

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**A SZELÉN ÉS A MAGNÉZIUM ALKALMAZÁSA A VÖRÖS ÁRNYÉKHAL
(*SCIAENOPS OCELLATUS* L.) LÁRVA- ÉS IVADÉKNEVELÉSÉBEN**

Készítette:

Juhász Péter

doktorjelölt

Témavezetők:

Dr. Stündl László

egyetemi docens

Dr. Nagy Sándor Alex

egyetemi docens



DEBRECENI EGYETEM

Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2018

1. Bevezetés, célkitűzés

A halhús iránti kereslet folyamatosan növekszik világszinten, azonban ezt az igényt a tengerek és édesvizek – főként a túlhalászat következtében – csökkenő halállománya már egyre nehezebben tudja kielégíteni. E helyzet megoldására kizárólag a dinamikusan fejlődő akvakultúra képes, melyet jól szemléltet az, hogy az így előállított hal mennyisége évről-évre nagyobb részarányt képvisel a világ teljes haltermelésében. Az EU felismerve az akvakultúrában rejlő potenciált, a következő években jelentősen kívánja növelni az akvakultúrájának kibocsátását, melyhez – kedvező adottsági miatt – Magyarország is nagymértékben hozzájárulhat. Hazánk 2015-ben elfogadott Nemzeti Akvakultúra Stratégiai Terve 2023-ig 25%-ban határozta meg a magyar akvakultúras termelés növekedését. A kapacitásnövekedésre az egyik megoldás az új, intenzív rendszerű haltermelő üzemek létesítése lehet.

Az európai – és hazai – haltermelésben az utóbbi években számos próbálkozás történt egzotikus származású, nagy gazdasági potenciállal rendelkező halfajok termelésének meghonosítására. Figyelembe véve Magyarország jelentős termálvíz-kincsét, a nagy sótartalmú felszín alatti vizek kiválóan alkalmasak lehetnek az exportpiacon korlátlanul értékesíthető melegigényes tengeri, illetve tág sótűrésű halfajok termelésére is. A vörös árnyékhal (*Sciaenops ocellatus* L.) minden tulajdonságát tekintve kiválóan alkalmas az intenzív akvakultúrában való meghonosítására, azonban a magyarországi termelésben való megjelenéséhez szükség van a faj hazai körülményekhez igazodó ivadéknevelési- és takarmányozási technológiájának kidolgozására.

Előzőek alapján a doktori kutatásom során fő célom egy viszonylag egyszerűen előállítható, a halak egészségére, illetve termelési paramétereire pozitívan ható dúsított élőeleség és takarmány-adalék kifejlesztése volt, melyekkel a magyarországi körülmények között (is) biztonságosabbá tehető a vörös árnyékhal nevelése.

A halak ivadéknevelésénél rendkívül fontos szempont az elhullás alacsonyan tartása, mely eléréséhez megoldást kínálhat az élő- és granulált eleség szelénnel történő kiegészítése, mivel az így felvett nyomelem elősegítheti a halak egészségének fenntartását és nagyban hozzájárulhat a termelési paraméterek kedvező alakulásához. Ebből következően arra kerestük a választ, hogy megoldható-e a zooplankton és granulált keveréktakarmány szelénnel való kiegészítése, illetve az képes-e pozitívan befolyásolni a vörös árnyékhal lárvák és ivadék termelési paramétereit. A kísérletek értékelésekor a lárvák, illetve az ivadék számára optimális szelénmennyiséget is igyekeztünk meghatározni. Mivel a mikroelemek közül a szelénnél található a legkisebb határ az esszenciális szerepe és a toxicitása között, ezért a

vizsgálatokban fontosnak tartottuk a felhasznált szelénkészítmény (nanoméretű elemi szelén) toxikus hatásának vizsgálatát is.

A kísérletek során azzal a ténnyel szembesültünk, hogy a halak neveléséhez használt rendszervíz magnézium tartalma nem felelt meg maradéktalanul az árnyékhal szükségleteinek, így a megfelelő egészségi állapot fenntartásához folyamatos magnézium utánpótlásra volt szükség. A kristályos magnézium-klorid vízbe oldásával végzett makroelem-pótlást meglehetősen költségesnek és nehézkesnek találtuk, így arra is kíváncsi voltunk, hogy az árnyékhal ivadék magnézium-igénye kielégíthető-e a takarmány Mg-kiegészítésével.

2. Anyag és módszer

2.1. Az *Artemia* sp. dúsítása nanoszelénnel

A természetben élő zooplankton jóval több nyomelemet tartalmaz a mesterségesen keltetettnél, így a haltermelésben előnyös a hallárvak élőeleségét bizonyos mikroelemekkel dúsítani. Kísérletünkben az *Artemia* sp. nanoméretű elemi szelénnel való gazdagítását vizsgáltuk.

Az *Artemia* sp. petéket 24 óráig, 5 literes műanyag edényekben keltettük, melyekbe literenként 2 g petét helyeztünk. Az inkubáció alatt a 20g/liter só koncentrációjú víz hőmérsékletét folyamatosan 28 ± 1 °C fokon tartottuk, a levegőztetést porlasztóköveken keresztül biztosítottuk, a megvilágítás állandó volt. A keltetés végén az *Artemia* naupliusokat 150 µm-os planktonhálójával leszűrtük, majd elválasztottuk a peteburoktól, illetve ki nem kelt petéktől. A frissen kelt sórakokat 24 órás inkubációs idővel, a kontroll mellett 6 kezelésben (1 mg/l; 5mg/l; 10 mg/l; 50 mg/l; 100 mg/l; 500 mg/l), egyenként három ismételtesben dúsítottuk a nanoszelén-oldatban. A teljes szelénkoncentráció meghatározásához Hydrid Generation Atom Fluorescens Spektrofotometriai (HG-AFS) módszert használtunk.

2.2. Nanoszelénnel dúsított *Artemia* sp. vizsgálata vörös árnyékhal lárvával végzett etetési kísérletben

A kísérletet 15 db 40 literes különálló akváriumban végeztük (egységenként 70 db hal) véletlen blokk elrendezésben, melyekben az egyes kezelések (kontroll, 1 mg/l dúsítás, 5 mg/l dúsítás, 10 mg/l dúsítás, 50 mg/l dúsítás) három ismételtesben lettek beállítva. A halakat 15 ppt-s vízben tartottuk, melyben literenként 1 g analitikai tisztaságú magnézium-kloridot oldottunk fel, hogy a víz halak számára optimális 1:3 Ca-Mg arányát elérjük. Egyedi vízmelegítők segítségével a víz hőmérsékletét a kísérlet során végig $27 \pm 0,8$ °C –on tartottuk. A vizsgálat alatt a fotoperiódus 12 óra megvilágítás és 12 óra sötétség volt. A halak napi három alkalommal ad libitum kaptak élőeleséget. A kísérlet futamideje 9 nap volt, melyet követő 24 órás éheztetési periódus után történt a további vizsgálatokhoz szükséges mintavétel.

A különböző termelési paraméterek meghatározása az alábbi képletek alapján történt:

- Megmaradás (%): $S = (\text{lehalászott darabszám} / \text{kihelyezett daraszám}) \times 100$;
- Specifikus növekedési ütem (% / nap): $SGR = (\ln W_f - \ln W_i) / t \times 100$;

ahol W_f : lehalászáskor mért testtömeg (g),

W_i : kihelyezéskor mért testtömeg (g),

t: eltelt napok száma.

A hallárvák kondíciófaktorának kiszámítása WAKEMAN és RAMSEY (1985) szerint történt.

- Kondíció faktor: $K = W \times 100 / SL^3$

ahol W: nedves testtömeg (g),

SL: standard testhossz (cm).

Lehalászás után az egyes akváriumokból véletlenszerűen 5-5 db lárvát (15 db/kezelés) különítettünk el a morfológiai vizsgálatokhoz, mely során egyenként megmértük a halak testtömegét, illetve standard testhosszát.

Az glutathion-peroxidáz enzimaktivitási vizsgálatához az egyes akváriumokból 6-6 db mintát (18 db/kezelés) vettünk, melyeket a lehalászás után azonnal folyékony nitrogénbe helyeztünk, leállítva ezzel az életfolyamatokat. A glutathion-peroxidáz enzim aktivitásának meghatározását SEDLAK és LINDSAY (1968) módszerével végeztük.

- $E (\mu\text{mol/g/perc}) = A_k - A_m / \text{Mol. absz. Koefficiens} \times 10^6 / \text{összfehérje} \times 5 \times 10^3 / t$;

ahol A_k : kontroll

A_m : minta

Moláris abszorpciós koefficiens: 131000 (1/Mcm)

összfehérje: (g/l)

t: inkubációs idő, 10 perc

10^6 : váltószám mol és μmol mértékegységek között

5×10^3 : váltószám az eredetileg meghatározott összfehérje-koncentráció (g/l) és az assayben használt 200 μl térfogatú mintában lévő összfehérje-tartalom (g) között.

Az akkumulált szelén mennyiségének meghatározásához Hydrid Generation Atom Fluorescens Spektrofotometriai (HG-AFS) módszert használtunk.

2.3. Nanoszelénnel dúsított formázott takarmány etetésének vizsgálata előnevelt vörös árnyékhalakkal

A kereskedelembe kapható haltakarmányok mindegyike közel azonos mennyiségben tartalmaz szelént, azonban az egyes fajok szelén igénye eltérő.

