

A kutatás előzményei

A csuka (*Esox lucius*) nagy jelentőséggel bír a vízi életközösségeken. Számos természetes vízben a csúcsragadozó szerepét tölti be, a békés halak állományának szabályozásával hozzájárul az ökológiai egyensúly fenntartásához. A széles körű elterjedésének köszönhetően szerepe kiemelkedő a halgazdálkodásban. Számos országban, az ívási feltételek beszűkülésének köszönhetően, a csuka állományok visszaszorulóban vannak, ami ellen a fogások (időbeli és mennyiségi) korlátozásával, valamint kihelyezésekkel próbálnak meg védekezni (Paukert et al. 2001). A lárva kihelyezés gyakran meglehetősen nagy mortalitással jár, a halak túlélésének esélye növelhető, ha nem lárvá, hanem idősebb korosztályú halak kihelyezésére kerül sor (Margenau 1999). A piaci pontyot előállító tavakba kihelyezett csukák, a szeméthalak ritkításával javítják a termelés hatékonyságát. A tapasztalatok szerint az előnevelt méretű csukák kihelyezése ebben az esetben is eredményesebb a lárva kihelyezésnél.

Az utóbbi évek kutatásainak köszönhetően (Wolnicki és Górný 1997, Kucska et al., 2005, Szczepkowski 2009), a kihelyezésre szánt csukákat nem csupán hagyományos módon, zooplanktonon, hanem száraz tápok felhasználva intenzív körülmények között is nevelik. Kontrolált körülmények között nagymértékben javul az előnevelés hatékonysága, így egyre több tógazdaság választja a csuka előnevelésének ezen innovatív formáját. A csuka intenzív előnevelése még nem tekinthető teljes mértékben kidolgozottnak így több, a termelés szempontjából fontos kérdés megválaszolásra vár. Az egyik legfontosabb a csuka számára optimális takarmány kifejlesztése, melyhez a csuka tápanyag igényére irányuló, a kutatási jelentés tárgyát képező, alap kutatás elvégzése szükséges.

A kutatási terv végrehajtása

A jelentés a 2011. január 1. és 2014 december 31. között folytatott PD 84289 számú posztdoktori OTKA kutatási tevékenységről szól, amelynek végrehajtása a 2011 március 30. és 2012 december 31. közötti időszakban a vezető kutató külföldi kiküldetése miatt a szünetelt. A kísérletek elvégzésére - a munkatervben leírtaknak megfelelő ütemezésben- 2013. január 15. és 2014 december 31. között került sor.

A különböző fehérje és energia tartalmú tápok hatásának vizsgálata

A munkatervben vállaltaknak megfelelően két különböző mérettartományú (3 és 25g valamint 75 és 135g közötti átlagtömegű csukák esetén megvizsgáltam 4-4 kereskedelmi forgalomban kapható táp hatását a növekedésre, takarmányértékesítésre, valamint a testösszetételre gyakorolt hatását.

1. Kísérlet: a különböző fehérje és energia tartalmú tápok hatásának vizsgálata 20 g alatti csukák esetén.

A kísérletekhez 4200 db (w_0 : $3,01 \pm 0,1g$) csukát használtam 4 kezelésben háromszoros ismétlésben, a halakat egyenként 250 l-es medencékbe helyeztük (350 db/medence), ami recirkulációs rendszerben működött (t : $21,5 \pm 1,5^\circ C$, oldott oxigén telítettség $>90\%$, TAN $0,65ppm$). A halakat meghatározott takarmányadaggal etettük, ami a kísérlet első 3 hetében a biomassza 3,5%-a, a 3. és 7. hét között 3%, 7. héttől a kísérlet végéig pedig 2% volt. A kísérlet 10 hétig tartott. A tápok beltartalmi értékei az 1 táblázatban láthatóak.

1. táblázat Az első kísérletben használt tápok beltartalmi értékei.

