики удео у укупном отпаду имају гонаде, а и количина висцералног масног ткива је далеко већа у односу на млађе категорије, тако да је последица тога значајно мањи рандман ове узрасне категорије ($p < 0,01$).

6.12.3. Утицај технологије гајења и исхране на рандман

Шаран храњен пелетираном смешом одликовао се повољнијим рандманом и већом тежином филета ($p < 0,01$) у односу на шарана истог узраста у чијој су исхрани доминирале житарице. Познато је да примена индустријски произведених смеша утиче на вредности многих зоотехничких коефицијената, укључујући, између осталог, рандман, хемијски састав и маснокиселински састав меса (Jobling, 2001). Такође, приликом исхране риба са житарицама долази до повећања масти у мишићном ткиву, што има за последицу повећање искористивости трупа, али са друге стране долази до већег накупљања масти око унутрашњих органа, те је самим тим и количина укупног отпада већа, па је крајњи резултат мањи рандман у односу на шарана који је храњен индустријски произведеном и избалансираном храном. *Jankowska et al.* (2006) су запазили да се лињак храњен готовом смешом и гајен у интензивном рецикулационом систему одликовао мањим рандманом и мањом тежином филета у односу на лињака који се хранио само природном храном у екстензивним условима производње, што је био резултат веће тежине унутрашњих органа и припадајућег масног ткива. Високоенергетска додатна исхрана има значајну улогу и када је хемијски састав меса рибе у питању, као и на проценат јестивих делова. Риба депонује вишак енергије из хране првенствено као масне насlage у различитим деловима тела у зависности од врсте (Jobling, 2001). Приказани резултати нису у сагласности са ранијим наводима *Faucconneau et al.* (1991), који су установили позитивну корелацију између рандмана и садржаја масти у телу и мускулатури ципринида. Тако је код шарана са рибњака у Републици Србији проценат масти у мишићном ткиву највиши код риба у чијој исхрани преовлађују житарице (*Ćirković et al.*, 2011), али је већи и проценат масти око унутрашњих органа, што повећава удео отпада, те је рандман најнеповољнији код трогодишњег шарана који је храњен формулисаној смешом.

Врста рибе, старосна категорија, систем гајења и начин исхране су показали значајан утицај на рандман. Пошто је шаран узоркован у зимском периоду, разлика у рандману која би била изазвана разликама у сазревању мужјака и женки је била искључена. Шаран храњен индустријски произведеном храном одликовао се најповољнијим рандманом и већом тежином филета, што је резултат мање тежине унутрашњих органа и припадајућег масног ткива. Утврђена је негативна корелација између садржаја масти и рандмана. Ови резултати могу бити од помоћи у прављењу стратегије за одређивање најповољније стратегије за одабир сировина за потребе прерађивачке индустрије. Подаци о рандману су веома битни када говоримо о било којој врсти прераде риба и економској анализи исплативости производње и прераде.

6.12.4. Утицај пола на рандман трогодишњег шарана гајеног у кавезним системима

Шаран (*Cyprinus carpio* L.) припада врстама које немају високо изражен степен полног диморфизма. Резултати испитивања која су спровели *Buchtova et al.* (2006) показала су готово исти степен раста мушких и женских јединки трогодишњег шарана из четири испитиване групе различитих подврста. Испитивање повезаности полне зрелости и степена раста код различитих шаранских риба спроведено од стране *Hulate et al.* (1995) показало је да почетак полне зрелости има негативан утицај на телесни раст код многих врста риба. Продукција полних хормона у току полног сазревања, посебно њихова акумулација, инхибира раст, као резултат реакције између полних хормона и хормона раста. С обзиром на различит период достизања полне зрелости код јединки различитог пола, резултати нашег истраживања су у сагласности са закључком да мужјаци услед ранијег достизања полне зрелости, користе више храњивих материја за развој гонада, док полно незреле јединке женског пола или јединке у фази матурације имају интензивнији телесни раст.

Резултати добијени у истраживању *Aleksić-Agelidis et al.* (2013) показују већу тежину женских у односу на мушке јединке (FW), али немају статистичку значајност. Добијени резултати масе гонада мушких јединки и вредности гонадосоматског индекса (GSI) код мужјака се статистички значајно разликују у односу на вредности истих параметара код женки ($p < 0,01$).

Укупна дужина, стандардна дужина и дужина трупа женки у односу на мужјаке се статистички значајно разликују ($p < 0,01$), док разлике у телесној маси женки и мужјака нису статистички значајне. Резултати добијени мерењем тежине трупа и тежине унутрашњих органа женки у односу на исте параметре код мужјака се статистички значајно разликују ($p < 0,01$). Вредности добијене мерењем тежине главе, тежине гонада мужјака, као и вредности гонадосоматског индекса у односу на вредности истих параметара код женки се статистички значајно разликују. Вредности добијене израчунавањем релативне тежине филета и рандмана узоркованих женских и мушких шарана немају статистички значај.

6.13.Оглед 13. Производ од меса ципринида

У раду *Ćirković et al.*(2012b) приказани су резултати анализа хемијског састава шарана, који је узоркован са рибњака на Какову и који је искоришћен за производњу кобасица у условима занатске радиности и ти резултати су показали како неправилности у технологији гајења могу негативно утицати на квалитет меса рибе. Већ је поменуто да је шаран гајен у земљаном рибњаку на Какову (метох манастира Хиландар, Грчка) у полуинтензивном систему производње са додавањем кукуруза у значајно већој количини од потребне. Резултати анализе меса су показали да је садржај масти у узоркованим рибама виши у односу на друге резултате анализа хемијског састава шарана из доступне литературе и износио је 37%. Овако висок проценат масти условио је низак проценат воде у месу, када су рибе у питању и он је био 48%, а и количина протеина је била нижа у односу на вредности досадашњих испитивања хемијског састава шарана и износио је око 11%. Месо са тако великим садржајем масти захтевало је додаток протеинског производа (хидриране екструдирани сојине љуспице). Додатак димљеног меса шарана, у којем је током обраде смањен удео масти и воде, осим што је утицао на побољшање укуса, допринео је и корекцији хемијског састава кобасице.

Резултати хемијских анализа су показали да су кобасице произведене и у условима индустријске производње и у условима занатске производње биле хемијског састава који је у складу са *Правилником о квалитету и другим захтевима за рибе, ракове, шкољкаше, морске јежеве, морске краставце, жабе, корњаче, пужеве и њихове производе* (2003). Нижи садржај влаге је уобичајен за производе пуњене у пропусне колагене омотаче, а садржај масти (21%-индустријски услови; 24%-занатска производња) је последица додавања биљних масноћа у првом случају и коришћења меса шарана произведеног уз неодговарајућу технологију исхране. У случају кобасице произведене у занатским условима производње, повећању удела соли у кобасицама (3%) највише је

допринео додатак претходно димљеног меса шарана, који иначе има повишен садржај соли. Присутна со није утицала у већој мери на корекцију укуса, јер је кобасица имала нижи садржај воде, а осећај сланости је израженији код производа са већим уделом воде. Рибља кобасица коју су произвели *Al-Bulushi et al.* (2011) садржала је 12,22% масти, док је кобасица коју су испитали и која се налази на тржишти садржала 5,5% масти. *Chuaroe huk et al.* (2001) су објавили резултате према којима је садржај воде 74,5%, масти 3,16% и протеина 13,73% у кобасицама припремљеним од меса сома.

Резултати микробиолошке анализе кобасице од меса шарана показују да је у кобасици пробађен минималан број аеробних бактерија (3000). То нам говори да је месо шарана било исправно и да су добра произвођачка и хигијенска пракса у условима занатског објекта у манастиру Каково и у прерађивачком погону кланице „Ђурђевић“ били коректни. Такође је и топлотна обрада спроведена на задовољавајући начин, те је уништен највећи број микроорганизама. Значајно је да није откривено присуство ни једне патогене бактерије.

Зачини који су коришћени нису имали бактериолошко загађење, тако да је и то допринело исправности кобасице. Када се разматра микробиолошка анализа кобасице добијене од меса шарана, важно је размотрити количину и врсту зачина који су употребљени у процесу производње. Многи зачини показују антиоксидативна својства која повећавају стабилност масти. *Yin and Cheng* (2003) су установили да је овај антиоксидативни потенцијал зачина релативно низак и да зависи од примењене дозе. Могу такође показати и антибактеријске ефекте против патогених бактерија као што су *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* (*Kumudavally et al.*, 2011), *Salmonella enteritidis* (*Benkeblia*, 2004), *Shigella* spp. (*Bagamboula et al.*, 2004), *Aeromonas hydrophila* (*Fabio et al.*, 2003). Антибактеријски капацитет у редуцији бактерија показали су цимет, бели лук, лук и ким (*Arici et al.*, 2005; *Das et al.*, 2011). На основу приказаних резултата испитивања кобасица произведених од меса шарана може се рећи да су сензорне карактеристике испитаних кобасица специфичне за врсту производа, конзистенција, мирис и укус су својствени за врсту

кобасице, без страних примеса. Микробиолошка анализа кобасица произведених од мяса шарана и кобасица произведених од мяса ципринида је показала одсуство патогених бактерија и потврдила да је производ безбедан и као такав подесан за исхрану људи. Хемијским испитивањем је утврђено да су оба производа у складу са Правилником у погледу хемијског састава а пошто рибља кобасица садржи мање масти од кобасица произведених од фармских животиња може се рећи да је погодна за исхрану ризичних група становништва.

На основу свега изнетог може се рећи да је одговарајућим технолошким процесом производње кобасице од мяса шарана од релативно лоше сировине добијен квалитетан финални производ. Приказани резултати би могли послужити као база за израду стандарда квалитета рибљих кобасица прављених у кућној радиности, а такође и стандарда за производњу у индустријским погонима. Поред тога, ови резултати би могли помоћи да се развију слични производи од различитих врста риба, што би употпунило тренутну понуду рибе и производа од рибе на тржишту, као и да се побољша тржишна вредност овог и сличних производа. Када је у питању кобасица произведена од мяса ципринида, може се на основу већ изнетих резултата анализа мяса риба које су узорковане са РГ“Ечка“, констатовати да се ради о квалитетној сировини и да се наведеним поступком добија и квалитетан производ.

7. ЗАКЉУЧЦИ

На основу резултата испитивања извршених у оквиру ове дисертације могу се извести следећи закључци:

1. Гајење риба у поликултури са коришћењем природне хране доступне у рибњаку, уз примену одговарајућих агротехничких мера доводи до повећаног искоришћавања природних ресурса, а резултат је задовољавајућа производња и добијање риба са погодним хемијским и маснокиселинским саставом меса.

2. Нутритивни састав меса риба се значајно разликује у погледу хемијског и маснокиселинског састава, чак и када су у питању рибе које припадају истој фамилији.

3. Месо слатководних врста риба представља важан извор нутритивних материја. Хемијски и маснокиселински састав меса риба из слободног излова веома варирају између различитих врста као и између јединки унутар исте врсте.

4. Хемијски и маснокиселински састав меса шарана варира у зависности од начина исхране, а нарочито и система гајења.

5. Употреба адекватно обрађених хранива биљног порекла као алтернативних извора протеина и енергије може унапредити у већој мери производне резултате, а поред тога се добија нутритивно вредан производ са повољним садржајем укупног холестерола.

6. Одговарајућом технологијом на рибњаку, посебно када је исхрана у питању добија се производ доброг квалитета, као што је месо са повољним хемијским саставом.

7. Додатно храњење са прекомерном количином житарица води ка повећању садржаја масти у месу риба што је повезано и са нижим процентом

природне хране у исхрани риба када се додаје кукуруз у неодговарајућој количини. У случају када се житарице користе као додатна храна, мешавина је много бољи избор у односу на додавање само једне врсте житарица.

8. Месо шарана и других ципринидних врста представља добар и важан извор нутритивних материја у исхрани људи, а поред тога и добру гастрономску базу.

9. Приликом гајења шарана, а поготово у кавезном систему мора се посебна пажња посветити исхрани и проналажењу најоптималнијег односа протеина и енергије у смешама за исхрану у оваквом начину гајења, као и оптималног маснокиселинског састава смеша, које доприноси постизању оптималних производних резултата, пожељном маснокиселинском саставу меса, а уједно и економски што исплативијој производњи.

10. Елементарни предуслов за одрживу производњу како шарана, тако и других врста риба са погодним хемијским и маснокиселинском саставом је побољшање технологије исхране. Индустрijски произведене формулисане смеше за исхрану риба су незаобилазне у модерном узгоју риба пошто не само да побољшавају хемијски и маснокиселински састав, већ и значајно повећавају производњу по јединици површине рибњака

11. Старост шарана је значајно утицала на хемијски састав, а у много мањој мери на маснокиселински састав меса и исхрана је имала далеко већи утицај на маснокиселински састав меса у односу на старост.

