

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ  
ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА  
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

**Датум: 07.09.2017.г.**

Предмет: Извештај комисије за оцену урађене докторске дисертације кандидата Уроша Љубобратовића, дипл. инж. шумарства

Одлуком Наставно-научног већа факултета од 28.06.2017. године именовани смо у Комисију за оцену урађене докторске дисертације под насловом "**Утицај порекла матица, густине насада и начина привикавања на концентровану храну на успех вештачког мреста, гајење ларви и млађи смуђа (*Sander lucioperca L., 1758*)**", кандидата Уроша Љубобратовића дипл. инж. шумарства. По проученој докторској дисертацији, подносимо следећи

## **ИЗВЕШТАЈ**

### **1. ОПШТИ ПОДАЦИ О ДИСЕРТАЦИЈИ**

Докторска дисертација Уроша Љубобратовића, дипл. инж. шумарства, написана је на 96 страна текста. Текст дисертације укључује 20 слика, 10 табела и 200 референци.

Испред основног текста написан је резиме и кључне речи на српском и енглеском језику. Дисертација се састоји од 9 основних поглавља: 1. Увод у оквиру кога је преглед литературе (стр. 1 - 16), 2. Циљеви и хипотезе (стр. 20 - 21), 3. Материјал и методе, подељени у 4 потпоглавља (стр. 22 - 42), 4. Резултати, подељени у 4 потпоглавља (стр. 43 - 58), 5. Дискусија, подељена у 4 потпоглавља (стр. 59 - 71), 6. Закључци (72 – 74), 7. Литература (стр. 75 - 90), 8. Биографија (стр. 91 - 92) и 9. Прилози са обавезним изјавама (стр. 93 - 96). .

### **2. ПРИКАЗ И АНАЛИЗА ДИСЕРТАЦИЈЕ**

**Увод.** Аквакултура је сектор производње хране у свету са најбржим растом. Упркос тој чињеници, европска аквакултура у протекле две деценије је у стагнацији. Један од начина да се овако стање у Европи унапреди је диверзификација - увођење нових врста у аквакултуру. Смуђ (*Sander lucioperca L., 1758*) је врста са релативно малим годишњим прометом, око 30 хиљада тона. Главни извор конзумног смуђа у промету (98%) је излов из отворених вода, који одликује тренд смањења у последње две деценије, што је условило повећање потражње за овом врстом. Управо су то главни разлози због кога је смуђ дефинисан као један од најважнијих кандидата за повећање разноврсности европске аквакултуре. Ради успостављања гајења нове врсте, неопходно је овладати технологијом гајења усклађеном са њеним биолошким циклусом. Стога, вештачки мрест, гајење ларви и млађи јесу основни истраживачки правци културе смуђа.

Програмом ових истраживања обухваћени су критични стадијуми производње смуђа: вештачки мрест, гајење ларви и гајење млађи. Са становишта репродукције сагледана је могућност коришћења гајених матица за вештачки мрест након зимовања у језерским условима. Тежиште истраживања при гајењу ларви је на испитивању њиховог

привикавања на концентровану храну. Гајење млађи је пре свега базирано на млађи старости један месец (месечњацима) одгајеним у језеру, где је кроз више експеримената испитан утицај густине насада, технике храњења и порекла млађи на успех навикавања на суву храну и делимично на даљи одгој.

Вештачки мрест матица смуђа гајених у рециркулационим аквакултурним системима (РАС) и индукција сазревања гонада у потпуно контролисаним условима описани су у свега неколико литературних извора, међутим комплетан протокол индукције мреста је још увек у развоју и није потпуно дефинисан. Индукција мреста у спољашњим условима риба гајених у РАС-у још није описана. Како је језерски полуинтензивни систем гајења најзаступљенији облик аквакултуре у земљама источне и централне Европе, могућност такве индукције је од изузетног значаја за стабилизацију производње насадног материјала.

Привикавање ларви смуђа на готове смеше концентрата обрађено је кроз свега две студије са основним циљем дефинисања оптималног момента за почетак адаптације на концентровану храну. У обе студије коришћена је стратегија привикавања на концентровану храну раније дефинисану за морске врсте.