A nanoszelén árnyékhal ivadéokra gyakorolt pozitív hatását is vizsgáltuk. A kísérleti takarmány előállításához egy kereskedelembe kapható, 42 % fehérjét és 22 % zsírt tartalmazó keveréktakarmányt használtunk fel, mely eredeti szelén tartalma az analitikai mérés alapján 0,46 mg/kg volt, szerves szelén (szeleno-metionin) formájában. Ezt porrá

daráltuk, majd nanoszelen szuszpenzióval dúsítottuk. A homogenizálást követően 5% víz hozzáadása mellett egy pelletáló gép segítségével 2,5 mm furatú matricán keresztül újraformáztuk. A kísérletben használt vörös árnyékhalakat szoktatás céljából a kísérlet kezdete előtt egy héttel kihelyeztük az 1,7 m³ víztérfogatú ivadék- és lárvanevelő recirkulációs rendszerbe (18 db, egyenként 70 liter térfogatú körmedence). Az átlagosan $3,5 \pm 0,1$ g tömegű halakból 540 darabot telepítettünk (30 db hal/kád). A kontroll mellett 5 kezelést (1 mg/kg Se, 1,5 mg/kg Se, 2,5 mg/kg Se, 5,5 mg/kg Se, 10,5 mg/kg Se) állítottunk be három ismétlésben. A 8 hét futamidejű kísérlet alatt az 5 ppt sótartalmú víz hőmérsékletét folyamatosan $25 \pm 1^\circ\text{C}$ –on tartottuk a puffer tartályban elhelyezett elektromos fűtők segítségével. A folyamatos levegőztetést központi légbefúvó használatával, porlasztóköveken keresztül biztosítottuk. A fotoperiódus 12 óra világos és 12 óra sötét volt. A takarmányozás étvágy szerint történt, napi 4 alkalommal, a keveréktakarmány fogyasztását a takarmányértékesítési mutatók számításához folyamatosan regisztráltuk.

A növekedés pontos nyomon követésére hetente egy alkalommal minden egyedet 0,1 g pontossággal digitális mérlegen lemértünk, az elpusztult egyedeket naponta regisztráltuk.

A termelési paraméterek számítása a következő képletek alapján történt:

- Megmaradás (%): $S = (\text{lehalászott darabszám} / \text{kihelyezett daraszám}) \times 100$

- Takarmányértékesítés (g/g): $\text{FCR} = F / (W_f - W_0)$

ahol F: a takarmány összes tömege (g)

W_0 : kezdeti testtömeg (g)

W_f : záró összes testtömeg (g).

- Specifikus növekedési ütem (% / nap): $\text{SGR} = (\ln W_f - \ln W_0) / t \times 100$

ahol W_f : lehalászáskor mért testtömeg (g)

W_0 : kihelyezéskor mért testtömeg (g)

t: eltelt napok száma

- Testtömeg gyarapodás (%): $\text{WG} = (W_f - W_0) / W_0 \times 100$

ahol: W_f : lehalászáskor mért testtömeg (g)

W_0 : kihelyezéskor mért testtömeg.

Az ivadék emésztőrendszerének kiürülése érdekében alkalmazott 24 órás éheztetést követően a szelénanalízishez minden medencéből 4-4 db halat halásztunk le. Ezt követően a halak máját, szemét, illetve a filéjét eltávolítottuk, mivel ezek külön kerültek vizsgálatra. A mintákat a roncsolás megkezdéséig mélyfagyasztva ($< -30^\circ\text{C}$) tároltuk.

A teljes szelénkoncentráció meghatározásához Hydrid Generation Atom Fluorescens Spektrofotometriai (HG-AFS) módszert használtunk.

A szabad zsírsav meghatározásához kádanként 3-3 db mintát vettünk, melyeket mélyfagyasztva ($< -30\text{ }^{\circ}\text{C}$) tároltuk az analízisig. A vizsgálat során az összes-zsír mennyiségének meghatározása extrahálással, a szabad zsírsavak analízise pedig folyadékkromatográfiás módszerrel (HPLC) történt.

2.4. Magnéziummal kiegészített formázott takarmány vizsgálata vörös árnyékhal ivadékkal végzett etetési kísérletben

A vizsgálatokhoz használt víz nem tartalmazott a vörös árnyékhalak számára elegendő mennyiségű magnéziumot (Ca^{2+} : 150,02 mg/l, Mg^{2+} : 147,7 mg/l), így a kísérletünkben azt megpróbáltuk a takarmánnyal együtt pótolni. A takarmány alapkeverékét saját receptúra alapján többféle összetevő homogenizálásával állítottuk össze, majd azt síkágys pelletáló gépen 2,5 mm-es furatú matricán keresztül granuláltunk. Az alapkeverék elemanalízise alapján megállapítottuk, hogy a kontroll keveréktakarmány egy kg-ja $254,73 \pm 14,21$ mg magnéziumot tartalmazott, melyet a könnyebb számolhatóságért a továbbiakban csak 250 mg-nak jelöltük. A keveréktakarmány magnézium dúsításához kristályvizes magnézium-kloridot ($\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$) használtunk, mellyel a következő kezeléseket állítottuk be három ismételtsben: 100, 200, 300, 400 mg Mg/kg.

A kísérlet kezdete előtt 1 héttel a kísérleti állományt szoktatás céljából kihelyeztük az $1,7\text{ m}^3$ víztérfogatú ivadék- és lárvanevelő recirkulációs rendszerbe (15 db, egyenként 70 liter térfogatú körmedencébe). Az átlagosan $14,56 \pm 0,30$ g tömegű halakból 225 darabot telepítettünk (15 db hal/kád). A 8 hetes futamidejű kísérlet alatt a víz hőmérsékletét folyamatosan $25 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ között tartottuk a kádakban elhelyezett elektromos fűtőkkel, a sótartalmat 5 ppt-re állítottuk be. A folyamatos levegőztetést központi légbefúvó segítségével, porlasztóköveken keresztül biztosítottuk. A fotoperiódus 12 óra világos és 12 óra sötétség volt. A takarmányozás étvágy szerint történt, napi 4 alkalommal, a takarmány fogyását és az elhullásokat folyamatosan regisztráltuk.

A vizsgált mutatókat (K-faktor, S, SGR, FCR, WG) a korábban bemutatott számítási módszerek alapján kaptuk meg. Az FCR hetenként került kiszámításra, az elfogyasztott takarmány alapján, a pusztulások figyelembevételével. A takarmányértékesítés számításakor – az egyes kezeléseknél tapasztalt nagyfokú pusztulás miatt – hetente korrigáltuk a biomasszát az elpusztult egyedek tömegével (LI és ROBISON, 2012).

Az elemanalízishez minden kádból véletlenszerűen 3-3 halat fogtunk ki, melyeknek eltávolítottuk a gerincét és a filéjét, és ICP-MS módszerrel határoztuk meg a gerinc és a halfilé magnézium tartalmát.

2.5. Statisztikai vizsgálat

Az adatok statisztikai értékelését Microsoft Excel 2013, illetve SPSS for Windows 20.0 programok segítségével végeztük. Az eredményeket egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA) értékeltük. A vizsgált tényezők közötti kapcsolatok megállapításához Pearson-féle korrelációt számítottunk, emellett regresszióanalízis számítást is végeztünk.

3. Eredmények és értékelése

3.1. Az *Artemia* sp. dúsítása nanoszelénnel

Az 500 mg/l-es dózisban a 24 órás dúsítási periódus végére az összes sórák elpusztult, mivel a szelén ebben a koncentrációban már egyértelműen toxikus volt az *Artemia* számára, így a továbbiakban ezt a kezelést nem alkalmaztuk. A variancia-analízis a Se dúsítás szignifikáns hatását kiválóan bizonyította, ugyanis a zooplanktonban akkumulált nyomelem koncentrációjában minden kezelés között találtunk statisztikailag is igazolható különbséget ($p < 0,05$). Érdekes megfigyelés, hogy a legnagyobb elem-akkumulációt az 50 mg/l-es kezelésben tapasztaltuk, a legnagyobb dúsításnál (100 mg/l) már erőteljes csökkenést jelentkezett. Valószínűleg a 100 mg/l-es koncentráció az 500 mg/l-es kezeléshez hasonlóan toxikus hatással bírt a zooplankton számára, azonban a mérgező hatás nem volt olyan erős hogy a sórák elpusztuljanak a 24 órás dúsítás alatt, azonban az aktivitásuk jelentősen lecsökkent, így nem történt meg a várt szelén-akkumuláció.