	Aller 488 EX	Aller 505 EX	Aller SAFIR	Aller AVANT
Ny. feh.(%)	54	50	45	42
Ny. zsír (%)	12	16	20	24

NFE(%)	15,5	15	16	17
Rost (%)	1,2	1	2	2
Hamu (%)	10,3	9	8	7

A legjobb növekedést és takarmányértékesítést a magas fehérje és alacsony zsírtartalmú tápokkal érték el, míg a megmaradásban és a kannibalizmus előfordulásában nem találtunk jelentős különbséget a csoportok között. Az SGR és FCR értékeket megvizsgálva a legnagyobb fehérje tartalmú (ny.feh. 54%) táp és az egyel alacsonyabb (ny. feh 50%) fehérje tartamú táp között a különbség nem bizonyult szignifikánsnak ($p < 0,05$) ezért feltételezhető, hogy a táp nyers fehérje tartalmát 54% fölé emelni már nem célszerű, és a maximum növekedés és legkedvezőbb takarmányértékesítés körülbelül ezen a szinten várható. Ha a zsírtartalmat vizsgáljuk a legkedvezőbb fehérje hasznosulást (PER értéket) a 20% zsírtartalom mellett kaptuk (a kísérleti eredményeket a 2. táblázatban foglalom össze). Ez azzal magyarázható, hogy ha a halak a fehérje metabolizációból nyerik az energiát, romlik a fehérje beépülése. A takarmány energiataralmának növelése zsírbevitellel a megfelelő szintig javítja a fehérjék hasznosulását (protein sparing effect) (Cho and Kaushik, 1990). Ami a 20g csukák esetén a vizsgálataink alapján 20%-os nyerszsír tartalmú táp esetén volt a legkedvezőbb.

2 táblázat az első kísérletet összefoglaló adatok

	FCR	PER	SGR
488 EX	0.69 ± 0.01^a	2.670 ± 0.6^a	$3,01 \pm 0,04^a$
505 EX	$0,75 \pm 0,01b^c$	2.66 ± 0.02^a	$2,87 \pm 0,12^{ab}$
Safir	0.78 ± 0.04^b	2.86 ± 0.14^b	$2,83 \pm 0,1^b$
AVANT	0.93 ± 0.04^d	2.57 ± 0.11^a	$2,39 \pm 0,06^c$

A vizsgálati eredmények alapján elmondható, hogy a legjobb növekedést és takarmányértékesítést 20g alatti csukák esetén magas fehérje (ny. fehérje 50-54%) és közepes zsírtartalmú (ny. zsír 16-20%) tápokkal lehet elérni.

2. Kísérlet: a különböző fehérje és energia tartalmú tápok hatásának vizsgálata 100 g körüli csukák esetén.

A kísérletekhez 276 db (w_0 : $76,1 \pm 13,4g$) csukát használtam 4 kezelésben háromszoros ismétlésben, a halakat egyenként 250 l-es medencékbe helyeztük (23 db/medence), ami recirkulációs rendszerben működött (t : $20,5 \pm 1,0^\circ C$, oldott oxigén telítettség $> 90\%$, TAN $0,65ppm$). A halakat a második kísérletben *ad libitum* etettem, a napi csoportonkénti takarmányfogyasztást (az el nem fogyasztott tápokkal korrigált értékkel) feljegyeztem. A kísérlet 9 hétig tartott. A kísérleti tápok beltartalmi értékei az 3 táblázatban láthatóak.