12. Двогодишњи циклус производње је најповољнији начин да се произведе шаран са оптималним хемијским и маснокиселинским саставом меса.

13. Сва испитана уља биљног порекла (уље уљане репице, сојино и ланено уље) показала су задовољавајуће ефекте и може се рећи да је употреба сваког од њих оправдана и да када се одлучује о њиховом коришћењу као извора масти у комплетним смешама за исхрану риба, коначну одлуку треба базирати на њиховој тренутној цени и доступности на тржишту. Производњом лињака у

екстензивном систему постижу се веома слаби производни резултати, па је економска оправданост оваковог начина гајења лињака дискутабилна.

14. Када се подмире нутритивне потребе за есенцијалним масним киселинама омниворе врсте као што су шаран и лињак, употреба уља биљног порекла у храни за ове врсте не утиче на перформансе раста нити на искористљивост хране.

15. Поред мониторинга контаминената у рекама и језерима, потребно је спроводити сталан мониторинг на свим рибањацима, како би се осигурало снабдевање потрошача квалитетним и пре свега безбедним рибљим месом.

16. Риба као биоиндикатор загађења акватичног екосистема река Саве и Дунава, у поређењу са рибама из резервата природе Увац, али и са рибама узрокованим на РГ „Мошорин“, садржале су значајно више нивое РОР једињења, указујући на алармантну загађеност река Саве и Дунава, а такође је установљено и да је риба са рибака у Републици Србији далеко безбеднија у односу на рибу из отворених вода.

17. Врста рибе, старосна категорија, систем гајења и начин исхране су показали значајан утицај на рандман. Шаран храњен индустријски произведеном храном одликовао се најповољнијим рандманом. Пол није имао значајног утицаја на рандман шарана гајеног у кавезном систему гајења. .

18. Приказани резултати производње и евалуације кобасица производних од меса ципринида би могли послужити као база за израду стандарда квалитета рибљих кобасица прављених у кућној радиности, а такође и стандарда за производњу у индустријским погонима. Поред тога, ови резултати би могли помоћи да се развију слични производи од различитих врста риба, што би употпунило тренутну понуду рибе и производа од рибе на тржишту, као и да се побољша тржишна вредност овог и сличних производа.

19. Резултати анализа састава меса риба и производа од меса риба представљају вредну информацију за екологе, нутриционисте, произвођаче, као и за ширу научну јавност.

8. ПРАВЦИ БУДУЋИХ ИСТРАЖИВАЊА

Будућа истраживања биће усмерена ка повећању разумевања развоја и функција масног ткива шарана. Даљи развој метода за испитивање *in vitro* пролиферације и диференцијације стромално-васкуларних ћелија изолованих из висцералног масног ткива шарана биће један од примарних циљева у будућности. Пожељно је и извршити карактеризацију пролиферације и линијске детерминације стромо-васкуларних ћелија адипозног ткива до зрелих адипоцита уз помоћ транскрипционих анализа. Одређивање капацитета масних киселина за β -оксидацију и капацитета за депоновање масти у ћелијама шарана током различитих стадијума развоја током адипогенезе и утврђивање како на наведене процесе делују различите масне киселине биће такође тема будућих истраживања. Поред тога, потребно је истражити како *n-3* масне киселине утичу на депоновање масти и оксидативни стрес у адипоцитима како *in vivo*, тако и *in vitro*. Потребно је повећати сазнања о могућим комбинацијама различитих компоненти у исхрани риба и њихов ефекат на развој масног ткива и здравље риба. Сва будућа истраживања биће усмерена ка порналажењу начина који ће смањити прекомерно депоновање масти код шарана и последични утицати на здравствено стање ове врсте. Критични временски периоди и нутритивни фактори који утичу на накопљање масних ћелија, прекомерно складиштење липида и појаву гојазности која се доводи у везу са здравственим поремећајима код риба нису познати и приказани резултати указују на потребу за истраживањима у циљу да се омогући одговор на ова важна питања.

9. ЛИТЕРАТУРА

ABELE D., PUNTARULO S., 2004. Formation of reactive species and induction of antioxidant defencesystems in polar and temperate marine invertebrates and fish. *Comparative Biochemistry and Physiology A-Molecular and Integrative Physiology*; 138, 405-415.

ACKMAN R.G., 2000. Nutritional composition of fats in seafoods. *Progress in food & nutrition science*, 13, 161-241.

ADÁMEK Z., SUKOP I., MORENO RENDÓN P., KOUŘIL J., 2003. Food competition between 2 + tench (*Tinca tinca* L.), common carp (*Cyprinus carpio* L.) and bigmouth buffalo (*Ictiobus cyprinellus* Val.) in pond polyculture. *Journal of Applied Ichthyology*, 19, 165–169.

AGGELOUSIS G., LAZOS E. S., 1991. Fatty acid composition of the lipids from eight freshwater fish species from Greece. *Journal of Food Composition and Analysis*, 4, 68-76.

ALASALVAR C., TAYLOR K.D.A., ZUBCOV E., SHAHIDI F., ALEXIS M., 2002. Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): Total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. *Food Chemistry*, 79, 145-150.

ALBALAT, A., GUTIÉRREZ, J., NAVARRO I., 2005. Regulation of lipolysis in isolated adipocytes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): The role of insulin and glucagon. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 142(3), 347-354.

AL-BULUSHI I.M., KASAPIS S., DYKES G.A., AL-WAILI H., GUIZANI N., AL-OUFI H., 2011. Effect of frozen storage on the characteristics of a developed and commercial fish sausages. *Journal of Food Science and Technology*, published online Jun, 2011 link.springer.com/article/10.1007%2Fs13197-011-0441-x

ALEKSIĆ-AGELIDIS A., LJUBOJEVIĆ D., BABIĆ J., LUJIĆ J., NOVAKOV N., MARKOVIĆ M., 2013. Dressing percentage of 3-year old carp from cage production system. VI International Conference “Water & Fish”; Conference Proceedings. Belgrade, Serbia 12-14 June 2013., 429-435.

ALLEN K. G. D., HARRIS M. A., 2001. The Role of n-3 Fatty Acids in Gestation and Parturition. *Experimental Biology and Medicine*, 226, 498-506.

ANDRADE A. D., RUBIRA A.F., MATSUSHITA M., SOUZA N. E., 1995. N3 fatty acids in freshwater fish from south Brazil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 72, 1207-1210.

ANDRE M., ANDO S., BALLAGNY C., DURLIAT M., POUPARD G., BRIANCON C., BABIN, P.J., 2000. Intestinal fatty acid binding protein gene expression reveals the cephalocaudal patterning during zebrafish gut morphogenesis. *International Journal of Developmental Biology*, 44(2), 249-252.

AOE H., MASUDA I., 1967. Water-soluble vitamin requirements of carp. II. Requirements for p-aminobenzoic acid and Inositol. *Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish*, 33, 674-680.

AOE H., MASUDA I., SAITO T., KOMO A., 1967A. Water-soluble vitamin requirements of carp. I. Requirement for vitamin B2. *Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish*, 33, 674-680.

AOE H., MASUDA I., SAITO T., KOMO A., 1967B. Water-soluble vitamin requirements of carp. III. Requirement for niacin. *Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish*, 33, 681-685.

AOE H., MASUDA I., MIMURAT., SAITO T., KOMO A., 1968. Requirement of young carp for vitamin A. *Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish*, 34, 959-964.

ARAS N. M., HASILOGLU M. A., HALILOGLU H. I., BAYIR A. SIRKECIOGLU A. N., 2009. Comparison of fatty acid composition of some tissues and conversion ratios of stomach containing fatty acids to tissue fatty acids in *Barbus capito*, *Güldenstaed*, 1773. *Asian Journal of Chemistry*, 21, 6969-6974.

ARICI H., SAGDIC O., GECGEL U., 2005. Antibacterial effect of Turkish black cumin (*Nigella sativa*L). *Grasas Aceites*, 56 (4), 259-262.

ARTS M. T., ACKMAN R. G., HOLUB B. J., 2001. Essential fatty acids in aquatic ecosystems: a crucial link between diet and human health and evolution. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58, 1, 122-137.

BABIN P.J., VERNIER J.M., 1989. Plasma-lipoproteins in fish. *Journal of Lipid Research*, 30(4), 467-489.

BADIANI A., STIPA S., NANNI N., GATTA P. P., MANFREDINI M., 1997. Physical indices, processing yields, compositional parameters and fatty acid profile of three species of cultured sturgeon (*Genus acipenser*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 74, 257-264.

BAGAMBOULA C., UYTTENDAELE M., DEBEVERE J., 2004. Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvacrol, thyme, estragol, linalool and p-cymene towards *Shigella sonnei* and *S. flexneri*. *Food Microbiology*, 21 (1), 33-42.

BALK E. M., LICHTENSTEIN A. H., CHUNG M., KUPELNICK B., CHEW P., LAU J., 2006. Effects of omega-3 fatty acids on serum markers of cardiovascular disease risk: a systematic review. *Atherosclerosis*, 189(1), 19-30.

BALON E, K., 1995. Origin and domestication of the wild carp, cyprinus carpio: from Roman gourments to the swimming flowers. *Aquaculture*, 129, 3-48.

BALTER V., LECUYER C., 2010. Determination of Sr and Ba partition coefficients between apatite from fish (*Sparus aurata*) and seawater: The influence of temperature. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 74, 3449-3458.

BALTIĆ M., TEODOROVIĆ, V., 1997. Higijena mesa riba, rakova i školjki. Veterinarski fakultet. Beograd.

BALTIĆ Ž. M., KILIBARDA N., DIMITRIJEVIĆ M., 2009. Factors significant for the shelf-life of fish and selected fish products in retail. *Tehnologija mesa*, 50 (1-2), 166-176.

BARROWS F.T., HARDY, R.W., 2000. Feed manufacturing technology. In, Stickney RR (Ed): *Encyclopedia of Aquaculture*. pp. 354-359, John Wiley & Sons Inc, New York.

BEARE-ROGERS, J., 1988. Nutritional attributes of fatty acids. *Lipid/Fett*, 90(3), 85-88.

BELINSKY D. L., KUHNLEIN H.V., YEBOAH F., PENN A.F., CHAN H. M., 1996. Composition of fish consumed by the James Bay Cree. *Journal of Food Composition and Analysis*. 9, 148-162.

BELL J.G., GHIONI C., SARGENT J.R., 1994. Fatty acid compositions of 10 freshwater invertebrates which are natural food organisms of Atlantic salmon parr (*Salmo salar*) – a comparison with commercial diets. *Aquaculture*, 128, 301–313.

BELL J.G., TOCHER D.R., FARNDAL B.M., COX D.I., MCKINNEY R.W., SARGENT, J.R., 1997. The effect of dietary lipid on polyunsaturated fatty acid metabolism in Atlantic salmon (*Salmo salar*) undergoing Parr-Smolt transformation. *Lipids*, 32(5), 515-525.

BELL J.G., MCEVOY J., TOCHER D.R., MCGHEE F., CAMPBELL P.J., SARGENT J.R., 2001. Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acid metabolism. *Journal of Nutrition*, 131, 1535–1543.

BELL J.G., HENDERSON R.J., TOCHER D.R., MCGHEE F., DICK J.R., PORTER A., SMULLEN R.P., SARGENT J.R., 2002. Substituting fish oil with crude palm oil in the diet of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects muscle fatty acid composition and hepatic fatty acid metabolism. *Journal of Nutrition*, 132: 222-230.

BELL J.G., MCGHEE F., CAMPBELL P.J., SARGENT J.R., 2003. Rapeseed oil as an alternative to marine fish oil in diets of post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*): changes in flesh fatty acid composition and effectiveness of subsequent fish oil 'wash out'. *Aquaculture*, 218:515–528.

BELL J.G., MCGHEE F., DICK J.R., TOCHER D.R., 2005. Dioxin and dioxin-like polychlorinated biphenyls (PCBs) in Scottish farmed salmon (*Salmo salar*): effects of replacement of dietary marine fish oil with vegetable oils. *Aquaculture*, 243, 305–314.

BENDIKSEN E.Å., ARNESEN A.M., JOBLING M., 2003. Effects of dietary fatty acid profile and fat content on smolting and seawater performance in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, 225, 149-163

BENKEBLIA N., 2004. Antimicrobial activity of essential oil extracts of various onions (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*). *LWT-Food Science and Technology*, 37(2), 263-268.

BERNLOHR D.A., JENKINS A.E., 2002. Adipose tissue and lipid metabolism. In: Vance D.E. and Vance J.E. *Biochemistry of lipids, lipoproteins and membranes*. In: Elsevier B.V., Amsterdam, the Netherlands, 263-289.