1. táblázat

A kezelések hatása az *Artemia* sp. Se akkumulációjára a 24 órás dúsítási periódus végén

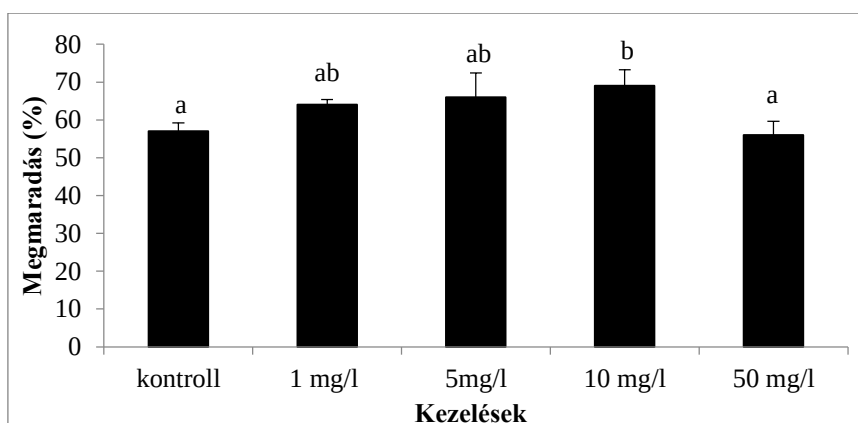
Kezelés (mg/l)	Se (mg/kg sz.a.)	szórás	
0	0,0002 ^a	±	0,000
1	0,670 ^b	±	0,002
5	3,788 ^c	±	0,055
10	6,340 ^d	±	0,037
50	26,914 ^e	±	0,153
100	4,740 ^f	±	0,066
500	-		-

Az oszlopokban eltérő betűvel jelölt eredmények között szignifikáns különbség található ($p < 0,05$)

3.2. Nanoszelénnel dúsított *Artemia* sp. vizsgálata vörös árnyékhal lárvával végzett etetési kísérletben

A növekvő dózisú nanoszelént tartalmazó *Artemia* sp etetésének hatására javult a lárvák életképessége, azonban a kontroll csoporttól csak a 10 mg/l koncentrációjú kezelés különbözött szignifikánsan, ahol 69 %-os megmaradást tapasztaltunk. A 10 mg/l-nél nagyobb mennyiségben alkalmazott nanoszelén már negatív hatással volt a lárvák egészségi állapotára. Az élőeleség nanoszelén-kiegészítése a testtömeg gyarapodást is kedvezően befolyásolta. A

kontroll csoportnál az átlagos testtömeg 0,095 g volt. Az 5 mg/l-es dóziséig (átlagtömeg: 0,140 g) növekvő tendenciát figyelhettünk meg a testtömegek alakulásában, azonban statisztikailag is igazolható különbség csak a kontroll és az 5 mg/l-es kezelés között volt kimutatható. Az 50 mg/l-es csoportban már jelentős csökkenést tapasztaltunk, így kijelenthető, hogy ez a koncentráció toxikus volt a lárvák számára.



1. ábra: A vörös árnyékhal (*Sciaenops ocellatus*) lárvák megmaradása (%)

Az eltérő betűvel jelölt eredmények között szignifikáns különbség van (Tukey HSD, $p < 0,05$)

2. táblázat

A nanoszelénnel dúsított élőeleség hatása a vörös árnyékhal (*Sciaenops ocellatus*) lárvák növekedési mutatóira

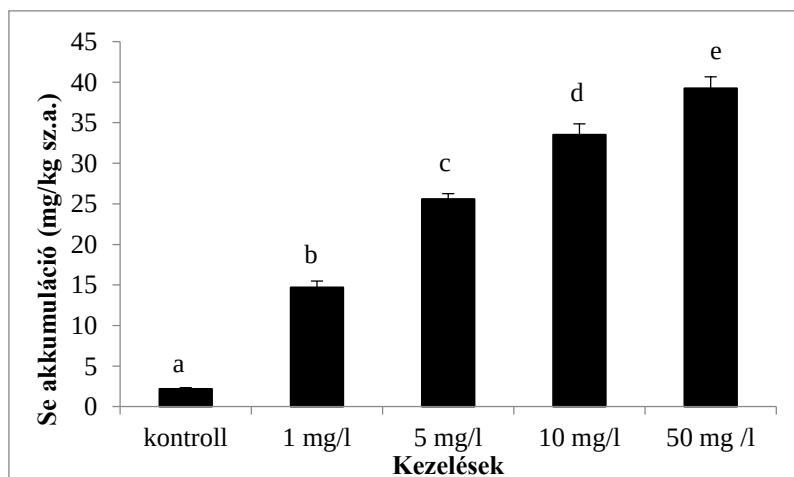
Kezelések	Tömeg (W) (g)	szórás	Standard hossz (SL) (mm)	szórás	K faktor	szórás	SGR (%)	szórás
kontroll	0,095 ^{ab}	± 0,005	16,7 ^{ab}	± 0,5	2,03 ^{NS}	± 0,29	20,22 ^a	± 0,64
1 mg/l	0,117 ^a	± 0,007	17,3 ^{ab}	± 0,1	2,30 ^{NS}	± 0,20	22,29 ^{ab}	± 0,86
5 mg/l	0,140 ^a	± 0,018	18,9 ^a	± 0,8	2,07 ^{NS}	± 0,12	24,52 ^b	± 1,56
10 mg/l	0,106 ^{ab}	± 0,034	17,0 ^{ab}	± 2,1	2,12 ^{NS}	± 0,11	22,34 ^{ab}	± 1,98
50 mg/l	0,058 ^b	± 0,006	14,6 ^b	± 0,2	1,78 ^{NS}	± 0,26	15,77 ^e	± 1,24

Az eltérő betűvel jelölt eredmények között szignifikáns különbség van az azonos oszlopokon belül (Tukey HSD, $p < 0,05$); NS = nem szignifikáns

A hallárvák testhossza kezeléstől függően 14,6 mm (50 mg/l) és 18,9 mm (5 mg/l) között változott, mely két érték között szignifikáns különbséget kaptunk. A testhossz tekintetében is – a testtömegekhez hasonlóan – az 5 mg/l kezelést találtuk a legjobbnak, és az 50 mg/l-es volt

a legrosszabb, ami a túlzott szelén-bevitel toxikus hatásának tudható be. Az élőeleség szelén kiegészítésének hatására a vörös árnyékhal lárvák specifikus növekedési üteme (SGR) javult, a legkedvezőbb SGR-t az 5 mg/l kezelésnél (24,52 %) tapasztaltuk, amely szignifikánsan jobbnak bizonyult, mint a kontroll kezelésnél kapott érték (20,22 %). Az 5 mg/l –nél nagyobb dózisban alkalmazott Se hatására az SGR lényegesen romlott, az 50 mg/l-es kezelés (15,77 %) már negatív hatással volt a lárvák számára. A kondíciófaktor (K) értékeiben is az előző két mutatóhoz hasonló tendenciát állapítottunk meg, azonban statisztikailag nem tudtuk bizonyítani az eleség szelén-kiegészítésének pozitív vagy negatív hatását. A glutathion-peroxidáz enzim aktivitásánál sem találtunk statisztikailag is igazolható különbségek a kezelések között.

A lárvák által akkumulált szelén 2,19 (kontroll) és 39,24 mg/kg (50 mg Se/l) között változott. Minden kezelés között statisztikailag igazolható különbséget állapítottunk meg, mely igazolta, hogy a nanoszelénnel dúsított élőeleségből a szelént sikeresen felvették a vörös árnyékhal lárvák.



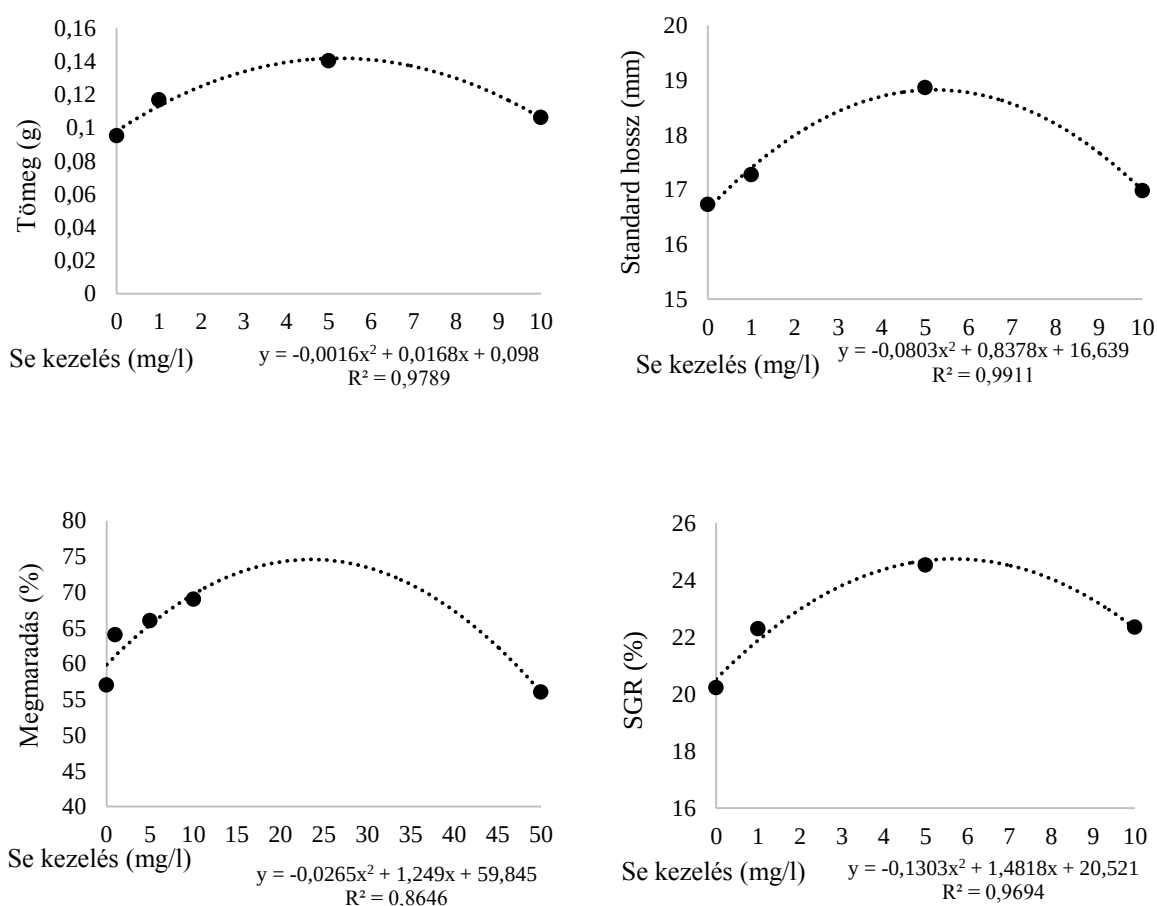
2. ábra: A vörös árnyékhal (*Sciaenops ocellatus*) lárvák szelén-akkumulációja

Az eltérő betűvel jelölt eredmények között szignifikáns különbség van (Tukey HSD $p < 0,05$)

Összefüggés vizsgálatokat is végeztünk a kezelések és az egyes mért paraméterek között, amely szerint a hallárvák testtömege és megmaradása között pozitív közepes ($r=0,578$) kapcsolatot találtunk, azaz a nagyobb testtömeg kedvezőbb egészségi állapotot, ezáltal jobb megmaradást eredményezett. Az SGR minden vizsgált tényezővel pozitív kapcsolatban állt. A növekedési ütem szoros összefüggést mutatott a hallárvák megmaradásával ($r=0,782$), a tömegével ($r=0,863$) és a testhosszával ($r=0,792$), valamint közepes erősségű összefüggés volt az SGR és a kondíció faktor ($r=0,610$), valamint glutathion-peroxidáz enzimaktivitás ($r=0,532$) között. Szoros, pozitív irányú ($r=0,765$) kapcsolatot kaptunk az Artemiában

akkumulált szelén mennyisége és a lárva által akkumulált szelén mennyisége között, amely kiválóan bizonyítja, hogy a nyomelem a sórakokból beépült a lárvák szervezetébe.