3. Táblázat a 2 kísérletben felhasznált tápok beltartalmi értékei

	A	B	C	D
ny. feh (%)	37	45	52	52
ny. zsír (%)	12	15	15	12
bruttó en. (kj/g)	19,9	20,8	20,8	20,3
feh/energ.	18,6	21,6	25	25,6

A: Aller primo, B: Aller Bronze, C: Aller Metabolica, D: Aller Sturgeon Rep EX

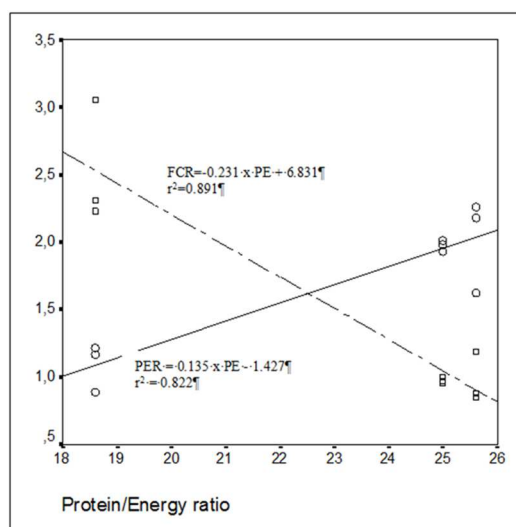
Az előző kísérlethez hasonlóan a legjobb növekedést és takarmányértékesítést a magas fehérje és alacsony zsírtartalmú tápokkal értük el, míg a megmaradásban itt sem nem találtam jelentős különbséget a csoportok között (kannibalizmus ebben a méretben a kísérletek során már nem fordult elő). A legrosszabb növekedési és takarmányértékesítést a legalacsonyabb fehérjetartalmú tápnál tapasztalható, ami legjobb növekedést produkáló csoporthoz képest 40%-al alacsonyabb fehérjefelvétellel magyarázható. Ezek alapján elmondható, hogy a csuka magasabb fehérjetartalmú tápot igényel, mint Észak amerikai rokona (*Esox masquinongy*) ahol legalacsonyabb még kielégítő fehérjeszintet 37%-ban állapította meg Brecka et al (1995). Az első kísérletben tapasztaltaktól eltérően a megnövelt zsírtartalom nem eredményezte a fehérjeértékesítés jelentős javulását. Az 54%-os fehérjetartalom esetén a 12% és 15%-os zsírtartalmú tápok között a PER értékek között nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget, míg a haltest zsírtartalmának és a has-űri zsír emelkedését tapasztaltam (VSI indexek növekedése), ami azt jelentheti, hogy a zsírbevitel magasabb volt az optimálisnál. Ez egybevág korábbi munkánkkal (Molnár et al 2012), ahol az optimális zsírbevittelt 12%-ban állapítottuk meg (45%-os fehérjetartalom esetén). Azokat a fontosabb paramétereket, ahol jelentős különbségeket tapasztaltam a kezelések között a 4. táblázatban foglalom össze.

4. Táblázat a 2. kísérletet összefoglaló adatok

	A		B		C		D	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
SGR	0,37 ^a	0.11	0,64 ^c	0,05	0,86 ^b	0.08	0,88 ^b	0,06
FCR	2,53 ^a	0,45	1,23 ^b	0,18	0,97 ^b	0,01	0,97 ^b	0,01
fehérje felvétel (g)	367,6 ^a	58,6	468,3 ^{ab}	33,8	602,3 ^b	92,9	574,3 ^b	25,9
PER	1,08 ^a	0,17	1,78 ^b	0,01	1,97 ^b	0,03	2,02 ^b	0,34
haltest ny. zsír (%)	6,6 ^a	0,27	6,2 ^a	0,6	6,68 ^a	0,37	5,14 ^b	0,68
HSI	3,24	0,86	2,95	0,27	2,72	0,53	2,65	0,91
VSI	5,57 ^{ab}	0,66	5,26 ^{ab}	0,61	5,81 ^b	0,84	4,42 ^a	0,78

A különböző betűk a szignifikancia viszonyokat jelölik P<0,05 ANOVA

A tápok fehérje és energia aránya, valamint az FCR és PER értékek közötti kapcsolatot az 1. ábra mutatja be.