BERNTSEN M.H.G., LUNDEBYE A.K., TORSTENSEN B.E., 2005. Reducing the levels of dioxins and dioxin-like PCBs in farmed Atlantic salmon by substitution of fish oil with vegetable oil in the feed. *Aquaculture Nutrition*, 11, 219–231.

BETHUNE C., SEIERSTAD S.L., SELJEFLOT I., JOHANSEN O., ARNESEN H., MELTZER H.M., ROSENLUND G., FRØYLAND L., LUNDEBYE A.K., 2006. Dietary intake of differently fed salmon: a preliminary study on contaminants. *European Journal of Clinical Investigation*, 36, 193-201.

BIENIARZ K., KOLDRAS M., KAMINSKI J., MEJZA T., 2000. Fatty acids. Fat and cholesterol in some freshwater species in Poland. *Folia University AgricultureStetin, 214 Piscaria*, 27, 21-44.

BIENIARZ K., KOLDRAS M., KAMINSKI J., MEJZA T., 2001. Fatty acids. fat and cholesterol in some lines of carp (*Cyprinus carpio*) in Poland. *Archives of Polish Fisheries*, 9, 5-24.

BILINSKI E., JONAS R.E.E., 1970. Utilization of Lipids by Fish .6. Effects of Coenzyme-A and Carnitine on Fatty Acid Oxidation by Rainbow Trout Mitochondria. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 27: 857

BJORNHEDEN T., JAKUBOWICZ B., LEVIN M., ODEN B., EDEN S., SJOSTROM L, LONN M., 2004. Computerized determination of adipocyte size. *Obesity Research*, 12, 95-105.

BLIGH E.G., DYER W. J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian journal of biochemistry and physiology*, 37, 911-917.

BOGUT I., MAGOVAC R., SABO D., BODAKOŠ D., GALOVIĆ D., AREŽINA M., RAJKOVIĆ V., 2007. Cage fattening results od Common Carp (*Cyprinus carpio*) in hydroaccumulation Grabovo near Vukovar, *Krmiva* 49, 4, 207-214.

BORDAJANDI L. R., MARTIN I., ABAD E., RIVERA J., GONZÁLEZ M. J., 2006. Organochlorine compounds (PCBs, PCDDs and PCDFs) in seafish and seafood from the Spanish Atlantic Southwest Coast. *Chemosphere*, 64(9), 1450-1457.

BOSNIR J, PUNTARIĆ D, KLARIĆ M, SMIT Z., 2005. Polychlorinated biphenyls in freshwater fish from the Zagreb area. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology*, 56(4), 303-9.

BOUKORTT F. O., GIRARD A., PROST J. L., AIT-YAHIA D., BOUCHENAK M., BELLEVILLE J., 2004. Fish protein improves the total antioxidant status of streptozotocin-induced diabetes in spontaneously hypertensive rat. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 10(11), BR397-404.

- BRAGAGNOLO N., RODRIGUEZ-AMAYA D.B., 2002. Simultaneous determination of total lipid, cholesterol and fatty acids in meat and backfat of suckling and adult pigs. Food Chemistry, 79, 255-260.
- BUCHTOVÁ H., SVOBODOVÁ Z., KOCOUR M., VELÍŠEK J., 2006. Evaluation of growth and dressing out parameters of experimental scaly crossbreds in three-year-old common carp (*Cyprinus carpio*, Linnaeus 1758). Aquaculture Research, 37, 466-471.
- BUCHTOVÁ H., SVOBODOVÁ Z., KŘÍŽEK M., VÁCHA F., KOCOUR M., VELÍŠEK J., 2007. Fatty acid composition of flesh of three-year-old experimental scaly crossbreds of common carp (*Cyprinus carpio*, Linnaeus 1758). Acta Veterinaria Brno, 76, S73-S81.
- BUCHTOVÁ H., SVOBODOVÁ Z., KOCOUR M., VELÍŠEK J., 2010. Chemical Composition of Fillets of Mirror Crossbreds Common Carp (*Cyprinus carpio* L.). Acta Veterinaria Brno, 79, 551-557.
- BUD I., LADOSI D., REKA S. T., NEGREA O., 2008. Study concerning chemical composition of fish meat depending on the considered fish species. Lucrări științifice Zootehnie și Biotehnologii, 41, 201-206.
- BUZZI M., HENDERSON R. J., SARGENT J. R., 1996. The desaturation and elongation of linolenic acid and eicosapentaenoic acid by hepatocytes and liver microsomes from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing fish oil or olive oil. Biochimica et Biophysica Acta, 1299, 235-244.
- BUZZI M., HENDERSON R.J., SARGENT J.R., 1997. Biosynthesis of docosahexaenoic acid in trout hepatocytes proceeds via 24-carbon intermediates. Comparative Biochemistry and Physiology - B Biochemistry and Molecular Biology, 116, 263-267.
- CABALLERO M.J., OBACH A., ROSEN LUND G., MONTERO D., GISVOLD M., IZQUIERDO M.S., 2002. Impact of different lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout. *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture, 214, 253-271.
- CAHU C., SALEN P., DE LORGERIL M., 2004. Farmed and wild fish in the prevention of cardiovascular diseases: Assessing possible differences in lipid nutritional values. Nutrition Metabolism and Cardiovascular Diseases, 14, 34-41.

CALDER P.C., 2008. Polyunsaturated fatty acids, inflammatory processes and inflammatory bowel diseases. *Molecular Nutrition & Food Research*, 52(8), 885-897.

CASTEILLA L., DANI C., 2006. Adipose tissue-derived cells: from physiology to regenerative medicine. *Diabetes & Metabolism*, 32, 393-401.

ÇELIK M., DILER A., KÜCÜKGÜLMEZ A., 2005. A comparison of the proximate compositions and fatty acid profiles of zander (*Sander lucioperca*) from two different regions and climatic condition. *Food Chemistry*, 92, 637-641.

CHANG H., QI C., YI Q. L., REECE D., STEWART, A. K., 2005. p53 gene deletion detected by fluorescence in situ hybridization is an adverse prognostic factor for patients with multiple myeloma following autologous stem cell transplantation. *Blood*, 105(1), 358-360.

CHO C.Y., BUREAU D.P., 2001. A review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. *Aquaculture Research*, 3, 349-360.

CHUAPOEHUK P., RAKSAKULTHAI N., WORAWATTANAMATEEKULW., 2001. Process development of fish sausage. *International Journal of Food Properties*, 4 (3), 523-529.

COLE D. W., COLE R., GAYDOS S. J., GRAY J., HYLAND G., JACQUES M. L., POWELL-DUNFORD N., SAWHNEY C., AU W. W., 2009. Aquaculture: Environmental, toxicological, and health issues. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 212, 369-377.

COMMISSION REGULATION (EC) No 1881/2006) Commission Regulation (EC) No 1881/2006). Commission Regulation (2006). No. 199/2006 on 3 February 2006 amending Regulation (EC) No 466/2001 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards dioxins and dioxin-like PCBs.

CONOR W.E., CONOR S.L., 2010. N-3 Fatty Acids from Fish and Plants: Primary and Secondary Prevention of Cardiovascular Disease. *Nutrition and Health*, Part 3, 249-271.

CORDIER M., BRICHON G., WEBER J. M., ZWINGELSTEIN G., 2002. Changes in the fatty acid composition of phospholipids in tissues of farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax*) during an annual cycle. Roles of environmental temperature and salinity. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part B, 133, 281-288.

CROCKETT E. L., SIDELL B. D., 1993. Substrate selectivities differ for hepatic mitochondrial and peroxisomal beta-oxidation in an Antarctic fish, *Notothenia gibberifrons*. *Biochemical Journal*, 289, 427-433.

CSENGERI I., 1996. Dietary effects on fatty acid metabolism of common carp. *Archives of Animal Nutrition*, 49, 73-92.

CSQG- Canadian Sediment Quality Guidelines Canadian Sediment Quality Guidelines. The Interim Sediment Quality Guidelines. Environment Canada's Canadian Environmental Quality Guidelines. Available at [http://www.ec.gc.ca/ceqg-rcqe/English/Pdf/sediment_summary_table. i htm](http://www.ec.gc.ca/ceqg-rcqe/English/Pdf/sediment_summary_table_i.htm) http://www.tiem.utk.edu/~sada/help/TH_427.htm (last accessed 30 August 2013).

CUNDIFF D. K., LANOU A. J., NIGG C. R., 2007. Relation of omega-3 fatty acid intake to other dietary factors known to reduce coronary heart disease risk. *American Journal of Cardiology*, 99, 1230-1233.

ĆIRKOVIĆ M., JOVANOVIĆ B., MALETIN S., 2002. *Ribarstvo*. Univerzitet u Novom Sadu. Poljoprivredni fakultet.

ĆIRKOVIĆ M., TRBOVIĆ D., MILOŠEVIĆ N., ĐORĐEVIĆ V., JANKOVIĆ S., LJUBOJEVIĆ D., 2010. Meat quality of two yearsold tench and carp grown in extensive conditions. XIV International Symposium Feed Technology, Proceedings, pp. 400-404.

ĆIRKOVIĆ M., TRBOVIĆ D., LJUBOJEVIĆ D., 2011. Meat quality of fish farmed in polyculture in carp ponds in Republic of Serbia. *Tehnologija mesa*, 52, 106-121.

ĆIRKOVIĆ M., LJUBOJEVIĆ D., ĐORĐEVIĆ V., NOVAKOV N., PETRONIJEVIĆ R., MATEKALO-SVERAK V., TRBOVIĆ D., 2012a. The Breed Effect on Productivity and Meat Nutrient Composition of Fish. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 18, 775-780.

ĆIRKOVIĆ M., LJUBOJEVIĆ D., JOVANOVIĆ R., JANKOVIĆ S., ĐORĐEVIĆ V., NOVAKOV N., TRBOVIĆ D., LUJIĆ J., 2012B. Influence of improper pond management on high fat content in meat of common carp, *Cyprinus carpio*, L. The International Conference Biological Food Safety and Quality BFSQ 2012; Belgrade, Serbia 4-5 October. 177-179.

DA SILVA MEIRELLES L., CAPLAN A.I., NARDI N.B., 2008. In Search of the In Vivo Identity of Mesenchymal Stem Cells. *Stem Cells*, 26, 2287-2299.

DABROWSKI K., HINTERLEITNER S., STRUMBAUER C., EL-FIKY N., WIESER W., 1988. Do Carplarvae require vitamin C? *Aquaculture*, 72, 295-306.

DAS M., RATH C., MOHAPATRA U., 2011. Bacteriology of a most popular street food (Panipuri) and inhibitory effect of essential oils on bacterial growth. *Journal of Food Science and Technology*. Published online, doi:10.1007/s13197-010-0202-2

DE SILVIA, S.S., 2003. In: *Aquaculture, Farming Aquatic Animals and Plants*, Lucas, J.S., and Southgate, P.C. (Eds.). Fishing News Books, Blackwell Publication, 276-294.

DE SMET S., RAES K., DEMEYER D., 2004. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. *Animal Research*, 53, 81–98.

DIAS J., 1999. Lipid deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and European seabass (*Dicentrarchus labrax L.*): Nutrition regulation of hepatic lipogenesis. Dr thesis, Univ. Porto (Portugal) and Univ. Bordeaux I (France).

DOMAIZON I., DESVILETTES C., DEBROAS D., BOURDIER G., 2000. Influence of zooplankton and phytoplankton on the fatty acid composition of digesta and tissue lipids of silver carp: mesocosm experiment. *Journal of Fish Biology*, 57, 417–432.

DOREA J.G., 2008. Persistent, bioaccumulative and toxic substances in fish: human health considerations. *Science of the Total Environment*, 400, 93–114.

DU Z.Y., LIU Y.J., TIAN L.X., WANG J.T., WANG Y., LIANG G.Y., 2005. Effect of dietary lipid level on growth, feed utilization and body composition by juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture Nutrition*, 11, 139–146.

DU Z. Y., LIU Y. J., TIAN L. X., HE J. G., CAO J. M., LIANG G. Y., 2006. The influence of feeding rate on growth, feed efficiency and body composition of juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture International*, 14(3), 247-257.

DU Z.Y., CLOUET P., HUANG L.M., DEGRACE P., ZHENG W.H., HE J.G., 2008. Utilization of different dietary lipid sources at high level in herbivorous grass carp (*Ctenopharyngodon idella*): mechanism related to hepatic fatty acid oxidation. *Aquaculture Nutrition*, 14, 77–92.

ĐINOVIĆ J., TRBOVIĆ D., VRANIĆ D., JANKOVIĆ S., SPIRIĆ D., RADIČEVIĆ T., SPIRIĆ A., 2010. The state of ecosystem, quality and safety of the carp meat (*Cyprinus carpio*) from aquaculture during farming, Tehnologija mesa, 51, 124–132.