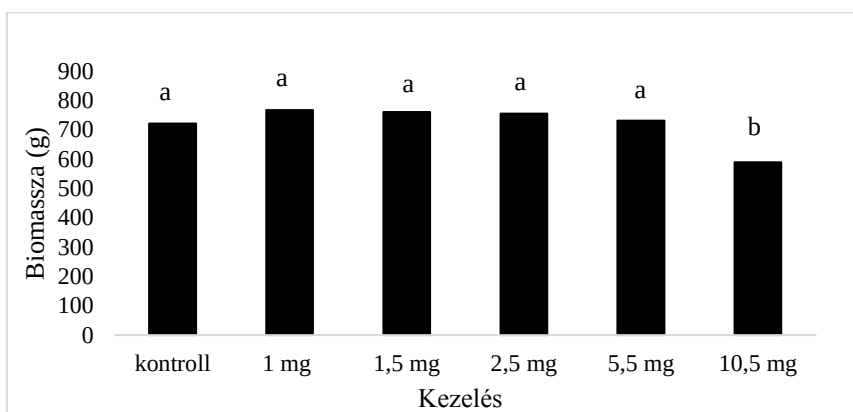
A kísérlet eredményeinek értékelésekor arra is kerestük a választ, hogy megállapítható-e a rendelkezésre álló adatokból a vörös árnyékhal lárvák számára optimális nanoszelén mennyiség, melynek számításához regresszióanalízist végeztünk. A trendfüggvények illeszkedése alapján igen szoros összefüggést kaptunk a vizsgált paraméterek és a szelén alkalmazása között (tömeg: $R^2=0,9789$; standard hossz: $R^2=0,9911$; SGR: $R^2=0,9694$). A trendfüggvények egyenletéből deriválás segítségével kiszámítottuk azt a Se mennyiséget, ahol a függvény kulminál. Ez a testtömegnél 5,25 mg/l-nél, a testhossznál 5,22 mg/l-nél, az SGR értéknél 5,69 mg/l-nél mutatta a maximumot. A trendfüggvények illeszkedése szoros kapcsolatot mutatott a megmaradás és a szelén kezelések között ($R^2=0,8646$) is.



3. ábra: A lárvák szelén-optimumának meghatározása

3.3. Nanoszelénnel dúsított formázott takarmány etetésének vizsgálata előnevelt vörös árnyékhalakkal

A 10,5 mg/kg-os kezelésben a halak átlagtömege jelentősen kisebb volt, mint a kontroll csoportban, mely vélhetően a szelén toxikus hatásának tudható be. Az ivadék biomasszájának vizsgálatakor is statisztikailag kisebb értéket kaptunk a 10,5 mg Se/kg-os kezelésnél (589 g), amíg a többi kezelés biomasszája a kontrolléhoz hasonlóan alakult (722-767 g). A megmaradás a nanoszelén kiegészítés hatására az 1; 1,5; 2,5; és az 5,5 mg/kg-os kezelésben igazolhatóan jobb volt, mint a kontroll ($90 \pm 0 \%$) és a 10,5 mg/kg-os csoportnál ($85 \pm 2 \%$), ugyanakkor a többi csoport között érdemi különbség nem volt. Kannibalizmust, jelentős szétnövést egyik kezelésnél sem tapasztaltunk.



4. ábra: A nanoszelén kiegészítés hatása a vörös árnyékhal biomasszájára

Az eltérő betűvel jelölt eredmények között szignifikáns különbség van (Tukey HSD, $p < 0,05$)

A specifikus növekedési ütem (SGR) csökkenő tendenciát mutatott a takarmány növekvő dózisú szelén-kiegészítésének hatására. A 10,5 mg/kg-os kezelésnél ez az érték 3,43 % volt, mely statisztikailag igazolhatóan rosszabb volt, mint a kontrollnál számított (3,7 %). A kísérlet során az ivadék takarmányértékesítése (FCR) nagyon kedvezően alakult, az értéke 0,77–0,90 g/g között változott a kezeléstől függően. A 10,5 mg/kg-os dózisonál számolt FCR statisztikailag igazolhatóan is különbözött a kontrolltól – és az összes többi kezeléstől –, mely a kezelés szelén dózisának toxikusságára enged következtetni. A legjobb takarmányértékesítést az 1,5 és a 2,5 mg/kg –os csoportnál kaptuk. A nanoszelénnel dúsított takarmány etetése azonban az ivadék testtömeg-gyarapodására (WG) nem volt igazolható hatással. A rendszervíz szelén-tartalmát a kísérlet alatt folyamatosan monitoroztuk, azonban az nem mutatott mérhető változást, tehát kijelenthető, hogy az egyes kezelések között keresztszennyezés nem történt, így a kapott eredmények a keveréktakarmány különböző szeléntartalmának köszönhetőek.

Kíváncsiak voltunk arra, hogy az ivadék egyes szerveiben mennyi szelén halmozódott fel, ezért megvizsgáltuk a halak máját, húsát és szemét. A halak szerveiben nem egyenletesen került tárolásra a szelén, legtöbbet a májban mértük (kezeléstől függően 3,38-14,37 mg/kg), ennél lényegesen kevesebb volt mérhető a szemben, míg a mikroelem legkisebb mennyiségben a halhúsban halmozódott fel.

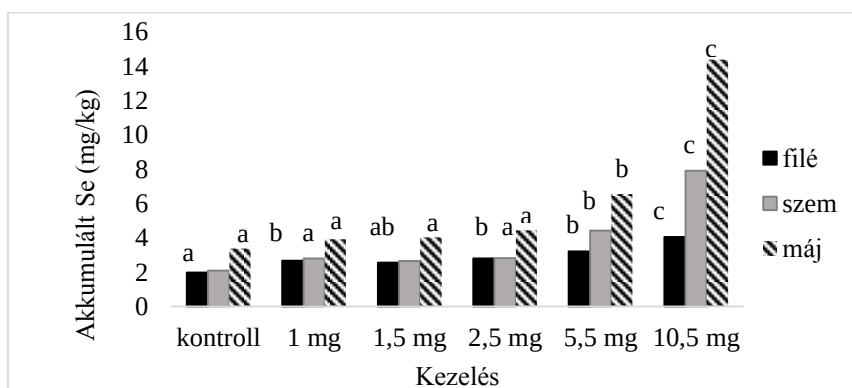
3. táblázat

Növekedési és takarmányértékesítési mutatók, illetve a megmaradás vizsgálata

Kezelések	SGR (%)	szórás	FCR (g/g)	szórás	WG (%)	szórás	S (%)	szórás
kontroll	3,70 ^a	±0,16	0,80 ^a	±0,04	665 ^{NS}	±66	90 ^a	±0
1 mg Se/kg	3,64 ^{ab}	±0,09	0,79 ^a	±0,06	638 ^{NS}	±36	98 ^b	±2
1,5 mg Se/kg	3,67 ^{ab}	±0,08	0,77 ^a	±0,04	653 ^{NS}	±35	97 ^b	±5
2,5 mg Se/kg	3,65 ^{ab}	±0,07	0,77 ^a	±0,01	645 ^{NS}	±28	98 ^b	±2
5,5 mg Se/kg	3,63 ^{ab}	±0,12	0,82 ^a	±0,01	635 ^{NS}	±50	97 ^b	±5
10,5 mg Se/kg	3,43 ^b	±0,22	0,90 ^b	±0,08	559 ^{NS}	±80	85 ^a	±2

Az azonos oszlopokban az eltérő betűvel jelölt eredmények között szignifikáns különbség van (Tukey HSD, $p < 0,05$) NS= nem szignifikáns