Навикавање млађи смуђа из језерског (екстензивног) система гајења на концентровану храну објашњено је као алтернатива интензивној култури ларви са сврхом производње насадног материјала погодног за интензивни узгој. У том смислу, густина насада проучавана је од стране свега неколицине истраживача који су, уз различите технике храњења у процесу навикавања, дошли до различитих закључака. У стадијуму ларве, обогаћивање живе хране витамином Ц довело је до значајног унапређења перформанси, међутим, такав ефекат при навикавању млађи на концентровану храну није истражен. Коначно, утицај порекла матица на перформансе млађи у току навикавања на комплетне смеше концентрата и њихов даљи ток гајења није био предмет до сада изведених студија. Сходно прелиминарним резултатима наведеним за северноамеричког рођака смуђа, *Sander vitreus*, постоји основана индикација да би коришћење млађи пореклом од интензивно гајених матица довело до значајног унапређења производње.

**Циљеви и хипотезе.** Основни циљ истраживања обухваћених дисертацијом је да се кроз четири студије унапреди технологија узгоја млађи смуђа погодна за интензивни узгој у РАС-у. Прва студија је посвећена евалуацији репродуктивних перформанси матица смуђа произведених у РАС-у након зимовања у спољашњим језерским објектима. Битан задатак ове студије јесте да се евалуацијом неколико група параметара додатно опишу показатељи квалитета добијеног репродуктивног материјала. Друга студија има за циљ дефинисање оптималног протокола исхране ларви смуђа током промене начина исхране са живих науплиус ларви артемије на концентровану храну током културе ларви у РАС-у. Претпоставка је да ће различите стратегије преласка са живе на суву храну довести до значајних разлика у крајњем успеху културе ларви. Трећа студија има за циљ да проучи три важна фактора (повећање густине насада, обогаћивање живе хране витамином Ц, начин апликације суве хране) при навикавању језерски негованих месечњака смуђа на суву храну. С обзиром на претходне студије које су користиле различите начине апликације уз сличне објављене успехе овог периода гајења, претпоставка је да овај фактор од интереса неће имати значајан утицај на коначно преживљавање и проценат навикнутих младунаца на суву храну. Последња студија испитује утицај порекла млађи на успех навикавања на суву храну након језерског одгоја ларви као и на њен даљи одгој у

РАС-у. Хипотеза је да ће млађ пореклом од интензивно гајених матица испољити боље узгојне перформансе у односу на млађ пореклом од дивљих риба, те тиме указати на значај доместикације и потребу за успостављањем узгајивачких програма ради стабилизације индустријског узгоја смуђа у РАС-у.

**Материјал и методе.** Истраживања за потребе докторске дисертације изведена су у експерименталним системима Института за Рибарство и Аквакултуру NARIC HAKI, Сарваш, Мађарска у периоду од 2013. до 2016. године. Анализе квалитета воде рађене су у РАС-у као и у лабораторији за анализу воде ÖVKI Центра за анализу околине, Сарваш, Мађарска, стандарним методама. Са аспекта добробити животиња, целокупна процедура узгоја и манипулације рибом била је усклађена са писаним протоколом NARIC HAKI-ја и регулативом институтског етичког панела за животиње, који је успостављен у складу са законом Републике Мађарске (10/1999. I. 27.). Планирана истраживања у оквиру дисертације реализована су кроз више експеримената. Један експеримент био је посвећен успеху вештачког мреста интензивно одгајених матица компаративном анализом са дивљим матицама. Обе групе састављене су од шест женки и четири мужијака, а свака женка представљала је једно понављање третмана. Стратегије прилагођавања новим начинима исхране испитана је кроз једнофакторијални експеримент састављен од три репликације четири третмана међусобно различита по трајању и начину суплементације живе хране. Навикавање језерски одгајених младунаца на концентровану храну, и делимично њихов даљи узгој, испитиван је кроз реализацију три огледа. Најпре је испитан утицај густине насада на успех навикавања кроз три репликације три третмана са различитом почетном густином насада. Обогаћивању живе хране витамином Ц и утицају начина апликације формулисане хране током навикавања екстензивно одгајене млађи на концентровану храну посвећен је један експеримент састављен од два двогрупа поређења са истом контролом у оба поређења. Коначно, утицај порекла на гајење млађи испитан је кроз двоетапни експеримент. У првом делу испитан је успех навикавања млађи на концентровану храну у две групе млађи, пореклом од интензивно гајених, односно матица из отворених вода, док је у другој етапи оцењен успех гајења млађи привикнуте на концентровану храну кроз основне параметре прираста.