ĐORĐEVIĆ V., BALTIĆ M., ĆIRKOVIĆ M., KILIBARDA N., GLAMOČLIJA N., STEFANOVIĆ S., MIŠČEVIĆ M., 2009. Quantitative and qualitative determination of enrofloxacin residues in fish tissues. Acta Veterinaria Belgrade, 59 (5-6), 579-589.

ĐORĐEVIĆ V., ĆIRKOVIĆ M., LJUBOJEVIĆ D., 2013. Contamination of the Ecosystem with Organic Pollutants and its Impact on the Protection of Less Valuable Fish Species in Sava and Danube Rivers. International 57th meat industry conference and meat products-perspectives of sustainable production; Proceedings. Belgrade, Serbia 10-12 June.

EATON S., 2002. Control of mitochondrial beta-oxidation flux. Progress in Lipid Research; 41, 197-239.

EFSA, 2009. Scientific opinion of the panel on dietetic products, nutrition and allergies on a request from European Commission related to labelling reference intake values for n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids. The EFSA Journal, 1176, 1–11.

EPA 3546/EPA 3620B Method 3546. Microwave extraction/Method 3620b. Florisil cleanup.

EPA3630C. Silica gel cleanup.

EPA 7010 и EPA 7000B. EPA method 7010: Graphite furnace atomic absorption spectrophotometry. EPA 7000B: Flame atomic absorption spectrophotometry.

EPA 7471B Method 7471b. Mercury in solid or semisolid waste (manual cold-vapor technique).

EPA 8081A и 8082A: Method 8081a - Organochlorine pesticides by gas chromatography. Method 8082a - Polychlorinated biphenyls (pcbs) by gas chromatography.

EPA 8270C. Semivolatile organic compounds by gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS).

EPA3051A EPA3051A. Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils.

EXLER J., KINSELLA J.E., WATT B.K., 1975. Lipids and fatty acids of important finfish. New data for nutrient tables. Journal of the American Oil Chemists' Society, 52, 154–159.

FABIO A., CORONA A., FORTE E., QUAGLIO P., 2003. Inhibitory activity of spices and essential oils on psychrotrophic bacteria. *Microbiologica*, 26, 115–120.

FAJMONOVA E., ZELENKA J., KOMPRDA T., KLADROBA D., SARMANOVA I., 2003. Effect of sex, growth intensity and heat treatment on fatty acid composition of common carp (*Cyprinus carpio*) filets. *Czech Journal of Animal Science*, 48, 85–92.

FAO, 2012. Demand and supply of aquafeed and feed ingredients for farmed fish and crustaceans: trends and future prospects. In: *The State of World Fisheries and Aquaculture*, 172-181.

FAO, 2013b. Oilseeds, oils and oilmeals. *Food Outlook BIENNIAL REPORT ON GLOBAL FOOD MARKETS*.

FARRINGTON-ROCK C., CROFTS N.J., DOHERTY M.J., ASHTON B.A., GRIFFIN-JONES C., CANFIELD A.E., 2004. Chondrogenic and adipogenic potential of microvascular pericytes. *Circulation*, 110, 2226-2232.

FAUCONNEAU B., CORRAZE G., LEBAIL P. Y., VERNIER J. M., 1991. Lipid storage in fish: cellular, metabolic and hormonal control. *Inra Productiones Animales*, 3, 369-381.

FAUCONNEAU B., ALAMI-DURANTE H., LAROCHE-MARCEL J., VALLOT D., 1995. Growth and meat quality relations in carp. *Aquaculture*, 129, 265–297.

FDA, 2001US-Food and Drug Administration. *Fish and fisheries products hazards and controls guidance* (3rd ed.). Rockville: Center for Food Safety and Applied Nutrition

FONTAGNÉ-DICHARRY S., MÉDALE F., 2010. The lipid content of aquacultured fishes and their factors of differences. *Les lipides des poissons d'aquaculture et leurs facteurs de variation*, 17, 209–213.

FRANCIS D.S., TURCHINI G.M., JONES P.L., DE SILVA S.S., 2007. Effects of fish oil substitution with a mix blend vegetable oil on nutrient digestibility in Murray cod, *Maccullochella peeliipeelii*. *Aquaculture* 269, 447–455.

FRAYN K.N., 2002. Adipose tissue as a buffer for daily lipid flux. *Diabetologia*, 45, 1201-1210.

FRØYLAND L., LIE O. BERGE R.K., 2000. Mitochondrial and peroxisomal beta-oxidation capacities in various tissues from Atlantic salmon *Salmo salar*. *Aquaculture Nutrition* 6(2), 85-89.

FUENTES A., FERNANDEZ-SEGOVIA I., SERRA J.A., BARAT J.M., 2010. Comparison of wild and cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) quality. Food Chemistry, 119, 1514-1518.

FULLNER G., WIRTH M., 1996. The influence of nutrition on the content and fattyacid composition of European catfish (*Silurus glanis*). FettLipid, 98, 300-304.

GADOTH N., 2008. On fish oil and omega-3 supplementation in children: The role of such supplementation on attention and cognitive dysfunction. Brain and Development, 30(5), 309-312.

GARG S.K., KALLA A., BHATNAGAR A., 2002. Evaluation of raw and hydrothermically processed leguminous seed as supplementary feed for the growth of two Indian major carp species. Aquaculture Research, 33, 151-163.

GELA D., RODINA M., LINHART O., 2003. Top-crossing with evaluation of slaughtering value in common carp (*Cyprinus carpio* L.) offspring. Aquaculture International, 11, 379-387.

GEURDEN I., CORRAZE G., BOUJARD T., 2007. Self-feeding behaviour of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), offered diets with distinct feed oils. Applied Animal Behaviour Science, 108, 313-326.

GHIONI C., PORTER A. E., TAYLOR G. W., TOCHER D. R., 2002. Metabolism of 18: 4n-3 (stearidonic acid) and 20: 4n-3 in salmonid cells in culture and inhibition of the production of prostaglandin F₂α (PGF₂α) from 20: 4n-6 (arachidonic acid). Fish Physiology and Biochemistry, 27(1-2), 81-96.

GIMBLE J.M., KATZ A, BUNNELL B., 2007. Adipose-Derived Stem Cells for Regenerative Medicine. Circulation Research, 100, 1249-1260.

GREEN H, MEUTH M., 1974. Established Pre-Adipose Cell Line and Its Differentiation in Culture. Cell; 3, 127-133.

GREEN H., KEHINDE O., 1975. Established Pre-Adipose Cell Line and Its Differentiation in Culture .2. Factors Affecting Adipose Conversion. Cell, 5, 19-27.

GREGORIE F.M., 2001. Adipocyte Differentiation: From Fibroblast to Endocrine Cell. Experimental Biology and Medicine, 226, 997-1002.

GRIGORAKIS K., ALEXIS M. N., TAYLOR K. D. A., HOLE M., 2002. Comparison of wild and cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*); composition, appearance and seasonal variations. International Journal of Food Science and Technology, 37, 477–484.

GULER G.O., KIZTANIR B., AKTUMSEK A., CITIL O.B., OZPARLAK H., 2008. Determination of the seasonal changes on total fatty acid composition and $\omega 3/\omega 6$ ratios of carp (*Cyprinus carpio* L.) muscle lipids in Beysehir Lake (Turkey). Food Chemistry, 108, 689–694.

HAGVE T.A., CHRISTOPHERSEN B.O., DANNEVIG B.H., 1986. Desaturation and Chain Elongation of Essential Fatty-Acids in Isolated Liver-Cells from Rat and Rainbow-Trout. Lipids, 21, 202-205.

HALVER, J.E., HARDY, R.E., 2002. Nutrient flow and retention, Fish Nutrition. Academic Press, Elsevier Science, San Diego, California, USA, 3rd ed., pp. 768-769.

HARDY R.W., BARROWS F.T., 2002 – Diet formulation and manufacture.– In: Fish Nutrition 3rd edition (Eds) J.E. Halver, R.W. Hardy, Academic Press Inc., San Diego, CA, USA: 506-601.

HARDY R.W., HIGGS D.A., LALL S.P., TACONA.G., 2001. Alternative dietary protein and lipid sources for sustainable production of salmonids. Fisker og Havet, No 8, Institute of Marine Research, Bergen, Norway, pp. 53. http://www.imr.no/_data/page/3839/Nr.8-2001._Alternative_dietary_protein_and_lipid_sources_for_sustainable_production_of_salmonids.pdf.

HENDERSON R.J., TOCHER D.R., 1987. The lipid-composition and biochemistry of fresh-water fish. Progress in Lipid Research, 26, 281–347.

HENDERSON J.R., 1996. Fatty acid metabolism in freshwater fish with particular reference to polyunsaturated fatty acids. Archives of Animal Nutrition, 49, 5-22.

HOSOMI R., FUKUNAGA K., ARAI H., KANDA S., NISHIYAMA T., YOSHIDAM., 2011. Fish Protein Decreases Serum Cholesterol in Rats by Inhibition of Cholesterol and Bile Acid Absorption. Journal of Food Science, 76, 4, H116-H121.

HOSSAIN M.A., NAHER N., KAMAL M., 1997. Nutrient digestibility coefficients of some plant and animal proteins for rohu (*Labeo rohita*). Aquaculture, 151, 37-45.

HU F. B., BRONNER L., WILLETT W. C., STAMPFER M. J., REXRODE K. M., ALBERT C. M., MANSON J. E., 2002. Fish and omega-3 fatty acid intake and risk of coronary heart disease in women. *JAMA: the journal of the American Medical Association*, 287(14), 1815-1821.

HULATA G., 1995. A review of genetic improvement of the common carp (*Cyprinus carpio* L.) and other cyprinids by crossbreeding, hybridization and selection. *Aquaculture*, 129(1), 143-155.

HUSSAIN M.M., KEDEES M.H., SINGH K., ATHAR H., JAMALI, N.Z., 2001. Signposts in the assembly of chylomicrons. *Frontiers in Bioscience*, 6, D320-D331.

ICPDR. Water Quality Classification used for monitoring transnational network in the Danube (TNMN). Available at <http://www.icpdr.org/icpdr-pages/tmn.htm> (last accessed 30. 08. 2013.).

INHAMUNS A.J., FRANCO M.R.B., 2001. Composition of total, neutral, and phospholipids in mapara (*Hypophthalmus* sp.) from the Brazilian Amazonian area. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 4859–4863.

IZQUIERDO M.S., OBACH A., ARANTZAMENDI L., MONTERO D., ROBAINA L., ROSENLUND G., 2003. Dietary lipid sources for sea bream and sea bass: Growth performance, tissue composition and flesh quality. *Aquaculture Nutrition*, 9, 397–407.

JABEEN F., CHAUDHRY A.S., 2011. Chemical compositions and fatty acid profiles of three freshwater fish species. *Food Chemistry*, 125, 991–996.

JACOBSON T. A., 2007. Beyond lipids: the role of omega-3 fatty acids from fish oil in the prevention of coronary heart disease. *Current atherosclerosis reports*, 9(2), 145-153.

JAHAN P., WATANABE T., KIRON, SATOH S., 2003. Improved carp diets based on plant protein sources reduce environmental phosphorus loading. *Fisheries Science*, 69(2), 219-225.

JAMES W. P. T., RALPH A., 2000. Policy and a prudent diet. In: Garrow, J. S.; James, W. T. P. and A. Ralph (Editors). *Human Nutrition and Dietetics*, 10th edition. Churchill Livingstone: Edinburgh, Great Britain, pp 837-845.

JANKOVIĆ S., ĆURČIĆ M., RADIČEVIĆ T., STEFANOVIĆ S., LENHARDT M., DURGO K., ANTONIJEVIĆ B., 2011. Non-dioxin-like PCBs in ten different fish species from the Danube river in Serbia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 181, 153-163.

JANKOWSKA B., ZAKES Z., ZMIJEWSKI T., SZCZEPKOWSKI M., 2003. Fatty acid profile and meat utility of wild and cultured zander. *Sander lucioperca*(L.). Electronic J Polish Agricultural Universities, Fisheries, 6, 1.

JANKOWSKA B., ZAKES Z., ZMIJEWSKI T., ULIKOWSKI D., KOWALSKA A., 2004. Impact of diet on the fatty acids profile of European catfish (*Silurus glanis* L.). Archives of Polish Fisheries, 12, 99–110.

JANKOWSKA B., ZAKES Z., ZMIJEWSKI T., SZCZEPKOWSKI M., WUNDERLICH K., 2006. The impact of diet on the slaughter yield, proximate composition, and fatty acids profile of fillets of tench (*Tinca tinca* (L.)). Archives of Polish Fisheries, 14 (2), 195-211.