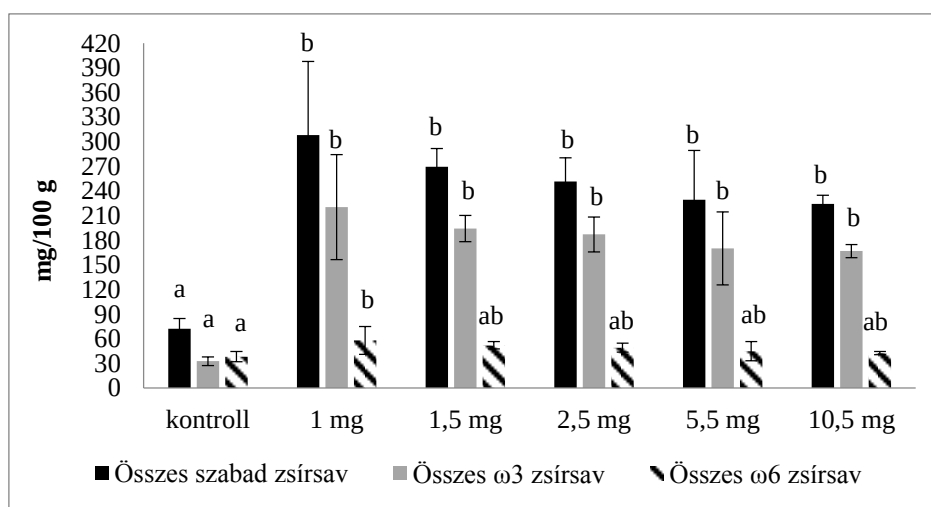
Itt valószínűleg csak az a szelén volt található, ami más szervekben már nem tudott raktározódni. A máj, mint fontos raktározó szerv, a kontroll esetén 171 %-kal, a 10,5 mg Se/kg-os kezelésnél 356 %-kal több szelént raktározott, mint a filé. A szemből mért értékek is a májéhoz hasonló tendenciát mutattak, azonban az itt tárolt nyomelem mennyisége lényegesen kevesebb volt, 2,09-7,91 mg/kg között változott. A filénél a legtöbb szelént a 10,5 mg/kg-os csoportnál mértük, mely statisztikailag igazolhatóan nagyobb volt, mint a többi kezelésnél mért érték.



5. ábra: A kezelések hatására bekövetkező szelén akkumuláció a vörös árnyékhal különböző szerveiben

Az azonos adatsorhoz tartozó oszlopok közötti szignifikáns eltérést eltérő betűvel jelöltük (Tukey HSD, $p < 0,05$)

A szabad zsírsavak a szelénhez hasonlóan a szervezet antioxidáns rendszerében vesznek részt, ezért a kísérlet végén megvizsgáltuk, hogy az egyes kezelések hatására megváltozott-e a halakban a szabad zsírsavak mennyisége. A kontrollhoz (72 mg/100 g) képest az összes kezelésben statisztikailag igazolhatóan nagyobb értéket mértünk, a legtöbb szabad zsírsav az 1 mg/kg-os csoportban (308,1 mg/100 g) volt. Nőtt az $\omega 3$ - és $\omega 6$ csoportba tartozó zsírsavak mennyisége is, valamint a szelén kiegészítés hatására az $\omega 3$ - és az $\omega 6$ zsírsavak kontrollban tapasztalt közel azonos aránya is eltolódott, az összes szabad zsírsav 71,5-74,4 %-át az $\omega 3$ zsírsav tette ki.

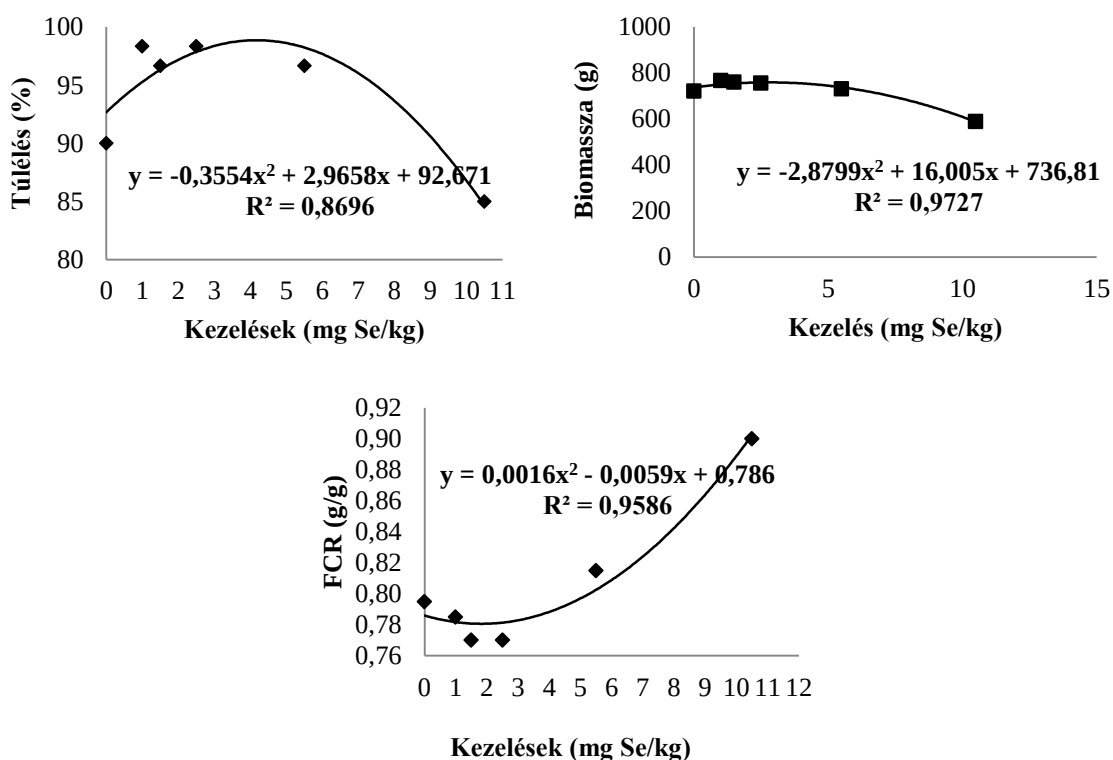


6. ábra: Az ivadék összes szabad zsírsav-tartalma, illetve a szabadzsírsavban található $\omega 3$ - és $\omega 6$ zsírsavak mennyisége

Az azonos adatsorhoz tartozó oszlopok közötti szignifikáns eltérést eltérő betűvel jelöltük (Tukey HSD, $p < 0,05$)

A vörös árnyékhal ivadéknevelésénél szükséges optimális szelénmennyiség meghatározásához regresszió számítást végeztünk bizonyos termelési mutatókra. A kísérletben számított értékekre polinom függvényeket illesztettünk, majd a trendvonal kulminációjánál megkaptuk az adott paraméter szerinti legjobb szelén-szintet. Az ivadék megmaradása szignifikánsan jobbnak bizonyult az 5,5 mg/kg -os kezelésig a kontrollhoz képest. A trendfüggvény illeszkedése alapján igen szoros összefüggés volt a túlélési arány és a takarmány szelén kiegészítése között ($R^2 = 0,8696$). Az egyenletből kiszámítottuk azt a Se mennyiséget, ahol a függvény eléri a maximumát. Ez a túlélésnél 4,2 mg/kg-nál volt, ennek alapján az ivadék megmaradására a keveréktakarmány nagyobb szeléntartalma már negatív hatással bírt.

A takarmány nanoszelénnel történő kiegészítése pozitív hatással volt a takarmányértékesítésre, azonban a 10,5 mg/kg dózisonál számolt FCR értékei már jelentősen romlottak. A legjobb takarmányértékesítést az 1,5 és a 2,5 mg/kg-os csoportnál kaptuk, azonban a polinom függvény segítségével pontosan meg tudtuk határozni a takarmány optimális szelén-tartalmát. A legkisebb FCR-t az 1,8 mg/kg-nál számoltuk, az ennél több nyomelem már rontotta az értékeket. A biomassza értékek a kontrollhoz képest nagyobbak voltak az 5,5 mg/kg kezelésig, azonban a 10,5 mg Se/kg dózis már ennél a mutatónál is toxikusnak bizonyult. A trendfüggvény illeszkedése szerint igen szoros összefüggés volt a biomassza mennyisége és a szelén alkalmazása között ($R^2 = 0,9727$), az egyenlet alapján a keveréktakarmány 2,8 mg/kg-os kiegészítésénél kaptuk a legnagyobb biomassza mennyiséget.



7. ábra: Az ivadék számára optimális szelén-dózis meghatározása

Az összefüggés vizsgálatok alapján a májban, filében és a szemben felhalmozott Se negatív közepes, illetve negatív szoros kapcsolatban állt a testtömeg gyarapodással. A túlélés és a máj ($r = -0,685$), valamint a szem Se tartalma ($r = -0,648$) között is közepes erősségű, ellentétes irányú kapcsolatot találtunk. Az FCR és a szervek Se tartalma között pozitív közepes és erős összefüggést tudtunk kimutatni, azaz minél több volt az akkumulált nyomelem, a takarmányértékesítés romlott. A halak specifikus növekedési üteme (SGR) is közepes-erős összefüggésben volt a különböző szervekben felhalmozott Se-nel, előjelük minden esetben

negatív volt. A WG-nél is hasonló tendenciát tapasztaltunk (máj Se tartalma és a WG között $r = -0,662$; szem Se tartalma és a WG között $r = -0,703$; filé Se tartalma és a WG között $r = -0,695$).