1. Ábra, a takarmány fehérje/energia tartalmának és a takarmányértékesítés (FCR), valamint fehérjeértékesítés (PER) kapcsolata.

3. kísérlet: hallisztet kiváltó alternatív fehérjeforrások alkalmazása a csuka takarmányában.

A munkatervben leírtaktól részben eltérően (de az éves részjelentés után engedélyezett módon) nem csupán alternatív növényi, hanem állati melléktermék fehérje forrás lehetséges felhasználását is megvizsgáltam. Erre egy időközben életbe lépő jogszabály változás adott lehetőséget, mely értelmében a szárazföldi állat eredetű fehérje felhasználását ismét lehetővé tették a haltápokban.

A kísérletekhez 225 db (w_0 : $11,3 \pm 1,6$ g) csukát használtam 3 kezelésben háromszoros ismétlésben, a halakat egyenként 800 l-es akváriumba helyeztük (25 db/akvárium), ami recirkulációs rendszerben működött (t : $21,7 \pm 1,0^\circ\text{C}$, oldott oxigén telítettség $>80\%$). A kísérletekhez alternatív fehérjeforrásként búza glutént és vegyes baromfilisztet használtam 25-25%-ban (75% halliszt) kontrollként 100% halliszt tartalmú táp szolgált. A tápok nitrogén és fehérje semlegesek voltak (5. Táblázat). A halakat *ad libitum* etettem, a napi csoportonkénti takarmányfogyasztást (az el nem fogyasztott tápokkal korrigált értékkel) feljegyeztem. A kísérlet 4 hétig tartott. A kísérleti tápok beltartalmi értékei az 3 táblázatban láthatóak.

	kontroll	növényi feh.	állati feh.
halliszt	2400	1500	1662
búza glutén	0	750	0
baromfi liszt	0	0	750
búza keményítő	468	558,75	476,1
hal olaj	72	131,25	51,9
Vit/Min - Mix	30	30	30
MARKER TiO ₂	30	30	30
ny. feh (%)	56,56	56,45	56,56
ny. zsír (%)	12	12	11,99

A kísérleti eredmények alapján a növekedésben és a takarmányértékesítésben az állati fehérje helyettesítést kapó csoport valamivel jobb, a növényi fehérje kiegészítést kapó csoport valamivel rosszabb eredményeket produkált a kontroll táphoz képest. Ezek az eltérések azonban nem mutattak szignifikáns különbségeket. ($p < 0,05$ ANOVA) (SGR: Kontroll: $2,78 \pm 0,17$; növényi feh. $2,53 \pm 0,19$; állati feh. $2,74 \pm 1,6$ valamint az FCR Kontroll $0,9 \pm 0,83$ növényi feh. $1,02 \pm 0,29$ állati feh. $0,83 \pm 0,3$), nem tekinthetők a kezelés hatásának. Ezek alapján azt feltételezhetjük, hogy a halliszt 25%-os helyettesítése növényi eredetű búza gluténnal vagy állati eredetű baromfi lisztel megfelelő alternatíva lehet.

Emészthetőségi vizsgálatok

A tápok jelölő anyaggal (TiO₂) láttuk el, lehetővé téve a fehérjék látszólagos emészthetőségének vizsgálatát (apparent digestibility). Ehhez meghatároztam az etetés utáni ürülék képződés várható időpontját, amit tápfelvétel után eltelt 8-16 óra között állapítottam meg. Az ürüléket az etetés utáni 10-16. óra közötti szivornyával gyűjtöttem, fél óránkénti gyakorisággal az előtte és utána keletkezett ürüléket elfolytattam a rendszerből. A gyűjtött mintát -20°C -on tároltuk a vizsgálat elvégzéséig. A minták, száraz anyag, nitrogén, és titánium dioxid tartalmát visszamértük. Sajnos a gyűjtött minta nagy nedvességtartalma, és a gyors oldódása miatt nem kaptunk kiértékelhető adatokat. Ez alapján elmondható, hogy az emészthetőségi vizsgálatok pontos elvégzéséhez nagyobb méretű csukák

alkalmasak, ahol az ürülék fejéssel történő kinyerésére lehetőség van. (nem jár az állat túlzott szenvedésével vagy elpusztulásával).