JANKOWSKA B., ZAKĘŚ Z., ŻMIJEWSKI T., SZCZEPKOWSKI M., 2008. Fatty acid composition of wild and cultured northern pike (*Esox lucius*). Journal of Applied Ichthyology, 24, 196–201.

JEFFREE R. A., WARNAU M., TEYSSIE, J. L., MARKICHS. J., 2006. Comparison of the bioaccumulation from seawater and depuration of heavy metals and radionuclides in the spotted dogfish *Scyliorhinus canicula* (*Chondrichthys*) and the turbot *Psetta maxima* (*Actinopterygii: Teleostei*). Science of the Total Environment 368, 839–852.

JEOR S.T., HOWARD B.V., PREWITT T.E., BOVEE V., BAZZARRE T., ECKEL R.H., 2001. Dietary protein and weight reduction: A statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism of the American Heart Association. Circulation, 104, 1869-1874.

JEPSON P. D., BENNETT P. M., DEAVILLE R., ALLCHIN C. R., BAKER J. R., LAW R. J., 2005. Relationships between polychlorinated biphenyls and health status in harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) stranded in the United Kingdom. Environmental Toxicology and Chemistry, 24, 238–248.

JERNAS M., PALMING J., SJOHOLM K., JENNISCHE E., SVENSSON P.A., GABRIELSSON B.G., LEVIN M., SJOGREN A., RUDEMO M., LYSTIG T.C., CARLSSON B., CARLSSON L.M.S., LONN M., 2006. Separation of human adipocytes by size: hypertrophic fat cells display distinct gene expression. Faseb Journal, 20, 1540

JOBLING M., 2001. Nutrient partitioning and the influence of feed composition on body composition. In: Food intake in fish. D. Houlihan, T. Boujard, M. Jobling (Eds). Blackwell Science Ltd, Oxford, pp. 354-375.

JORDAL A.E.O., HORDVIK I., PELSERS M., BEMLOHR D.A., TORSTENSEN B.E., 2006. FABP3 and FABP10 in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) - General effects of dietary fatty acid composition and life cycle variations. Comparative Biochemistry and Physiology B-Biochemistry & Molecular Biology, 145(2), 147-158.

KANDEMIR S., 2010. The Fatty Acid Composition and Cholesterol and Vitamin Contents of Different Muscles of *Esox lucius* (Linnaeus, 1758) Living in Lake Ladik. Journal of Animal and Veterinary Advances, 9(7), 1179-1190.

KARALAZOS V., BENDIKSEN E. Å., DICK J. R., BELL J. G., 2007. Effects of dietary protein, and fat level and rapeseed oil on growth and tissue fatty acid composition and metabolism in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) reared at low water temperatures. Aquaculture Nutrition, 13(4), 256-265.

KARALAZOS V., BENDIKSEN E. Å., BELL J. G., 2011. Interactive effects of dietary protein/lipid level and oil source on growth, feed utilisation and nutrient and fatty acid digestibility of Atlantic salmon. Aquaculture, 311(1), 193-200.

KAUSHIK S.J., 1995. Nutrients requirements, supply and utilization in the context of carp culture. Aquaculture, 129, 225-241.

KESHAVANATH P., MANJAPPA K., GANGADHARA B., 2002. Evaluation of carbohydrate rich diets through common carp culture in manured tanks. Aquaculture Nutrition, 8(3), 169-174.

KHAN M.A., JAFRI A.K., CHADHA N.K., USMANI N., 2003. Growth and body composition of rohu (*Labeo rohita*) fed diets containing oilseed meals: partial or total replacement of fish meal with soybean meal. Aquaculture Nutrition, 9, 391-396.

KIESSLING A., PICKOVA J., JOHANSSON L., ASGARD T., STOREBAKKEN T., KIESSLING K.H., 2001. Changes in fatty acid composition in muscle and adipose tissue of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age. Food Chemistry, 73, 271-284.

KJAER M.A., TODORCEVIC M., TORSTENSEN B.E., VEGUSDAL A., RUYTER B., 2008. Dietary n-3 HUFA affects mitochondrial fatty acid beta-oxidation capacity and susceptibility to oxidative stress in Atlantic salmon. *Lipids*, 43, 813-827.

KMÍNKOVÁ M., WINTEROVÁ R., KUČERA J., 2001. Fatty acids in lipids of carp (*Cyprinus carpio*) tissues. *Czech Journal of Food Sciences*, 19, 177–181.

KOCOUR M., MAUGER S., RODINA M., GELA D., LINHART O., VANDEPUTTE M., 2007. Heritability estimates for processing and quality traits in common carp (*Cyprinus carpio* L.) using a molecular pedigree. *Aquaculture*, 270, 43-50.

KOLAKOWSKA A., SZCZYGIELSKI M., BIENKIEWICZ G., ZIENKOWICZ L., 2000. Some of fish species as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids. *Acta Ichthyologica Piscatoria*, 30, 59–70.

KOMPRDA T., ZELENKA J., FAJMONOVÁ E., BAKAJ P., PECHOVÁ P., 2003. Cholesterol Content in Meat of Some Poultry and Fish Species As Influenced by Live Weight and Total Lipid Content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7692-7697.

KONNO K., 2005. New developments and trends in kababoko and related research in Japan. In J. W. Park (Ed.), *Surimi and surimi seafood* (2nd ed., pp. 847–868). Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis.

KOPICOVA Z., VAVREINOVA S., 2007. Occurrence of squalene and cholesterol in various species of Czech freshwater fish. *Czech Journal of Food Sciences*, 25, 195-201.

KOPPANG E.O., FISCHER U., SATOH M., JIRILLO E., 2007. Inflammation in fish as seen from a morphological point of view with special reference to the vascular compartment. *Current Pharmaceutical Design*, 13, 3649-3655.

KRIS-ETHERTON P. M., HARRIS W. S., APPEL L.J., 2002. For the nutrition committee. AHA scientific statement. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation*, 106, 2747–2757.

KUKAČKA V., CHALOUPKOVÁ L., FIALOVÁ M., KOPP R., MAREŠ J., 2009. The influence of linseed oil and fish oil supplements to the fatty acid spectrum of common carp (*Cyprinus carpio* L.) muscle. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendeleianae Brunensis*, LVII, 5, 193-192.

KUMUDAVALLY K., TABASSUM A., RADHAKRISHNA K., BAWA A., 2011. Effect of ethanolic extract of clove on the keeping quality of fresh mutton during storage at ambient temperature (25±2 °C). Journal of Food Science and Technology. doi:10.1007/s13197-010-0181-3

LAGO F, DIEGUEZ C, GOMEZ-REINO J, GUALILLO O., 2007. Adipokines as emerging mediators of immune response and inflammation. Nature Clinical Practice Rheumatology, 3, 716-724.

LAURITZEN L, HANSEN HS, JORGENSEN MH, MICHAELSEN KF., 2001. The essentiality of long chain-3 fatty acids in relation to development and function of the brain and retina. Progress in Lipid Research, 40, 1–94.

LEE D. H., RA C. S., SONG Y. H., SUNG K. I., KIM J.D., 2012. Effects of Dietary Garlic Extract on Growth, Feed Utilization and Whole Body Composition of Juvenile Sterlet Sturgeon (*Acipenser ruthenus*). Asian - Australasian Journal of Animal Sciences, 25 (4), 577 –583.

LENHARDT M., MARKOVIĆ G., HEGEDIŠ A., MALETIN S., ĆIRKOVIĆ M., MARKOVIĆ Z., 2011. Non-native and translocated fish species in Serbia and their impact on the native ichthyofauna. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 21, (3), 407-421.

LI P., MAI K., TRUSHENSKI J., WU G., 2009. New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds. Amino Acids, 37, 43–53.

LI Y., 2012. Establishment and evaluation of a new model for studying lipogenesis in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) preadipocytes. In Vitro Cellular & Developmental Biology-Animal, 48(1), 37-42.

LICHTENSTEIN A. H., APPEL L. J., BRANDS M., CARNETHON M., DANIELS S., FRANCH H. A., FRANKLIN B., KRIS-ETHERTON P., HARRIS W. S., HOWARD B., KARANJA N., LEFEVRE M., RUDEL L., SACKS F., VAN HORN L., WINSTON M., WYLIE-ROSETT, J., 2006. Diet and lifestyle recommendations revision 2006: A scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee. Circulation, 114, 82–96.

LIMIN L., FENG X., JING H., 2006: Amino acids composition difference and nutritive evaluation of the muscle of five species of marine fish, *Pseudosciaena crocea* (large yellow croaker), *Lateolabrax japonicus* (common sea perch), *Pagrosomus major* (red seabream), *Seriola*

dumerili (Dumeril's amberjack) and *Harpalogenys nitens* (black grunt) from Xiamen Bay of China. *Aquaculture Nutrition*, 12, 53-59.

LOVELL T., 1988. Nutrition and feeding of fish. Van Nostrand Reinhold, New York.

LUZIA A. L., SAMPAIO G. R., CASTELLUCCI C. M. N., TORRES E. A. F. S., 2003. The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian fish. *Food Chemistry*, 83, 93-97.

ŁUCZYŃSKA J., BOREJSZO Z., ŁUCZYŃSKI M.J., 2008. The composition of fatty acids in muscles of six freshwater fish species from the Mazurian Great Lakes (Northeastern Poland). *Archives of Polish Fisheries*, 16 (2), 167-178.

LJUBOJEVIĆ D., ĆIRKOVIĆ M., ĐORĐEVIĆ V., TRBOVIĆ D., NOVAKOV N., VRANIĆ D., BABIĆ J.: 2011. Lipids and total cholesterol content in meat of common carp of various ages. 22nd International Symposium Food safety production, PROCEEDINGS, 19-25. 06. 2011. Trebinje, Bosna i Hercegovina, 46-49.

LJUBOJEVIĆ D., ĆIRKOVIĆ M., NOVAKOV N., TRIČKOVIĆ J., RADOSAVLJEVIĆ V. 2012. PSC10.08 Organic production of native freshwater fish species as a sustainable solution for developing poor rural regions. 6th World Fisheries Congress (Sustainable Fisheries in a Changing World), Edinburgh, Scotland, 7th - 11th May 2012; Book of Abstracts p. 107

LJUBOJEVIĆ D., ĆIRKOVIĆ M., JOVANOVIĆ R., JANKOVIĆ S., ĐORĐEVIĆ V., NOVAKOV N., ĐURAGIĆ O., 2012C. Successful complete substitution of fish meal with plant protein ingredients in diets for common carp. 6th Central European Congress on Food, CEFood2012. Proceedings of 6th central European Congress on Food. Abstract book of 6th Central European Congress on Food (545). Hotel „Park“, 23-26 maj, 2012, Novi Sad, Srbija. 1498-1503.

LJUBOJEVIĆ D., ĆIRKOVIĆ M., NOVAKOV N., BABIĆ J., LUJIĆ J., MARKOVIĆ T., 2012B. Faktori koji utiču na randman šaranskih riba, *Tehnologija mesa*, 53, 1, 14-19.

LJUBOJEVIĆ D., TRBOVIĆ D., LUJIĆ J., BJELIĆ-ČABRILO O., KOSTIĆ D., NOVAKOV N., ĆIRKOVIĆ M., 2013A. Fatty Acid Composition of Fishes from Inland Waters. *Bulgarian Journal of Agricultural Science, Supplements*, 19, 1, 62-71.

LJUBOJEVIĆ D., ĆIRKOVIĆ M., NOVAKOV N., JOVANOVIĆ R., JANKOVIĆ S., ĐORĐEVIĆ V., MAŠIĆ Z., 2013b. Productivity and Meat Nutrient in Fish: The Diet Effect. Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi, 19, 43-49.

LJUBOJEVIĆ D.; ĆIRKOVIĆ M.; ĐORĐEVIĆ V.; PUVAČA N., TRBOVIĆ D.; VUKADINOV J., PLAVŠA N., 2013C. Fat quality of marketable fresh water fish species in the Republic of Serbia. Czech J. Food Sci.Czech Journal of food sciences (In press).

MAIRESSE G., THOMAS M., GARDEUR J.N., BRUN-BELLUT J., 2005. Appearance and technological characteristics in wild and reared Eurasian perch, *Perca fluviatilis* (L.). Aquaculture, 246, 295–311.

MAKALESI A., 2012. Comparison of meat yield, flesh colour, fatty acid and mineral composition of wild and cultured mediterranean amberjack (*Seriola dumerili*, Risso 1810), 6, 2, 164-175.

MARASCHIELLO C., DIAZ I., REGUEIRO J.A.G., 1996. Determination of cholesterol in fat and muscle of pig by HPLC and capillary gas chromatography with solvent venting injection. Journal of High Resolution Chromatography, 19, 165–168.