4. táblázat

Az ivadék termelési paraméterei és az egyes szervekben akkumulált szelén közötti összefüggések vizsgálata Pearson-féle korrelációval

Vizsgált tényezők	máj Se tartalma	szem Se tartalma	filé Se tartalma
Testtömeg gyarapodás	-0,652(**)	-0,704(**)	-0,690(**)
Biomassza	-0,800(**)	-0,811(**)	-0,599(**)
Túlélés	-0,685(**)	-0,648(**)	-0,295 (NS)
FCR	0,761(**)	0,797(**)	0,574(*)
SGR	-0,671(**)	-0,710(**)	-0,692(**)
WG	-0,662(**)	-0,703(**)	-0,695(**)
máj Se tartalma		0,988(**)	0,886(**)
szem Se tartalma			0,898(**)

(**) A korreláció szignifikáns SZD $_{1\%}$ -os szinten

(*) A korreláció szignifikáns SZD $_{5\%}$ -os szinten

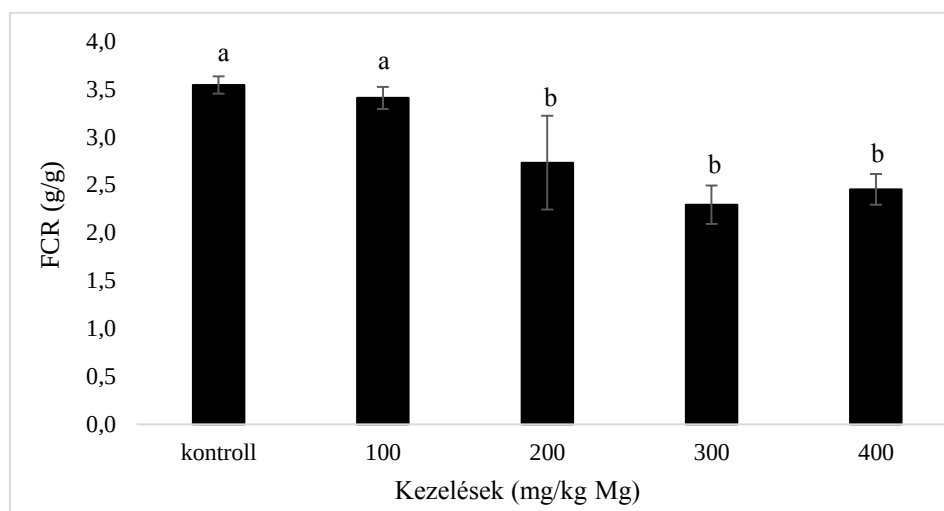
(NS) Nem szignifikáns

Fentiek alapján bizonyítani tudtuk a halak egyes szerveiben felhalmozott nyomelem mennyiségének az ivadék termelési paraméterekre gyakorolt közvetlen hatását, az eredmények szerint az előnevelt ivadék szelén-szükségletét nagyrészt fedezte a takarmány gyári szelén tartalma.

3.4. Magnéziummal kiegészített formázott takarmány vizsgálata vörös árnyékhal ivadékkal végzett etetési kísérletben

A legnagyobb átlagtömeget a 200 mg/kg-os kezelésnél kaptuk ($42,06 \pm 8,15$ g), míg a legkisebb a 400 mg/kg-os csoport ivadékainál volt ($31,53 \pm 7,90$ g), azonban még e két kezelés között sem tudunk statisztikailag igazolható különbséget kimutatni. A heti mérések alkalmával kapott átlagtömegek között sem találtunk jelentős különbséget, az egyes kezelések átlagtömege a 8. hét végére is viszonylagos egyezőséget mutatott. A halak kondíciófaktorának (K) vizsgálatakor sem találtunk szignifikáns különbségeket az egyes kezelések között, azonban a kontrollhoz képest (2,36) – a 400 mg/kg-os kezelés kivételével – mindegyik csoportnál számított K faktor nagyobb volt. A legkedvezőbb kondíciója a 200 mg/kg-os kezelés (2,76) halainak volt, azonban statisztikailag nem különbözött a többitől. A specifikus növekedési ütemben (SGR) nem kaptunk jelentős különbségeket az egyes csoportokban

(1,34-1,70 %/nap). Az ivadék SGR-je a kontrolltól a 200 mg/kg kezelésig növekedett, majd a 300 és 400 mg/kg-os kezelésnél csökkenő tendenciát tapasztaltunk. A takarmányértékesítés (FCR) értéke $2,29 \pm 0,20$ g/g és $3,54 \pm 0,09$ g/g között változott kezeléstől függően. A kontrollhoz és a 100 mg/kg-os csoporthoz képest a 200, 300 és a 400 mg/kg-os kezelés értékei igazolhatóan jobbnak bizonyultak. A legjobb takarmányértékesítést ($2,29 \pm 0,20$ g/g) a 300 mg/kg-os csoportban kaptuk.



8. ábra: A kezelések hatása a vörös árnyékhalak takarmányértékesítésére

Az eltérő betűvel jelölt eredmények között szignifikáns különbség van (Tukey HSD $p < 0,05$)

Fontos megjegyezni, hogy a kísérlet során egy saját magunk által összeállított takarmányt használtunk, mely beltartalmi paraméterei jelentősen elmaradtak a professzionális, kereskedelemben kapható keveréktakarmányokétól, így ezzel magyarázható a hasonló kísérelteknél „megszokott” 0,9 – 1,5 közötti értékeknél rosszabb takarmányértékesítés. A halak megmaradást vizsgálva megállapítható, hogy a kontrollhoz képest minden más csoportban jobb volt a túlélés, azonban ezt statisztikailag nem tudtuk igazolni. A legtöbb halat a 300 mg/kg-os kezelésből halásztuk le, (73 ± 13 %), ami jelentősen jobb volt, mint a kontrollnál tapasztalt (47 ± 18 %). A halak testtömeg-gyarapodása (WG) a kontrolltól a 200 mg/kg kezelésig növekedett, ezt követően csökkent. A legnagyobb értéket a 200 mg/kg-os kezelésnél (191 ± 55 %), míg a legkisebbet a 400 mg/kg-os kezelésnél (115 ± 54 %) kaptuk. Statisztikailag igazolható különbséget azonban ennél a mutatónál sem találtunk a kezelések között.

A kísérlet végén minden kádból 3-3 halat lehalásztunk, melyeket elemanalízisnek vetettük alá. A halak filéjének vizsgálatakor azt tapasztaltuk, hogy a takarmány magnézium tartalmának emelkedésével a halhús kalcium tartalma csökkent. A hús magnézium tartalmában nem

találtunk jelentős eltérést. A halak csontjának kalciumtartalmát tekintve minden kezelésből mért érték statisztikailag igazolhatóan kisebb volt a kontrollnál, és a csont magnézium tartalma nem változott meg jelentősen.

5. táblázat

A vizsgált halak kalcium és magnézium tartalma (mg/kg sz.a.)

Kezelés	Ca hús	szórás	Mg hús	szórás	Ca csont	szórás	Mg csont	szórás
kontroll	6083 ^a	±1624	2815 ^a	±878	123789 ^a	±4957	1957 ^a	±50
100	3676 ^{ab}	±238	2486 ^a	±172	86922 ^{ab}	±9077	1493 ^a	±144
200	2869 ^b	±647	2119 ^a	±37	65530 ^b	±5165	1238 ^a	±112
300	2449 ^b	±1091	2654 ^a	±22	89306 ^{ab}	±17482	1662 ^a	±344
400	2415 ^b	±481	2996 ^a	±847	106182 ^{ab}	±39902	1770 ^a	±561

Az azonos oszlopokban az eltérő betűvel jelölt eredmények között szignifikáns különbség van (Tukey HSD, $p < 0,05$)

4. Új tudományos eredmények

1. Kísérleteim során megállapítottam, hogy a frissen kelt *Artemia* sp. 24 órás dúsítási periódus során sikeresen képes akkumulálni a nanoszelént, mely koncentrációja a zooplanktonban a toxikus határig a dúsítási koncentrációval párhuzamosan nő. Az eredményeim alapján az is bizonyítást nyert, hogy a nanoméretű elemi szelén – ugyan koncentrációtól függően –, de képes toxikus hatást kifejteni (> 50 mg/l) az *Artemia* sp. naupliusokra. Az eredmények alapján kijelenthető, hogy az értekezésben bemutatott élőesség-dúsítási technológia alkalmas az *Artemia* sp. beltartalmi paramétereinek javítására.
2. Eredményeim alapján megállapítható, hogy a szelénrel dúsított *Artemia* sp. etetése a kontrollhoz képest pozitívan képes befolyásolni a vörös árnyékhal termelési mutatóit (növekedés, SGR, megmaradás) ezáltal egyértelműen alkalmas az árnyékhal ivadéknevelésében történő sikeres alkalmazásra. A kísérlet eredményei alapján megállapítottam, hogy a vörös árnyékhal lárvanevelésében az optimális szelénkoncentráció az élőességben (sz.a-ra vetítve) 3,94 és 4,30 mg/kg között található. Bebizonyítottam, hogy a túlzott nanoszelén-bevitel toxikus hatású az árnyékhal lárvák számára (50 mg/kg-os kezelés; 27 mg/kg Se az *Artemia* sz. a-ban).
3. Az analitikai eredmények igazolták, hogy a vörös árnyékhal lárvák a kezelésekkel összefüggésben közel egyenes arányban képesek akkumulálni az *Artemia* sp.-ből a szelént.
4. Az elvégzett kísérlet igazolta, hogy a vörös árnyékhal ivadéknevelésében használt formázott takarmány nanoszelénnel való kiegészítése javítja a halak megmaradását, azonban a többi termelési mutatót (FCR, SGR, WG) nem befolyásolta jelentősen, melynek vélhetően az volt az oka, hogy a gyári takarmány 0,46 mg/kg-os szeléntartalma fedezi az árnyékhal ivadék szelén-szükségletének nagy részét. Figyelembe véve a kapott eredményeket a kísérletben bizonyítani tudtam a nagyobb dózisban adott nanoszelén toxikus hatását (10,5 mg/kg).
5. Az analitikai eredmények azt mutatták, hogy a nagyobb dózisú szelén-bevitel hatására a legtöbb nyomelem a halak májában akkumulálódik, azonban jelentős raktározó szervként működik a halak szeme is. Előzőek alapján kijelenthető, hogy a nanoméretű

elemi szelén nem egyenlően raktározódik a halak egyes szerveiben és igen jelentős a szemben történő akkumuláció is.