При дефинисању успеха мреста оцењено је неколико параметара: време латенције (период од хормонске индукције до овулације), гонадосоматски индекс, преживљавање ембриона, стопа изваљивања ларви и морталитет ларви у интензивним условима током прве недеље исхране. На крају, додатни параметар анализе је масно-киселински састав суве икре. Масно-киселински састав суве икре анализиран је путем капиларне гасне хроматографије. Метил естри масних киселина раздвојени су на капиларним колонама од стопљене силике. Идентификација метил естара масних киселина урађена је коришћењем примарних или секундарних стандарда. Узорци сувих јаја раздвојени су на неутралне и фосфолипидне фракције путем танкослојне хроматографије (TLC). Код експеримената са ларвама и млађи одгајеној у језеру, вршен је свакодневни мониторинг морталитета што је омогућило анализу морталитета, преживљавања и канибализма. Основни параметри прираста су такође анализирани. Основни параметри од интереса при експериментима са ларвама и млађу су извршени према раније објављеним студијама (Szkudlarek and Zakęś, 2002; Szkudlarek and Zakęś, 2007). Током експеримената температура воде и засићеност кисеоником праћени су свакодневно. Такође, приликом гајења ларви и млађи, два пута

недељно обављена је лабораторијска анализа основних параметара квалитета воде (рН, електропроводљивост, нитрати, нитрити и амонијак).

Расподела анализираних података испитана је кроз Колмогоров – Смирнов тест. При нормалној расподели у једнофакторијалним експериментима са више од два третмана, хомогеност варијанси оцењена је Левеновим тестом. Параметри нормалне расподеле и хомогених варијанси, анализирани су путем једносмерне анализе варијансе (АНОВА). У условима када је анализа варијансе показивала значајне разлике међу третманима, појединачне разлике анализирани су Данкановим тестом (Snedecor and Cochran, 1989). Променљиве изван нормалне расподеле и нехомогених варијанси анализирани су серијом Ман-Витни тестова. Утицај густине насада на успех навикавања на суву храну додатно је оцењен Пирсоновим коефицијентом корелације. Једнофакторијални експерименти са два третмана, анализирани су студентовим Т-тестом независних узорака, у случају нормалне расподеле, и Ман-Витни тестом у случају непознате расподеле. Сви тестови анализирани су на нивоу значајности  $p \leq 0.05$ . Статистичка анализа рађена је у програму СПСС 22.0 (Pallant and Manual, 2001).

**Резултати.** Резултати истраживања су презентовани у 4 потпоглавља:

У првом потпоглављу – студији *Евалуација репродуктивних перформанси матица смуђа узгојених у РАС-у након зимовања у спољашњим језерским објектима* нису уочене значајне разлике у квалитету репродуктивног материјала код RRF (риба узгајаних у РАС-у) и WCF (рибе дивљег порекла) иако је FOM индекс (средњи стадијум коначног сазревања овоцита) након 72 сата после апликације хормона у RRF групи био значајно виши. Само код параметра – време латенције, забележене су статистички значајно мање вредности у RRF групи. Када је у питању масно-киселински параметар састав јаја је сличан у обе анализирание групе. У погледу укупних масти, једина статистички значајна разлика уочена је у стеаринској киселини (C18:0), која је показала више вредности у јајима WCF.

У другом потпоглављу – студији *Утицај протокола исхране током преласка са живе на концентровану храну на раст и преживљавање ларви смуђа* констатовано је преживљавање по третманима од  $43,8 \pm 2,9$  %. Највиши забележен морталитет ларви смуђа ( $42,4 \pm 3,4$  %) нађен је у групи CF-19 (прихрана науплија артемије и сувом храном уз смањење датих науплија 25% дневно од 15 до 19 дана по ваљењу (ДПВ)) и SF-22 (дохрана артемијом као последњим дневним оброком од 15 до 22 ДПВ) третману ( $36,1 \pm 7,7$  %), док је најнижи забележен морталитет ( $19,9 \pm 1,2$  %) био у CF-22 (прихрана науплија артемије и сувом храном уз смањење датих науплија 14% дневно од 15 до 22 ДПВ) третману. У свим групама морталитет је био значајно виши током недеље транзиције хране у односу на наредну недељу. Значајно нижи степен канибализма забележен је у оба протокола исхране краће изложеним науплијама артемије у односу на оба протокола где је прелазак са живе на суву храну дуже трајао. Највећа коначна индивидуална маса ( $84,3 \pm 7,3$  mg), највиши прираст ( $22,2 \pm 0,6$  % дан<sup>-1</sup>) и највећи (у просеку дуго виши од осталих) принос ( $0,50 \pm 0,09$  g L<sup>-1</sup>) је забележена у третману CF-22.