MARKOVIĆ G, ĆIRKOVIĆ M., 2008. The possibilities for the intensification of commercial fish production in Central Serbia. 50th Jubilee Georgikon Scientific Conference, Proceedings, p. 71.

MARKOVIĆ M., ĆIRKOVIĆ M., ALEKSIĆ N., MILOŠEVIĆ N., BJELIĆ-ČABRILO O., LJUBOJEVIĆ D., AKSENTIJEVIĆ K., RADOJIČIĆ M., 2012. Posthodiplostomatosis in a fishpond in Serbia. Acta Veterinaria (Beograd), 62, 1, 101-109.

MAZURKIEWICZ J., 2009. Utilization of domestic plant components in diets for common carp *Cyprinus carpio* L. Archives of Polish Fisheries, 17(1), 5-39.

MAZURKIEWICZ J., PRZYBYŁ A., CZYŻAK-RUNOWSKA G., ŁYCZYŃSKI A., 2011. Cold-pressed rapeseed cake as a component of the diet of common carp (*Cyprinus carpio* L.): effects on growth, nutrient utilization, body composition and meat quality. Aquaculture Nutrition, 17(4), 387-394.

MINH N. H., MINH T. B., KAJIWARA N., KUNISUE T., IWATA H., VIET P. H., TU N. P., TUYEN B. C., TANABE, S., 2006. Contamination by polychlorinated biphenyls and persistent organochlorides in catfish and feed from Mekong River Delta, Vietnam. Environmental Toxicology and Chemistry 25, 2700–2708.

MNARI A., BOUNDEL I., CHRAIEF I., HAMMAMI M., ROMDHANE M.S., EL CAFSI M., CHAOUCH A., 2007. Fatty acids in muscle and liver of Tunisian wild and farmed gilthead sea bream, *Sparus aurata*. Food Chemistry, 100, 1393–1397.

MOLNÁR T., SZABÓ A., SZABÓ G., SZABÓ C., HANCZ C., 2006. Effect of different dietary fat content and fat type on the growth and body composition of intensively reared pikeperch *Sander lucioperca* (L.). Aquaculture Nutrition, 12, 173-182.

MONTERO D., ROBAINA L., CABALLERO M.J., GINÉS R., IZQUIERDO M.S., 2005. Growth, feed utilization and flesh quality of European seabass (*Dicentrarchus labrax*) fed diets containing vegetable oils: a time-course study on the effect of re-feeding period with a 100% fish oil diets. Aquaculture, 248, 121-134.

MORAIS S., MONROIG O., ZHENG X., LEAVER M. J., TOCHER D. R., 2009. Highly unsaturated fatty acid synthesis in Atlantic salmon: characterization of ELOVL5-and ELOVL2-like elongases. Marine Biotechnology, 11(5), 627-639.

MORAIS S., PRATOOMYOT J., TAGGART J. B., BRON J. E., GUY D. R., BELL J. G., TOCHER D. R., 2011. Genotype-specific responses in Atlantic salmon (*Salmo salar*) subject to dietary fish oil replacement by vegetable oil: a liver transcriptomic analysis. BMC genomics, 12(1), 255.

MOREIRA A. B., VISENTAINER J. V., DE SOUZA N. E., MATSUSHITA M., 2001. Fatty acids profile and cholesterol contents of three Brazilian Brycon freshwater fishes. Journal of Food Composition and Analysis, 14, 565–574.

MOURENTE G., GOOD J. E., BELL J. G., 2005. Partial substitution of fish oil with rapeseed, linseed and olive oils in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.): effects on flesh fatty acid composition, plasma prostaglandins E2 and F2 α , immune function and effectiveness of a fish oil finishing diet. Aquaculture Nutrition, 11(1), 25-40.

MOZAFFARIAN D., RIMM E.B., 2006. Fish Intake, Contaminants, and Human Health: Evaluating the Risks and the Benefits. Journal of American Medical Association, 296, 1885-1899.

MRÁZ J., PICKOVA J., 2009. Differences between lipid content and composition of different parts of fillets from crossbred farmed carp (*Cyprinus carpio*). Fish Physiology and Biochemistry, 35, 4, 615-623.

MRÁZ J.; MÁCHOVÁ J.; KOZÁK P., PICKOVA J., 2012. Lipid content and composition in common carp – optimization of n-3 fatty acids in different pond production systems. *Journal of Applied Ichthyology*, 28, 238–244.

MURAI T., AKIYAMA T., NOSE T., 1983. Effects of glucose chain length of various carbohydrates and frequency of feeding on their utilization by fingerling carp. *Nippon Suisan Gakk*, 49, 1607-1611.

NANTON D.A., VEGUSDAL A., RORA A.M.B., RUYTER B., BAEVERFJORD G., TORSTENSEN B.E., 2007. Muscle lipid storage pattern, composition, and adipocyte distribution in different parts of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed fish oil and vegetable oil. *Aquaculture*, 265, 230-243.

NEN 5779: 1994—determination of mercury content by the cold vapour technique (atomic absorption spectrometry or atomic fluorescence spectrometry).

NEN 5754:2005.NEN 5754:2005—determination of organic matter content in soil as loss-on-ignition.

NG W.K., LIM P.K., SIDEK H., 2001. The influence of a dietary lipid source on growth, muscle fatty acid composition and erythrocyte osmotic fragility of hybrid tilapia. *Fish Physiology and Biochemistry*, 25, 301–310.

NG W. K., LIM P. K., BOEY P. L., 2003. Dietary lipid and palm oil source affects growth fatty acid composition and muscle α -tocopherol concentration of African catfish, *Clarias gariepinus*. *Aquaculture*, 215, 229–243.

NG W.K., SIGHOLT T., BELL J.G., 2004. The influence of environmental temperature on the apparent nutrient and fatty acid digestibility in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed finishing diets containing different blends of fish oil, rapeseed oil and palm oil. *Aquaculture Research*, 35, 1228–1237.

NG W.K., TOCHER D.R., BELL J.G., 2007. The use of palm oil in aquaculture feeds for salmonid species. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109, 394–399.

NISHA A., MUTHUKUMAR S.P., VENKATESWARAN G., 2009. Safety evaluation of arachidonic acid rich *Mortierella alpina* biomass in al-bino rats-A subchronic study, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 53, 186-194.

NOSE T., 1979. Summary report on the requirements of essential amino acids for carp – In: Finfish Nutrition and Fishfeed Technology (Eds) K. Tiews, J.E. Halver, Heenemann, Berlin: 145-156.

NRC, 1993. Nutrient Requirements of Fish. National Research Council, National Academy Press, Washington.

NTAMBI J.M., YOUNG-CHEUL K., 2000. Adipocyte Differentiation and Gene Expression. Journal of Nutrition, 130, 3122S-33126.

NURNBERG K., WEGNER J., ENDER K., 1998. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. Livestock Production Science, 56, 145–156.

NWANNA L.C., EISENREICH R., SCHWARZ F.J., 2007. Effect of wet-incubation of dietary plant feedstuffs with phytase on growth and mineral digestibility by common carp (*Cyprinus carpio* L.). Aquaculture, 271, 461-468.

OGINO C., 1965. B vitamin requirement of carp, *Cyprinus carpio*. I Deficiency symptoms and requirements of vitamin B6. Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish, 31, 546-551.

OGINO, C., 1967. B vitamin requirement of carp, *Cyprinus carpio*. II. Requirements of riboflavin and pantothenic acid. Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish. 33, 351-354.

OGINO C., SAITO K. 1970 – Protein nutrition in fish. I. The utilization of dietary protein by young carp – Nippon Suisan Gakk. 36: 250-254.

OGINO, C., WATANABE, T., KAKINO, J., IWANAGA, N., MIZUNO, M., 1970A. B vitamin requirements of carp. III. Requirement for biotin. Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish. 36, 734-740.

OGINO, C., UKI, N., WATANABE, T., IIDA, Z., KAKINO, J., IWANAGA, N., MIZUNO, M., 1970B. B vitamin requirements of carp. IV. Requirement for Choline. Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish. 36, 1140-1146.

OGINO, C., TAKEDA, H., 1976. Mineral requirements in fish. III-Calcium and phosphorus requirements in Carp. Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish, 42, 793-799.

OGINO C., 1980. Protein requirements of carp and rainbow trout – Nippon Suisan Gakkaishi Journal, 46, 385-388.

OISHI Y., DOHMOTO N., 2009. Alaska pollack protein prevents the accumulation of visceral fat in rats fed a high fat diet. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 55(2), 156-161.

OKANOVIĆ Đ., ĆIRKOVIĆ M., ĐORĐEVIĆ V., VRANIĆ D., LJUBOJEVIĆ D., NOVAKOV N., 2013A. Chemical Characteristics of Sausages Produced of Cyprinid Meat. International 57th meat industry conference meat and meat products- perspective of sustainable production. Proceedings. Belgrade, Serbia 10-12 June, 310-319.

OKANOVIĆ Đ., LJUBOJEVIĆ D., ĆIRKOVIĆ M., KARAN D., ĐORĐEVIĆ V., LILIĆ S., MATEKALO-SVERAK V., NOVAKOV N., 2013B. Sensory characteristics of sausages produced of cyprinid meat. 23rd International Symposium „New Technologies in Contemporary Animal Production“. Proceedings. Novi Sad, Serbia 19-21

OLKOWSKA-TRUCHANOWICZ J., 2008. Isolation and Characterization of Adipose Tissue-Derived Stem Cells. *Postepy Biologii Komorki*; 35, 517-526.

OLSSON G.B., OLSEN R.L., CARLEHÖG M., OFSTAD R., 2003. Seasonal variations in chemical and sensory characteristics of farmed and wild Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Aquaculture*, 217, 191–205.

ORAJIĆ D., ZRNČIĆ S., 2009. Bolesti šarana-opasnosti u kaveznom uzgoju, Uzgoj slatkododne ribe, stanje i perspektive, Zbornik radova, Hrvatska gospodarska komora, 87-94.

ORBAN E., NEVIGATO T., DI LENA G., CASINI I., MARZETTI A., 2003. Differentiation in the Lipid Quality of Wild and Farmed Seabass (*Dicentrarchus labrax*) and Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*). *Journal of Food Science*, 68 (1), 128-132.

ORBAN E., MASCI M., NEVIGATO T., DI LENA G., CASINI I., CAPRONI R., RAMPACCI M., 2006. Nutritional quality and safety of whitefish (*Coregonus lavaretus*) from Italian lakes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6), 737-746.

OSTLUND R. E., 2004. Phytosterols and cholesterol metabolism. *Current Opinion in Lipidology*, 15, 37–41.

PALMERI G., TURCHINI G.M., KEAST R., MARRIOTT P.J., MORRISON P., DE SILVA S.S., 2008. Effects of starvation and water quality on the purging process of farmed Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 9037–9045.

- PARPOURA A. C. R., ALEXIS M. N., 2001. Effect of different dietary oils in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) nutrition. *Aquaculture International*, 9, 463–476.
- PEREIRA P. M., BLACK K. D., MCLUSKY D. S., NICKELL T. D., 2004. Recovery of sediments after cessation of marine fish farm production. *Aquaculture*, 235(1), 315-330.
- PERES H., LIM C., KLESIVUS P.H., 2003. Nutritional value of heattreatedsoybean meal for channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture* 225, 67–82.
- PERIAGO M.J., AYALA M.D., LÓPEZ-ALBORS O., ABDEL I., MARTÍNEZ C., GARCIA-ALCÁZAR A., ROS G., GIL F., 2005. Muscle cellularity and flesh quality of wild and farmed sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. *Aquaculture*, 249, 175–188.
- PERIS M., MICO C., RECATALA L., SANCHEZ R., SANCHEZ J., 2007. Heavy metal contents in horticultural crops of a representative area of the European Mediterranean region. *Science of the Total Environment*, 378, 42–48.
- PETERSON D.B., FISHER K., CARTER R.D., MANN J., 1994. Fatty acid composition of erythrocytes and plasma triglyceride and cardiovascular risk in Asian diabetic patient. *Lancet*, 343, 1528–1530.
- PICKOVA J., MØRKØRE T., 2007. Alternate oils in fish feeds. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(3), 256-263.
- PIIRONEN V., TOIVO J., LAMPI A.M., 2002. New data for cholesterol contents in meat, fish, milk, eggs and their products consumed in Finland. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15, 705-713.
- PINTO B., GARRITANO S. L., CRISTOFANI R., ORTAGGI G., GIULIANO A., AMODIO-COCCHIERRI R., CIRILLO R., DEGIUSTI M., BOCCIA A., REALI D., 2008. Monitoring of polychlorinated biphenyl contamination and estrogenic activity in water, commercial feed and farmed seafood. *Environmental Monitoring and Assessment*, 144, 445–453.
- POZERNICK M., WIEGAND M. D., 1997. Use of canola oil in the feed of larval and juvenile goldfish, *Carassius auratus* (L.). *Aquaculture Research*, 28, 75-83.
- PRATOOMYOT J., BENDIKSEN J.G., BELL D.R., 2008. Comparison of effects of vegetable oils blended with southern hemisphere fish oil and decontaminated northern hemisphere fish oil on

growth performance, composition and gene expression in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, 280, 1–4, 170–178.