6. Megállapítottam, hogy a nanoszelénnel kiegészített takarmány jelentősen megemeli a vörös árnyékhalak szervezetében a szabad zsírsav, azon belül is az $\omega 3$ csoportba tartozó zsírsavak koncentrációja, mely alapján a túlzott szelén-bevitelre lehet következtetni.
7. Kutatásom eredményeként megállapítottam, hogy a vörös árnyékhal lárvanevelésében az optimális szelénkoncentráció az *Artemia* sp.-ben meghaladja a tengeri hal -ivadék számára általánosan ajánlott 0.25–0.7 mg/kg (sz.a.) Se közötti értéket, amennyiben a sörák dúsításhoz a legkevésbé toxikus nanoméretű elemi szelént használjuk.
8. A kutatás során arra a következtetésre jutottam, hogy a közepesen kemény vízben nevelt vörös árnyékhal ivadék magnézium- szükségletét nem lehet a takarmánnyal bevitt magnéziummal kielégíteni. Ezt a megállapítást a termelési paraméterek (S, WG, SGR) értékei mellett a halak húsból és csontjából mért magnézium és kalcium koncentrációja is bizonyítja.

5. Az eredmények gyakorlati alkalmazhatósága

- 1 A vörös árnyékhal egy Közép-Amerika partvidékén honos eurihalin halfaj, mely jelenlegi termelése tengerhez kötődik, a hazai haltermelésben egyértelműen új fajnak számít, de diverzifikáció jegyében a termelésben való megjelenését elősegítheti Magyarország jelentős termálvíz-kincse. Jelen munka hozzájárul a faj lárva- és ivadéknevelésének biztosabbá tételéhez, azonban a komplex termeléstechológia kidolgozásához még további vizsgálatok szükségesek – a gazdaságossági szempontok és a piaci viszonyok figyelembevétele mellett.
- 2 A 2014-2020-as programozási időszakban a Magyar Halgazdálkodási Operatív Program (a továbbiakban: MAHOP) több intézkedésének keretében (2.1, 2.2, 2.4 Intézkedés) nyerhető támogatás új halfajok termelésbe vonására. Ha figyelembe vesszük, hogy a MAHOP kiemelten kezeli a beruházások, ezen belül is az innovatív technológiát használó haltermelő rendszerek létesítésének támogatását, az infrastruktúrális háttér kiépítésének finanszírozása is adott lehet a faj hazai termelésben való meghonosítására.
- 3 A vörös árnyékhalat Magyarországon – tengervíz hiányában – nem szaporítják, így az ivadékelátást saját forrásból nem lehet megoldani. Ezért a termelőknek egyelőre megfelelő technológia hiányában az ivadékot külföldről kell behozniuk, amely drága. A szállítási költség csökkenthető, ha a hízalási alapanyagot a lehető legkisebb méretben (lárva, vagy zsenge ivadék) szerezzük be, mivel egységnyi víztömegben így nagyobb mennyiségű hal szállítható. A lárvákat szállítás után még 4-8 napig biztosan élőelelességgel kell táplálni. Köztudott tény, hogy a tengervízben élő zooplankton mikroelem tartalma jóval magasabb, mint a mesterségesen keltetetté, mely az *Artemia* sp. szeléntartalmára is igaz. Ennek következtében előfordulhat, hogy a halak megmaradása rossz és fejlődésük vontatott lesz.
- 4 A dolgozatban bemutatott kísérletek eredményei ezt bizonyították, hiszen nem csak lárva korban sikerült pozitív eredményeket elérnünk a szelénrel dúsított élelem etetésével, hanem az előnevelt ivadéknál is bizonyítottuk a keveréktakarmány szelénkiegészítésének kedvező hatását.
- 5 Az élőelelesség és a haltakarmány értekezésben ismertetett dúsítási technológiája egyszerű, a termelőktől nem igényel jelentős anyagi, vagy időráfordítást, azonban az alkalmazásával biztonságosabbá tehető a vörös árnyékhal nevelése az elhullás és a

fejlődés szempontjából legkritikusabb életszakaszokban. A termelési paraméterek kedvező megváltozása nem csak biztonságosabb halnevelést, hanem költségmegtakarítást (kisebb elhullás, jobb takarmányértékesítés, azaz kevesebb takarmány felhasználás) is jelent a farmer számára.

- 6 Az édesvízben tartott vörös árnyékhal érzékeny a víz ionösszetételére, ezért tapasztalatunk szerint nem csak a szállítást követő ozmotikus stressz kiküszöbölésére (Fehér, 2014) szükséges a rendszervíz megfelelő ionösszetételének megléte, hanem a teljes nevelési ciklus során fontos azt fenntartani. Kísérletünkben azt vizsgáltuk, hogy az árnyékhalak magnézium-igény kielégíthető-e a makroelem vízbeoldása helyett a takarmányba való adagolásával. Egyértelmű eredményt nem tudtunk megállapítani, de a vizsgált paraméterek tendenciáiból kiolvasható volt, hogy a takarmány magnézium kiegészítése kedvezően hathat az árnyékhalak termelési paramétereire olyan környezetben, ahol a víz magnézium tartalma viszonylag alacsony, vagy a magnézium kalciumhoz viszonyított aránya nem megfelelő. Egy olyan haltelepen, ahol több száz m³ vízben végzik a haltermelést, a víz magnézium tartalmának folyamatos kiegészítése igen gazdaságtalan. Ha a hal magnézium-szükségletének egy része kielégíthető a keveréktakarmány magnéziumtartalmának növelésével, akkor a termelő jelentős költségcsökkenést érhet el.
- 7 Fentiek alapján elmondható, hogy a doktori kutatásom során elvégzett kísérletek számos olyan elemet is tartalmaznak, melyeket a gyakorlatban alkalmazva hozzásegíthetik a vörös árnyékhalat a magyar akvakultúra portfóliójába való bekerüléséhez.



Nyilvántartási szám: DEENK/406/2017.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Juhász Péter
Neptun kód: ED0HM7
Doktori Iskola: Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10040754

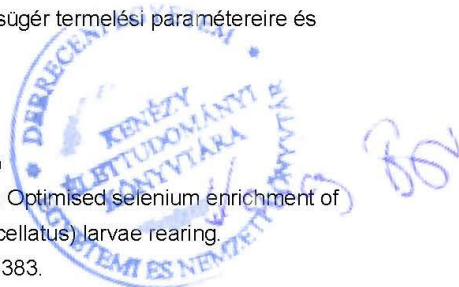
A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (6)

1. Csorvási, É., Fehér, M., **Juhász, P.**, Stündl, L., Bársony, P.: Bioaktív takarmány-kiegészítők hatása intenzíven nevelt pontyivadék (*Cyprinus carpio*) termelési paramétereire. *Halászatfejlesztés*. 36, 53-64, 2017. ISSN: 1219-4816.
2. Csorvási, É., Zaheri, A. S., Fehér, M., **Juhász, P.**, Stündl, L., Bársony, P.: Bioaktív takarmány-kiegészítők hatása intenzíven nevelt pontyivadék (*Cyprinus carpio*) termelési paramétereire. *Agrártud. közl.* 65, 35-41, 2015. ISSN: 1587-1282.
3. **Juhász, P.**, Bársony, P., Stündl, L.: A nanoszelen alkalmazása a vörös árnyékhal (*Sciaenops ocellatus*) ivadék és lárvanevelésében. *Halászat*. 107 (1), 24-28, 2014. ISSN: 0133-1922.
4. **Juhász, P.**, Fehér, M., Csorvási, É., Bársony, P., Gálné Remenyik, J., Sztrik, A., Prokisch, J., Stündl, L.: A nanoszelen kiegészítés hatása a vörös árnyékhal (*Sciaenops ocellatus*) termelési paramétereire és nyomelem felvételére. *Agrártud. közl.* 57, 43-48, 2014. ISSN: 1587-1282.
5. Fehér, M., Fehérné Baranyai, E., Simon, E., **Juhász, P.**, Csorvási, É., Bársony, P., Stündl, L.: Esszenciális nyomelemek alkalmazása a barramundi (*Lates calcarifer*) ivadéknevelésében. *Agrártud. közl.* 57, 33-38, 2014. ISSN: 1587-1282.
6. **Juhász, P.**, Bársony, P., Csorvási, É., Szűcs, I., Gálné Remenyik, J., Stündl, L.: Különböző zsírtartalmú tápok etetésének hatása a hibrid csíkos sügér termelési paramétereire és húsminőségére. *Agrártud. közl.* 51, 33-37, 2013. ISSN: 1587-1282.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

7. **Juhász, P.**, Lengyel, S., Udvari, Z., Nagy, S. A., Stündl, L.: Optimised selenium enrichment of *Artemia* Sp. Feed to improve red drum (*Sciaenops Ocellatus*) larvae rearing. *Acta Biol. Hung.* 68 (3), 255-266, 2017. ISSN: 0236-5383.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/018.68.2017.3.3>
IF: 0.506 (2016)





Magyar nyelvű konferencia közlemények (2)