A munkaterven felül elvégzett kísérlet

6 hetes takarmánymegvonás hatása a csuka zsírsavösszetételére, fontosabb vérparamétereire és testösszetételére

A 2. kísérlet elvégzése után 150 darab csukánál 6 hetes takarmánymegvonási kísérletet végeztünk. A kísérlet során a zsír mobilizáció a kondíció faktor, a test zsírtartalmának, a szomatikus paraméterek HSI, VSI és a vér triglycerol szintjének csökkenésében jelentkezett. A telített zsírsavak aránya a filében csökkent, a többszörösen telítetlen zsírsavak aránya növekedett. Szignifikáns növekedést találtunk az átlagos szénlánc hosszúság (ACL) és a telítettségi index értékekben.

A témával kapcsolatos publikációs tevékenységek:

Kucska B. Rónyai A. Feledi T. (2013) Comparision of growth survivla and body composition of pike (Esox lucius) fingerling using four different Commercial Diet. EAS '13 meeting Trondheim Norway (conference abstract)

Kucska B., Szabó A., Blake C., Varga D. Effect of starving on fatty acid profile, body composition and selected blood parameters of intensive reared pike (Esox lucius). *bírálat alatt* (Annals for Animal Sciences)

Kucska B., Feledi T., Adorján Á., Molnár T. The effects of three different commercial diets differing in protein and energy ratios on the feed utilization and product quality of pike (Esox Lucius) *bírálat alatt* Acta Alimentares

Kucska B. Hancz Cs. Varga D. Effect of the replacement of fish meal with alternative protein sources in pike (Esox lucius) diet (előkészítés alatt)

Tudományos utánpótlás képzés a projekt keretén belül

MSc hallgató

Szakdolgozati témavezetés, Schnell Dóra III: évfolyamos takarmányozási és takarmánybiztonsági mérnök szakos hallgató (Kaposvári Egyetem) Alternatív hallisztet kiváltó fehérjeforrások alkalmazása a csuka takarmányozásában,

BSc hallgató

Szakdolgozati témavezetés, Nádorfalvi Patrik II évfolyamos állattenyésztő mérnök hallgató, A takarmánymegvonás hatása a csuka zsírsavösszetételére, fontosabb vérparamétereire és testösszetételére

A szövegbeli hivatkozások

Brecka B. J., Kohler C.C and Wahl D.H. (1995) Effects of Dietary Protein Concentration on Growth, Survival, and Body Composition of Muskellunge Esox musquinongy and Tiger Muskellunge Esox masquinongy × E. luscious Fingerlings Journal of the World Aquaculture Society 26 (4) 416–425,

Cho, C.Y. Kaushik S.J. (1990) Nutritional energetic in fish: energy and protein utilization in rainbow trout (Salmo gairdneri) World Rev. Nutr. Diet., 61 pp. 132–172

Kucska B., Müllet T., Sári J., Bódis M., Bercsényi M. (2005) Successful growth of pike (Esox Lucius) on pellet at artificial condition Aquaculture 246 227-230

Margenau TL. (1999) Muskellunge stocking strategies in Wisconsin: the first centuy and beyond- N Am J Fish Man. 19:223-229-

Szczepkowski M. (2009) Impact of selected abiotic and biotic factors on the result of rearing juvenile stages of Northern pike (Esox Lucius L.) i-147n recirculating systems Archives of Polish Fisheries. 17: 107-147

Wolnicki J., Gorny W. Effects of commercial dry diets and water temperature on growth survival of Northern pike Esox Lucius L., larvae Polish Archives of Hydrobiology 44. 377-383.