У трећем потпоглављу – студији *Утицај густине насада, технике храњења и обогаћивања витамином Ц на навикавање на концентровану храну језерски гајених младунаца смуђа* добијени резултати Пирсоновог коефицијента корелације показали су снажну позитивну зависност између густине насада и успеха навикавања на концентровану храну ( $r^2 = 0,829$ ,  $p = 0,006$ ). При поређењу резултата техника храњења

током навикавања на суву храну, нису уочене значајне разлике у оцењеним параметрима између апликације суве хране механички, односно ручно. Параметар где је уочена највећа разлика је била специфична стопа раста, то јест нижа при ручном храњењу ( $3,4 \pm 0,1 \%$  дан<sup>-1</sup>) у односу на храњење хранилицом  $3,6 \pm 0,1 \%$  дан<sup>-1</sup> ( $p = 0,056$ ). На основу добијених резултата исхране ларви смуђа, нису уочене значајне разлике између третмана суплементације витамином Ц у односу на контролну групу.

У четвртном потпоглављу – *Утицај порекла родитеља смуђа на резултате потомства током навикавања на концентровану храну и интензивног узгоја произведене млађи* у огледу навикавања језерске гајене млађи на услове интензивног узгоја констатовано је да су знаци канибализма забележени код јувенилне групе пореклом од матица из културе, а што је условило значајно веће јединке у односу на већину популације. Током периода привикавања на концентровану храну, млађ од дивљих матица је испољила значајно више преживљавање и успех у привикавању, док је млађ од матица из културе испољила значајно вишу стопу раста, али у исто време и значајно виши канибализам. Насупрот томе, у периоду након навикавања на суву храну, значајно више преживљавање забележено је код млађи од матица из културе, док су канибализам и прираст били значајно виши код млађи пореклом од дивље рибе. У огледу *узгојне перформансе произведене млађи* током огледа узгоја произведене млађи навикнуте на услове РАС-а, рибе из културе су приказале значајно боље параметре раста у односу на јединке из дивље групе. Значајне разлике су уочене у крајњој маси, специфичној стопи раста у односу на јединке из дивље групе. Прираст групе из културе је био константно виши у односу на групу дивљих матица.

**Дискусија.** Дискусија је презентована у 4 потпоглавља:

У првом потпоглављу коришћењем најчешћих параметара нису уочене значајне разлике у квалитету репродуктивног материјала. Међутим, зимовање РАС матица у условима традиционалног екстензивног језерског рибарства јесте повољан начин за индукцију мреста ових риба, са главним нагласком у даљем унапређењу технологије на развој квалитетне хране за матична јата током узгоја у РАС-у.

У другом потпоглављу констатовано је да је транзиција исхране са живе на суву храну изузетно критичан период у интензивном одгоју ларви смуђа. Међутим, за разлику од претходних студија, испитивањем различитих стратегија исхране током овог периода указано је на то колико начин и трајање суплементације живом храном могу утицати на крајњи успех узгоја. Стога, иако је жива храна основни извор трошкова у интензивном узгоју ларви, од изузетног је значаја за коначан успех културе смуђа. Током транзиције исхране ларви канибализам може бити узрок високих губитака, што је у блиској вези са трајањем суплементације живом храном. У избору природне хране свакако је важна и чињеница да црволики организми као природна храна имају предности у односу на пливајући планктон.

У трећем потпоглављу добијени резултати указују да са повећањем густине насада расте и проценат млађи навикнуте на суву храну, што је од изузетног значаја за економичност производње. Суплементацијом живе хране обогаћене витамином Ц, показано је да би овај додаток исхрани могао да има значаја на успех навикавања. Међутим, иако су основни параметри узгоја били позитивно измењени у овом третману, статистички значајне разлике нису уочене, што је вероватно последица ниског успеха навикавања на концентровану храну. Када је у питању техника храњења, добијени

результати су показали да ручна апликација и пре свега чешћи сусрет рибе са човеком не резултује мањим коначним успехом. Међутим, нижи прираст и виши степен канибализма остварени су у ручно храњеној групи. Могуће објашњење за овакав исход јесте чешћа доступност пелета, а са тиме и узимање хране након навикавања дела риба на концентровану храну. Из тог разлога, механичка апликација хране би могла бити повољнија методологија храњења након елиминације удела природне хране у укупном obroку.