8. Fehér, M., Fehérné Baranyai, E., Bársony, P., **Juhász, P.**, Csorvási, É., Stündl, L.: A takarmány mikroelem kiegészítésének hatása a barramundi (*Lates calcarifer*) lárvá, illetve ivadék termelési paramétereire és egyöntetűségére.
In: XXXVII. Halászati Tudományos Tanácskozás, 2013. május 22-23, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 17, 2013, (ISSN 0230-8312)
9. Nemes, I., **Juhász, P.**, Petes, K., Csorvási, É., Bársony, P., Stündl, L.: Intenzív halnevelő rendszerek környezetterhelésének csökkentési lehetősége akvapónia alkalmazásával.
In: XXXVII. Halászati Tudományos Tanácskozás, 2013. május 22-23, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 31, 2013, (ISSN 0230-8312)

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (11)

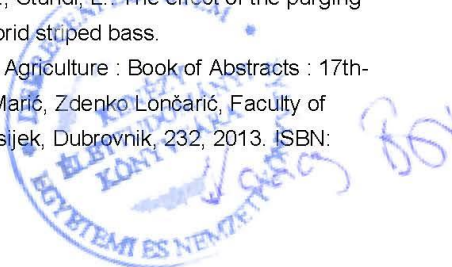
10. Csorvási, É., Fehér, M., **Juhász, P.**, Stündl, L., Bársony, P.: Bioaktív takarmány-kiegészítők hatása intenzíven nevelt pontyivadék (*Cyprinus carpio*) termelési paramétereire.
In: XXXIX. Halászati Tudományos Tanácskozás Szarvas, 2015. május 20-21.. Szerk.: Rónyai András, Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Halászati Kutatóintézet, Szarvas, 28, 2015, (ISSN 0230-8312)
11. Csorvási, É., **Juhász, P.**, Fehér, M., Stündl, L., Bársony, P.: Különböző tartástechnológiákban nevelt kétnyaras pontyok vágási paramétereinek összehasonlítása.
In: XXXIX. Halászati Tudományos Tanácskozás Szarvas, 2015. május 20-21.. Szerk.: Rónyai András, Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Halászati Kutatóintézet, Szarvas, 45, 2015, (ISSN 0230-8312)
12. **Juhász, P.**, Fehér, M., Csorvási, É., Bársony, P., Stündl, L.: Nanoszelénnel dúsított artemia alkalmazása a vörös árnyékhal (*Sciaenops Ocellatus*) lárvanevelésében.
In: XXXVIII. Halászati Tudományos Tanácskozás Programfüzet : Szarvas 2014. május 28-29, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 20, 2014, (ISSN 0230-8312)
13. **Juhász, P.**, Prokisch, J., Csorvási, É., Petes, K., Nemes, I., Bársony, P., Stündl, L.: A takarmány nanoszelén kiegészítésének hatása a vörös árnyékhal (*Sciaenops ocellatus*) termelési paramétereire és testösszetételére.
In: XXXVII. Halászati Tudományos Tanácskozás : Szarvas, 2013. május 23-24, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 18, 2013, (ISSN 0230-8312)
14. Petes, K., **Juhász, P.**, Nemes, I., Bársony, P., Csorvási, É., Stündl, L.: Az óriás édesvízi garnéla (*Macrobrachium rosenbergii*) termelési lehetőségei Magyarországon.
In: XXXVII. Halászati Tudományos Tanácskozás, 2013. május 22-23, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 33, 2013, (ISSN 0230-8312)
15. **Juhász, P.**, Bársony, P., Stündl, L.: Intenzív, recirkulációs rendszerű haltermelő egységek bemutatása.
In: A "Debreceni fejlődés és környezet" konferencia írásos anyagainak összefoglalói : elektronikus dokumentum : Debrecen, 2013. június 25-26.. Szerk.: Balla Zoltán, DE AGTC Kerpely Kálmán Szakkollégium, Debrecen, 16, 2013. ISBN: 9786155183843



16. Fehér, M., Fehérné Baranyai, E., Bársony, P., **Juhász, P.**, Stündl, L.: A hallárvak számára élő eleségként szolgáló Artemia sp. dúsítása kobalttal, cinkkel és mangánnal, mint kedvező élettani hatású mikroelemmel.
In: XXXVI. Halászati Tudományos Tanácskozás : Szarvas, 2012. május 23-24, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 50, 2012, (ISSN 0230-8312)
17. Bársony, P., Fehér, M., Csorvási, É., **Juhász, P.**, Szűcs, I., Borbély, G., Stündl, L.: A kolin-klorid hatása a barramundi növekedésére.
In: XXXVI. Halászati Tudományos Tanácskozás : Szarvas, 2012. május 23-24, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 42, 2012, (ISSN 0230-8312)
18. Fehér, M., Fehérné Baranyai, E., Bársony, P., **Juhász, P.**, Stündl, L.: Kobalttal, mangánnal és cinkkel, mint kedvező hatású mikroelemekkel dúsított Artemia etetésének hatása a barramundi (Lates calcarifer) lárvá növekedésére és nyomelemtartalmára.
In: XXXVI. Halászati Tudományos Tanácskozás : Szarvas, 2012. május 23-24, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 21, 2012, (ISSN 0230-8312)
19. Fehér, M., **Juhász, P.**, Stündl, L., Csorvási, É., Bársony, P., Szűcs, I.: Két melegigényes halfaj (afrikai harcsa, Clarias gariepinus és barramundi Lates calcarifer) termelési paramétereinek vizsgálata különböző termálvizekben.
In: XXXVI. Halászati Tudományos Tanácskozás : Szarvas, 2012. május 23-24, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 49, 2012, (ISSN 0230-8312)
20. Fehér, M., **Juhász, P.**: Két melegigényes halfaj (afrikai harcsa, barramundi) termelési paramétereinek vizsgálata különböző termálvizekben.
In: Határokon átvéő tudományos és kulturális kapcsolatok-konferenciák / fel. szerk. Vári Enikő, Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Tormay Béla Szakkollégium, Debrecen, 127-129, 2012. ISBN: 9789630842105

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (2)

21. Csorvási, É., **Juhász, P.**, Fehér, M., Pinter, G., Stündl, L., Bársony, P.: The Comparison of Carcass Parameters of Table Size Common Carp (Cyprinus Carpio) at Different Feeding Technologies.
In: World Aquaculture Society Meetings, World Aquaculture Society, Jeju, 103, 2015.
22. **Juhász, P.**, Fehér, M., Bársony, P., Csorvási, É., Szűcs, I., Stündl, L.: The effect of the purging time on the dose and fillet yield of barramundi and hybrid striped bass.
In: 48th Croatian and 8th International Symposium on Agriculture : Book of Abstracts : 17th-22nd February 2013, Dubrovnik, Croatia. Ed.: Sonja Marić, Zdenko Lončarić, Faculty of Agriculture University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek, Dubrovnik, 232, 2013. ISBN: 9789537871079





További közlemények

Magyar nyelvű könyvek (2)

23. **Juhász, P.**: Az Öregtavak. Hortobágyi Halgazdaság Zrt., Hortobágy, 70, [6] p., 2012. (Halászati füzetek, ISSN 2063-773X ; 1.) ISBN: 9789630847216
24. Hoitsy, G., Juhász, L., **Juhász, P.**, Szendrei, L., Zsigrai, G.: Magyar horgászvizeken. Tóth Könyvkereskedés és Kiadó Kft, Debrecen, 128 p., 2011. ISBN: 9789635967902

Magyar nyelvű közlemények hazai folyóiratban (4)

25. Tóth, N., Gyüre, P., **Juhász, P.**, Juhász, L.: A nagy kárókatona táplálék vizsgálatának újabb eredményei a Hortobágyi Halgazdaság Zrt. halastavairól.
Agrártud. közl. 2015 (65), 75-80, 2015. ISSN: 1587-1282.
26. Csorvási, É., **Juhász, P.**, Fehér, M., Nemes, I., Stündl, L., Takácsné Hájos, M., Bársony, P.: A kísérleti akvapónia rendszer tervezésének és működtetésének gyakorlati tapasztalatai.
Agrártud. közl. 57, 27-32, 2014. ISSN: 1587-1282.
27. Tóth, N., Lupsán, R., **Juhász, P.**, Gyüre, P., Juhász, L.: A haltenyésztés termelési biztonságát veszélyeztető kárókatona (*Phalacrocorax carbo*) állományának alakulása a Hortobágyi Halgazdaság területén.
Pisces Hung. 7, 113-118, 2013. ISSN: 1789-1329.
28. Juhász, L., Kövér, L., **Juhász, P.**, Vári, E.: A dolmányos varjú (*Corvus cornix* L.) urbanizálódása Debrecenben.
Calandrella. 13, 98-105, 2010. ISSN: 0865-6665.

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (2)

29. Tóth, N., Gyüre, P., **Juhász, P.**, Juhász, L.: A Hortobágyi Halgazdaság Zrt. területéről származó nagy kárókatona halfogyasztásának elemzése.
In: XXXVIII. Halászati Tudományos Tanácskozás Programfüzet : Szarvas 2014. május 28-29, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 23, 2014, (ISSN 0230-8312)
30. Tóth, N., Gyüre, P., **Juhász, P.**, Juhász, L.: Adatok a kárókatona állományviszonyairól és táplálkozásáról a hortobágyi halgazdaság zrt. Halastavain.
In: XXXVII. Halászati Tudományos Tanácskozás : Szarvas, 2013. május 23-24, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 63, 2013, (ISSN 0230-8312)





**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (1)

31. Gyüre, P., Juhász, L., Tóth, N., **Juhász, P.**: Conservation of and management of bird species at the fishponds of Hortobágy (Hungary).

In: 31st IUGB Congress : Programme and abstract book, [S.n.], [Brussels], 284, 2013.

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 0,506

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):
0,506**

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudománymetriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2017.11.28.