Pravilnik o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu, Sl. List SRJ br. 26/1993, 53/1995 i 46/2002

Pravilnik o opasnim materijama u vodama (Sl. Glasnik SR Srbije br. 31/82)

Pravilniku o kvalitetu i drugim zahtevima za ribe, rakove, školjkaše, morske ježeve, morske krastavce, žabe, kornjače, puževe i njihove proizvode (2003) “Službeni list SRJ”, br. 6/2003.

Pravilnik o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutika, anabolika i drugih supstanci koje se mogu nalaziti u namirnicama, 5, 6–85. Službeni list SRJ 5/92, 11/92, i 32/2002. Pravilnik o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutika, anabolika i drugih supstanci koje se mogu nalaziti u namirnicama. Broj 5, 6–85, 15. maj.

Pravilnik o metodama vršenja mikrobioloških analiza i superanaliza, 1980. Sl. List SFRJ, br. 25.

QUIRÓS M., NICODEMUS N., ALONSO M., BARTOLOMÉ M., ÉCIJA J. L., ALVARIÑO J. M. R., 2003. Survival and changes in growth of juvenile tench (*Tinca tinca* L.) fed on defined diets commonly used to culture non-cyprinid species. *Journal of Applied Ichthyology*, 19, 149-151.

RADUNZ-NETO J., CORRAZE G., CHARLON N., BERGOT P., 1994. Lipid supplementation of casein-based purified diets for carp (*Cyprinus carpio* L.) larvae. *Aquaculture*, 128, 153–161.

RAES K., DE SMET S., BALCAEN A., CLAEYS E., DEMEYER D., 2003. Effect of diets rich in N-3 polyunsaturated fatty acids on muscle lipids and fatty acids in Belgian Blue double-muscled young bulls. *Reproduction Nutrition Development*, 43, 331–345.

RAYALAM S., DELLA-FERA M. A., BAILE, C. A., 2008. Phytochemicals and regulation of the adipocyte life cycle. *The Journal of nutritional biochemistry*, 19(11), 717-726.

REGOST C., ARZEL J., ROBIN J., ROSENBLUND G., KAUSHIK S. J., 2003. Total replacement of fish oil by soybean or linseed oil with a return to fish oil in turbot (*Psetta maxima*): 1. Growth performance, flesh fatty acid profile, and lipid metabolism. *Aquaculture*, 217, 465– 482.

RICHARD N., KAUSHIK S., LARROQUET L., PANSERAT S., CORRAZE G., 2006. Replacing dietary fish oil by vegetable oils has little effect on lipogenesis, lipid transport and tissue lipid uptake in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *British Journal of Nutrition*, 96(02), 299-309.

RICHTER B. E., JONES B. A., EZZELL J. L., PORTER N. L., AVDALOVIC N., POHL, C., 1996. Accelerated solvent extraction: a technique for sample preparation. *Analytical Chemistry*, 68(6), 1033-1039.

RILEY P.A., ENSER M., NUTE G.R., WOOD J.D., 2000. Effects of dietary linseed on nutritional value and other quality aspects of pig muscle and adipose tissue. *Animal Science*, 71, 483–500.

ROMVÁRI R., HANCZ C.S., PETRÁSI Z.S., MOLNÁR T., HORN P., 2002. Non-invasive measurement of fillet composition of four freshwater fish species by computer tomography. *Aquaculture International*, 10, 231–240.

ROSEN ED, MACDOUGALD OA., 2006. Adipocyte differentiation from the inside out. *NatureReviews Molecular Cell Biology*, 7, 885-896.

ROSENLUND G., OBACH A., SANDBERG M.G., STANDAL H., TVEIT K., 2001. Effect of alternative lipidsources on long-term growth performance and quality of Atlantic salmon (*Salmo salar*L.). *Aquaculture Research*, 32, 323-328.

RUYTER B., MOYA-FALCON C., ROSENLUND G., VEGUSDAL A., 2006. Fat content and morphology of liver and intestine of Atlantic salmon (*Salmo salar*): Effects of temperature and dietarysoybean oil. *Aquaculture*, 252, 441-452.

RYAN A. S., KESKE M. A., HOFFMAN J. P., NELSON E. B., 2009. Clinical overview of algal-docosahexaenoic acid: effects on triglyceride levels and other cardiovascular risk factors. *American journal of therapeutics*, 16(2), 183-192.

SAKAI T., MURATA H., ENDO M., YAMAUCHI K., TABATA N., FUKUDOME M., 1989. 2-ThiobarbituricAcid Values and Contents of Alpha-Tocopherol and Bile-Pigments in the Liver andMuscle of Jaundiced Yellowtail, *Seriola-Quinqueradiata*. *Agricultural and BiologicalChemistry*, 53, 1739-1740.

SAMPELS S., STRANDVIK B., PICKOVA J., 2009. Processed animal productswith emphasis on polyunsaturated fatty acid content. *EuropeanJournal of Lipid Sciences and Technology*, 111, 5, 481–488.

SARGENT J.R., TOCHER R., BELL J.G., 2002. The lipids. In: FishNutrition (Halver, J.E. & Hardy, R.W. eds), pp. 181–257. Academic Press, London..

SATOH S., VIYAKARN V., TAKEUCHI T., WATANABE T., 1997. Availability of phosphorus in various phosphate to carp and rainbow trout determined by a simple fractionation method. Fishery Science, 63, 297-300.

SCHULZ H., 2002. Oxidation of fatty acids in eukaryotes. In: Vance D.E. and Vance J.E. Biochemistry of lipids, lipoproteins and membranes. In: Elsevier B.V., Amsterdam, the Netherlands: 2002: 127-150.

SCOLLAN N.D., HOCQUETTE J.F., NUERNBERG K., DANNENBERGER D., RICHARDSON R.I., MALONEY A., 2006. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. Meat Science, 74: 17-33.

SHAPIRO J., 1985. Bamidgeh: Food and intestinal contents of the silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix* (val.) in lake Kinneret between 1982-1984. 37, 3-18.

SIMOPOULOS A.P., 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. Biomedicine & Pharmacotherapy, 56, 365– 379.

SKALLI O, PELTE MF, PECLET MC, GABBIANI G, GUGLIOTTA P, BUSSOLATI G, RAVAZZOLA M, ORCIL. 1989. Alpha-Smooth Muscle Actin, A Differentiation Marker of Smooth-Muscle Cells, Is Present in Microfilamentous Bundles of Pericytes. Journal of Histochemistry & Cytochemistry, 37, 315-321.

SMITH A. G., GANGOLLI S. D., 2002. Organochlorine chemicals in seafood: Occurrence and health concerns. Food and Chemical Toxicology 40, 767-779.

SOLBERG C., 2004. Influence of dietary oil content on the growth and chemical composition of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture Nutrition, 10, 31-37.

SRPS ISO 1442:1997. Savezni zavod za standardizaciju. Meso i proizvodi od mesa – Određivanje sadržaja vlage.

SRPS ISO 1443:1997 Savezni zavod za standardizaciju. Meso i proizvodi od mesa – Određivanje sadržaja slobodne masti.

SRPS ISO 936:1998. Savezni zavod za standardizaciju. Meso i proizvodi od mesa – Određivanje ukupnog pepela.

SRPS ISO 937 1992. Savezni zavod za standardizaciju Meso i proizvodi od mesa – Određivanje sadržaja azota.

SRPS ISO 5496 2002. Savezni zavod za standardizaciju. Iniciranje i obuka ocenjivača u otkrivanju i prepoznavanju mirisa, Senzorske analize.

SRPS EN ISO 11290-1:2009. Savezni zavod za standardizaciju Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja *L.monocytogenes*.

SRPS EN ISO 4833:2008. Savezni zavod za standardizaciju. Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja mikroorganizama – Tehnika brojanja kolonija na 30°C.

SRPS EN ISO 6579:2008. Savezni zavod za standardizaciju Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za otkrivanje *Salmonella spp.*

SRPS EN ISO 7932:2011. Savezni zavod za standardizaciju Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja *Bacillus cereus*.

SRPS ISO 16649-2:2008. Savezni zavod za standardizaciju. Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja β – glukuronidaza pozitivne *Escherichia coli* – Deo 2: Tehnika brojanja kolonija na 44oC pomoću 5-bromo-4-hloro-3-indolil β -D-glukuronida.

SRPS ISO 3972 2002. Savezni zavod za standardizaciju. Metoda utvrđivanja osećaja ukusa, Senzorske analize.

SRPS ISO 6658 2002. Savezni zavod za standardizaciju. Kvantitativni deskriptivni test, Senzorske analize, Metodologija, Opšte uputstvo

STEFFENS W., WIRTH M., RENNERT B., 1995. Effects of adding various oils to the diet on growth, feed conversion and chemical composition of carp (*Cyprinus carpio*). Archives of Animal Nutrition 47, 381–389.

- STEFFENS W., 1996. Protein sparing effects and nutritive significance of lipid supplementation in carp diet. *Archives of Animal Nutrition*, 49, 93-98.
- STEFFENS W, WIRTH M, FÜLLNER G., 2005. Freshwater fishan important source of n3 polyunsaturated fatty acids: A review. *Archives of Polish Fisheries*, 13, 15-16.
- STEFFENS W., WIRTH M., 2007. Influence of nutrition on the lipid quality of pond fish: common carp (*Cyprinus carpio*) and tench (*Tinca tinca*). *Aquaculture International*, 15, 313–319.
- STRANDVIK B., ERIKSSON S., GAREMO M., PALSDOTTIR V., SAMPELS S., PICKOVA J., 2008. Is the relatively low intake of omega-3 fatty acids in Western diet contributing to the obesity epidemics? *LipidTechnology*, 20(3), 57-59.
- SUAREZ R. K., HOCHACHKA P. W., 1981. Preparation and properties of rainbow trout liver mitochondria. *Journal of comparative physiology*, 143(2), 269-273.
- SUN S., YE J., CHEN J., WANG Y., CHEN L., 2011. Effect of dietary fish oil replacement by rapeseed oil on the growth, fatty acid composition and serum non-specific immunity response of fingerling black carp, *Mylopharyngodon piceus*. *Aquaculture Nutrition*, 17(4), 441-450.
- TACON A.G.J., HASAN M.R., SUBASINGHE R.P., 2006. Use of fishery resources as feed inputs to aquaculture development: trends and policy implications. FAO Fisheries Circular No. 1018. FAO Fisheries Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- TACON A.G.J., METIAN M., 2008. Global overview on the use of fishmeal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture*, 285(1-4), 146-158.
- TAKEUCHI T., SATOH S., KIRON V., 2002. Common carp, *Cyprinus carpio*. Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture [electronic resource].
- TANG W., ZEVE D., SUH J.M., BOSNAKOVSKI D., KYBA M., HAMMER R.E., TALLQUIST M.D., GRAFF J.M., 2008. White fat progenitor cells reside in the adipose vasculature. *Science*, 322, 583-586.
- TANII H., TAKAYASU T., HIGASHI T., LENG S., SAIJOH K., 2004. Allylnitrile: generation from cruciferous vegetables and behavioral effect on mice of repeated exposure. *Food and Chemical Toxicology*, 42, 453-458.

TCHKONIA T., GIORGADZE N., PIRTSKHALAVA T., THOMOU T., DEPONTE M., KOO A., FORSE R.A., CHINNAPPAN D., MARTIN-RUIZ C., VON ZGLINICKI T., KIRKLAND J.L., 2006. Fat depot-specific characteristics are retained in strains derived from single human preadipocytes. *Diabetes*, 55, 2571-2578.

THOMAS M., ENGLE C., 1993. Canned Bighead: Will Consumers Accept It? University of Arkansas, Pine Bluff, AR, pp 6.7.

TOCHER D.R., BELL J.G., DICK J.R., HENDERSON R.J., MCGHEE F., MICHELL D., MORRIS P.C., 2000. Polyunsaturated fatty acid metabolism in Atlantic salmon (*Salmo salar*) undergoing parr-smolt transformation and the effects of dietary linseed and rapeseed oils. *Fish Physiology and Biochemistry*, 23, 59-73.

TOCHER D.R., MOURENTE G., VAN DER EECKEN A., EVJEMO J.O., DIAZ E., BELL J.G., GEURDEN I., LAVENS P., OLSEN Y., 2002. Effects of dietary vitamin E on antioxidant defence mechanisms of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.), halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) and sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture Nutrition*, 8, 195-207.