У четвртом поглављу, претпоставка да ће се млађ од екстензивно гајених матица слабије навикавати на концентровану храну од млађи пореклом од гајених матица није потврђена. Основни разлог за нижи успех навикавања на концентровану храну код млађи од гајених матица би могао бити виши канибализам током периода навикавања на суву храну. Сходно тренутном нивоу развоја технологије узгоја смуђа, овај резултат се у неку руку може сматрати и повољним за даље ширење ове културе. Наиме, тренутно је основна кочница даљем развоју интензивног узгоја смуђа нестабилна производња насадног материјала за РАС фарме средњег и високог капацитета.

У поглављу **Закључак** кандидат истиче да је основни циљ ове дисертације унапређење технологије производње млађи смуђа припремљене за интензиван узгој. Са четири студије у дисертацији су истраживани сви моменти овог производног процеса – вештачки мрест, интензиван узгој новоизваљених ларви, транзиција исхране ларви са живе на концентровану храну, навикавање екстензивно гајене месечне млађи на концентровану храну, као и почетни одгој у РАС-у млађи припремљене за интензиван узгој. Добијеним резултатима, њиховим дискутовањем и описима коришћене методологије, ова дисертација нуди круцијалне податке за почетак успостављања производње млађи смуђа, технологије која још није нашла своју нишу у аквакултури Србије, упркос постојању тржишта. Стога, најважнији исход ове дисертације јесте доступност података о интензивном узгоју млађи смуђа колегама рибоузгајивачке праксе заинтересованим за диверзификацију производње овом, још увек неприсутном врстом, у интензивном узгоју рибе у Србији. На крају, ова пионирска истраживања, иако обављена ван територије Србије, представљају потребан основ за почетак истраживања и унутар њених граница.

## **ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ**

На основу анализе докторске дисертације, Комисија сматра да су изабрана тема као и резултати овог оригиналног и самосталног научног дела актуелни и значајни за науку и праксу. Унапређена је технологија производње млађи смуђа кроз реализована истраживања главних сегмената производног процеса млађи: вештачки мрест, узгој новоизваљених ларви, транзицију исхране са живе на концентровану храну, навикавање екстензивно гајене месечне млађи на концентровану храну, као и почетни одгој у РАС-у млађи припремљене за интензиван узгој, што је и био главни циљ истраживања дисертације.

Програм дисертације представља јединствену целину. Хипотезе од којих је кандидат пошао су правилно постављене, коришћене методе су одговарајуће и савремене, тако да омогућују реално сагледавање значајности добијених резултата и реализацију

програмских задатака. Кандидат је својом дисертацијом у потпуности реализовао све што је предвиђено Пријавом докторске дисертације.

На основу свега изнетог, Комисија позитивно оцењује урађену докторску дисертацију под насловом **"Утицај порекла матица, густине насада и начина привикавања на концентровану храну на успех вештачког мреста, гајење ларви и млађи смуђа (*Sander lucioperca*, L. 1758)"**, кандидата Уроша Љубобратовића дипл. инж. шумарства и предлаже Научно-наставном већу Пољопривредног факултета, Универзитета у Београду, да прихвати ову оцену и омогући кандидату да докторску дисертацију под наведеним насловом јавно брани.

07.09.2017.год.

#### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

1. Др Зоран Марковић, редовни професор,  
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет  
УНО: Примењена зоологија и рибарство
2. Др Мирјана Ленхардт, научни саветник  
Универзитет у Београду, Институт за биолошка  
истраживања «Синиша Станковић»  
УНО: Биологија
3. Др Весна Полексић, редовни професор,  
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет  
УНО: Примењена зоологија и рибарство
4. Др Марко Станковић, доцент  
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет  
УНО: Примењена зоологија и рибарство
5. Др Божидар Рашковић, доцент  
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет  
УНО: Примењена зоологија и рибарство

**Прилог:**

Рад објављен у часопису са SCI листе

Ljubobratović, U., Kucska, B., Feledi, T., Poleksić, V., Marković, Z., Lenhardt, M., Peteri, A., Shivendra, K., Rónyai, A. (2015): Effect of weaning strategies on survival and growth of pikeperch, *Sander lucioperca*, larvae. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science 15: 327–333.