TOCHER D.R., 2003. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. *Fisheries Science*, 11, 107-184.

TOCHER D.R., BELL J.G., MCGHEE F., DICK J.R., FONSECA-MADRIGAL J., 2003. Effects of dietary lipid level and vegetable oil on fatty acid metabolism in Atlantic salmon (*Salmo salar* - L.) over the whole production cycle. *Fish Physiology and Biochemistry*, 29, 193-209.

TOCHER D.R., FONSECA-MADRIGAL J., DICK J.R., NG W.K., BELL J.G., CAMPBELL P.J., 2004. Effects of water temperature and diets containing palm oil on fatty acid desaturation and oxidation in hepatocytes and intestinal enterocytes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comparative Biochemistry and Physiology B*, 137, 49-63.

TODORČEVIĆ M., VEGUSDAL A., GJØEN T., SUNDVOLD H., TORSTENSEN B. E., KJÆR M. A., RUYTER B., 2008. Changes in fatty acids metabolism during differentiation of Atlantic salmon preadipocytes; Effects of n-3 and n-9 fatty acids *Biochimica et Biophysica Acta*, 1781, 326-335.

TODORČEVIĆ M., KJÆR M. A., DJAKOVI N., VEGUSDAL A., TORSTENSEN B. E., RUYTER B., 2009. N-3 HUFAs affect fat deposition, susceptibility to oxidative stress, and

apoptosis in Atlantic salmon visceral adipose tissue. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B*, 152, 135–143.

TODORČEVIĆ M., ŠKUGOR S., KRASNOV A., RUYTER B., 2010. Gene expression profiles in Atlantic salmon adipose-derived stromo-vascular fraction during differentiation into adipocytes. *BMC Genomics*, 11:39.

TORSTENSEN BE, LIE O, FROYLAND L., 2000. Lipid metabolism and tissue composition in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) – effects of capelin oil, palm oil, and oleic acid-enriched sunflower oil as dietary lipid sources. *Lipids*, 35, 653–664.

TORSTENSEN B.E., FRØYLAND L., LIE O., 2001. Lipider. In: Waagbo, R., et al. (Eds.) *Fiskeernaering*. Bergen: Kystnaeringen Forlag & Bokklubb. pp. 57-75.

TORSTENSEN B.E., FROYLAND L., LIE O., 2004. Replacing dietary fish oil with increasing levels of rapeseed oil and olive oil – effects on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) tissue and lipoprotein lipid composition and lipogenic enzyme activities. *Aquaculture Nutrition*, 10, 175–192.

TORSTENSEN B.E., BELL J.G., ROSENLUND G., HENDERSON R.J., GRAFF I.E., TOCHER D.R., LIE O., SARGENT J.R., 2005. Tailoring of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) flesh lipid composition and sensory quality by replacing fish oil with a vegetable oil blend. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 10166-10178.

TOSCHI T. G., BENDINI A., RICCI A., LERCKER G., 2003. Pressurized solvent extraction of total lipids in poultry meat. *Food chemistry*, 83(4), 551-555.

TRAKTUEV D.O., MERFELD-CLAUSS S., LI J., KOLONIN M., ARAP W., PASQUALINI R., JOHNSTONE B.H., MARCH K.L., 2008. A Population of Multipotent CD34-Positive Adipose Stromal Cells Share Pericyte and Mesenchymal Surface Markers, Reside in a Periendothelial Location, and Stabilize Endothelial Networks. *Circulation Research*, 102, 77-85.

TRBOVIĆ D, VRANIĆ D, ĐINOVIĆ J, BOROVIĆ B, SPIRIĆ D, BABIĆ J, SPIRIĆ A., 2009. Fatty acid profile and cholesterol content in muscle tissue of one year old common carp (*Cyprinus carpio*) during growth. *Tehnologija mesa*, 50 (5-6): 276-286.

TRBOVIĆ D., JANKOVIĆ S., ĆIRKOVIĆ M., NIKOLIĆ D., MATEKALO-SVERAK V., ĐORĐEVIĆ V., SPIRIĆ A., 2011. Safety and quality of meat of some freshwater fish in Serbia. *Tehnologija mesa*, 52, 276-282.

TRIPATHI M.K., MISHRA A.S., MISRA A.K., MONDAL D., KARIM S.A., 2001. Effect of substitution of groundnut with high glucosinolate mustard (*Brassica juncea*) meal on nutrient utilization, growth, vital organ weight and blood composition of lambs. *Small Ruminant Research*, 39, 261-267.

TURCHINI G. M., MORETTI V. M., MENTASTI T., ORBAN E., VALFRÉ F., 2007. Effects of dietary lipid source on fillet chemical composition, flavour volatile compounds and sensory characteristics in the freshwater fish tench (*Tinca tinca* L.). *Food Chemistry*, 102, 1144–1155.

ULIKOWSKI D., SZCZEPKOWSKI M., SZCZEPKOWSKA B., 2003. Preliminary studies of intensive wels catfish (*Silurus glanis* L.) and sturgeon (*Acipenser* sp.) pondcultivation. *Archives of Polish Fisheries*, 11 (2), 295-300.

Uredba o klasifikaciji voda. Sl. Glasnik SR Srbije br. 5/68.

UYSAL K., BÜLBÜL M., DÖNMEZ M. SEÇKIN A. K., 2008. Changes in some components of the muscle lipids of three freshwater fish species under natural extreme cold and temperate conditions. *Fish Physiology and Biochemistry*, 34, 455–463.

VACHA F., TVRZICKA E., 1995. Content of polyunsaturated fatty acids and cholesterol in muscle tissue of tench [*Tinca tinca*] common carp [*Cyprinus carpio*] and hybrid of bighead carp [*Aristichthys nobilis*] with silver carp [*Hypophthalmichthys molitrix*]. *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, 42(1-2).

VACHA F., VEJSADA P., HUDA J., HARTVICH P., 2007. Influence of supplemental cereal feeding on the content and structure of fatty acids during long-lasting storage of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture International*, 15(3-4), 321-329.

VAN DER VUSSE G.J., VAN BILSEN M., GLATZ J.F.C., HASSELBANK D.M., LUIKEN J., 2002. Critical steps in cellular fatty acid uptake and utilization. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 239(1-2), 9-15.

VAN HERPEN N.A., SCHRAUWEN-HINDERLING V.B., 2008. Lipid accumulation in non-adipose tissue and lipotoxicity. *Physiology & Behavior*, 94, 231-241.

VAN NIEUWENHOVEN F.A., VANDERVUSSE G.J., GLATZ J.F.C., 1996. Membrane-associated and cytoplasmic fatty acid-binding proteins. *Lipids* 31(S Suppl), S223-S227.

VEGUSDAL A., SUNDVOLD H., GJOEN T., RUYTER B., 2003. An in vitro method for studying the proliferation and differentiation of Atlantic salmon preadipocytes. *Lipids*, 38, 289-296.

VIOLA S., MOKADY S., ARIELI Y., 1983. Effects of soybean processing methods on the growth of carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture*, 32, 27-38.

VLADAU V.V., BUD I., STEFAN R., 2008. Nutritive value of fish meat comparative to some animals meat. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine. Animal Sciences and Biotechnologies*, 65 (1-2), 301-305.

WALLIG M.A., BELYEA R.L., TUMBLESON M.E., 2002. Effect of pelleting on glucosinolates content of Crambe meal. *Animal Feed Science and Technology*, 99, 205-214.

WATANABE T., TAKEUCHI T., MATSUI M., OGINO C., KAWABATA T., 1977. Effect of α -tocopherol deficiency on carp. *Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish*, 43, 9357-946.

WATANABE T., 1982. Lipid nutrition in fish. *Comp. Biochem. Physiol. part A* 73, 3-15.

WATANABE T., JAHAN P., SATOH S., KIRON V., 1999. Total phosphorus loading onto the water environment from common carp fed commercial diets. *Fisheries Science*, 65, 712-716.

WATANABE T., 2002. Strategies for further development of aquatic feeds. *Fisheries Science*, 68, 242-252.

WEIL C., LEFÈVRE F., BUGEON J., 2013. Characteristics and metabolism of different adipose tissues in fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 1-17.

WENK C., 2001. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. *Animal Feed Science and Technology*, 90, 21-33.

WILLIAMS P., 2007. The Role of Red Meat in the Australian Diet. *Nutrition & Dietetics*, 64 (S4): S113-S119.

WOLNICKI J., MYSZKOWSKI L., KAMIŃSKI R., 2003. Effect of supplementation of a dry feed with natural food on growth, condition and size distribution of juvenile tench *Tinca tinca* (L.). *Journal of Applied Ichthyology*, 19(3), 157-160.

WOOD J.D., ENSER M., FISHER A.V., NUTE G.R., SHEARD P.R., RICHARDSON R.I., HUGES S.I., WHITTINGTON F.M., 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78: 343–358.

YEGANEH S., SHABANPOUR B., HOSSEINI H., IMANPOUR M.R., SHABANI A., 2012. Comparison of farmed and wild common carp (*Cyprinus carpio*): Seasonal variations in chemical composition and fatty acid profile. *Czech Journal of Food Sciences*, 30, 503–511.

YIN M., CHENG W., 2003. Antioxidant and antimicrobial effects of four garlic-derived organosulfur compounds in ground beef. *Meat Science*, 63, 23–28.

YLITALO G. M., STEIN J. E., HOM T., JOHNSON L. L., TILBURY K. L., HALL A. J., GULLAND F., 2005. The role of organochlorines in cancer-associated mortality in California sea lions (*Zalophus californianus*). *Marine Pollution Bulletin*, 50(1), 30-39.

ZAKES Z., JANKOWSKA B., JARMOŁOWICZ S., ZMIJEWSKI T., PARTYKA K., DEMSKAZAKES K., 2010A. Effects of different dietary fatty acids profiles on the growth performance and body composition of juvenile tench (*Tinca tinca* L.). *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 20, 389-401.

ZAKĘŚ Z., -ZAKĘŚ K. D., KOWALSKA A., HANCZ C., JARMOŁOWICZ S., 2010B. Impact of diets supplemented with rapeseed, soy, and sunflower oils on growth rates and the histological picture of the livers of juvenile pikeperch, *Sander lucioperca* (L.). *Archives of Polish Fisheries*, 18, 67-75.

ZHENG X., SEILIEZ I., HASTINGS N., TOCHER D.R., PANSE RAT S., DICKSON C.A., BERGOT P., TEALE A.J., 2004. Characterization and comparison of fatty acyl [Δ 6] desaturase cDNAs from freshwater and marine teleost fish species. *Biochemistry and Molecular Biology of Comparative Biochemistry and Physiology*, 139, 269–279.

ZHOU S.Y., ACKMAN R.G., MORRISON C., 1995. Storage of lipids in the myosepta of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 14(2), 171-178.

ZMIJEWSKI T., KUJAWA R., JANKOWSKA B., KWIATKOWSKA A., MAMCARZ A., 2006. Slaughter yield, proximate and fatty acid composition and sensory properties of rapfen (*Aspius aspius* L) with tissue of bream (*Abramis brama* L) and pike (*Esox lucius* L). *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 176–181.

*Коришћење репичиног уља у исхрани шарана и лињака као фактора промена
квалитета меса*

ZOUMIS T., SCHMIDT A., GRIGOROVA L., CALMANO W., 2001. Contaminants in sediments: remobilization and demobilization. Science of the Total Environment, 266, 195–202.

БИОГРАФИЈА



Драгана (Бранко) Љубојевић рођена је 07.06.1982. године у Вршцу. Основну школу и гимназију завршила је у Новом Саду. Уписала је студије ветеринарске медицине на Департману за ветеринарску медицину на Пољопривредном факултету у Новом Саду, 2001. године и завршила студије 2006. са просечном оценом 8,44. Мастер студије завршила је на Департману за ветеринарску медицину на Пољопривредном факултету у Новом Саду, где је 2008. уписала и докторске студије и положила све испите са просечном оценом 10,00. Од јануара 2008. до 2013. је била запослена као учесник пројекта Министарства просвете и науке на Пољопривредном факултету у Новом Саду, Департман за ветеринарску медицину у звању истраживача сарадника. Од 2013. године је запослена је на Научном институту за ветеринарство " Нови Сад", као истраживач сарадник.

Као аутор и коаутор до сада је објавила преко 100 радова у националним и међународним часописима, као и саопштења на домаћим и међународним скуповима. Од 2008. године учествовала је у два циклуса научно-истраживачких пројеката. Учесник је пројекта Министрства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Члан је Европског друштва за аквакултуру и Европске асоцијације за патологију риба. Удата је.