



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

A hazai pontyhozamokat meghatározó tényezők és a termelést korlátozó erőforrások elemzése termelési függvény alapján

**GYALOG GERGŐ – BERZI-NAGY LÁSZLÓ – TÓTH FLÓRIÁN –
BÉKEFI EMESE – BOJTÁRNÉ LUKÁCSIK MÓNIKA**

Kulcsszavak: haltermelés, tavi akvakultúra, Cobb–Douglas-függvény, vízhiány, munkaerőhiány
JEL-kód: Q22

ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Bár a hazai tógazdasági termelés hosszabb időhorizontot tekintve stagnál, az egyes évek között jelentős fluktuáció mutatkozik a megtermelt hal mennyiségében, ahogy az egyes régiók és gazdaságok átlagos hozamaiban is szignifikánsak a különbségek. Jelen tanulmány keretében egy termelési függvény elemzésével választ szeretnénk volna kapni arra, hogy melyek azok az inputtényezők és termelési infrastrukturális adottságok, amelyek magyarázzák az egyes üzemek és az egyes évek közötti különbségeket a pontyhozamokban. Szintén vizsgáltuk, hogy a termelési függvény alapján a munkaerőpiaci problémák és a klímaváltozással összefüggő esetleges vízhiány mekkora hatással lehet a szektor kibocsátására. Cobb–Douglas-modellt paramétereztünk 180 tógazdasági üzem adatai alapján, amelynek eredményváltozója a pontyhozam volt, magyarázó változói között pedig azon termelési tényezők (takarmány, tenyészanyag, élő munka, víz) és termelési infrastrukturális adottságok (nádas aránya, a tavak átlagos mélysége) szerepeltek, amelyekre elérhető üzemsoros adataink voltak. A termelési függvény paramétereinek elemzése során megállapítottuk, hogy a termelési inputok közül a takarmányhasználat és a tenyészanyag-kihelyezés intenzitásán kívül az egy hektárra jutó élő munka, valamint a felhasznált víz mennyisége is szignifikáns módon befolyásolja a hektáronkénti hozamok alakulását. Ezen túlmenően a termelési infrastruktúra jellemzői közül a nyílt vízfelület és a nádas egymás közötti aránya is meghatározó tényező, ugyanakkor a vízmélység nem bizonyult szignifikáns változóknak a vizsgált gazdaságok adatai alapján. A modell szerint az országos termelési eredményt nagymértékben befolyásolja az előző év egy- és kétnyaras pontytermelése, vagyis az adott évre rendelkezésre álló tenyészanyag: 100 tonna behelyezett többlet tenyészanyag mintegy 270 tonnával növeli a lehalászási eredményeket. Ezzel szemben a foglalkoztatás jelenlegi szintje mellett a munkaerő-kínálat esetleges további szűkülése nem jelenthet komoly korlátozó tényezőt a hazai pontytermelés volumenének fenntartását tekintve, amennyiben a termelési függvény határtermékét vizsgáljuk. Végül a vízfelhasználást tekintve a paraméterezett függvény arra enged következtetni, hogy az a mintegy 30–50 millió m³-nyi mennyiség, amely az elmúlt évek során a különbséget képezte az egyes szezonok között a felhasznált víz tekintetében, szintén nincs jelentős hatással az országos termelés kilátásaira.¹

¹ A tanulmány alapjául szolgáló kutatást a MAHOP-3-1.2.1.1-2017-2017-00001. projekt azonosítószámú „A 2016–2023 időszak MAHOP DCF feladatainak megvalósítása” című kiemelt projekt támogatta. Köszönettel tartozunk Kiss Gabriellának, az AKI munkatársának az adatkezelésben nyújtott segítségéért.

BEVEZETÉS

Magyarország éves haltermelése mintegy 16-18 ezer tonna, amelynek döntő többsége (13-15 ezer tonna) tógazdasági üzemekből származik (Kiss, 2020). Bár a teljes akvakultúrás termelés az intenzív üzemi haltermelés felfutásának köszönhetően 10-15 éves távlatot tekintve növekszik, a tógazdasági output volumene – jelentős éves ingadozások mellett – stagnál. Az ágazatstratégiai dokumentumokban nem is szerepel a tógazdasági termelés felfutására vonatkozó vízió, viszont a termelés jelenlegi szintjének fenntartása kiemelt fontosságú mind a társadalmi, mind az ökoszisztéma-szolgáltatások megőrzése miatt.

Ebben a kontextusban érdekes kutatási terület annak vizsgálata, hogy melyek azok a termelési tényezők, amelyek korlátozhatják a termelés jelenlegi szintjének fenntartását. Ahogy az agrárium egészében, úgy az akvakultúra szektorban is kritikus kérdéssé vált a munkaerőpiaci viszonyok megváltozása, amit jól mutat, hogy a *Mezőgazdaság, erdőgazdaság, halászat* ágazatban dolgozók havi bruttó átlagkeresete 2016 és 2019 között 43 százalékkal nőtt (KSH, 2020). Ugyanezen időszakban a halászati ágazatban foglalkoztatottak száma 2092 főről 1393 főre csökkent (Kiss, 2020). Egy másik termelési tényező, amely a jövőben korlátozhatja a termelést, az a halastavi termelésre rendelkezésre álló vízkészlet. Egyfelől a globális felmelegedéssel járó intenzívebb párolgással együtt nő a halastavak pótlóvíz-szükséglete (Varga et al., 2020), másfelől azon felszíni vízfolyásoknak, amelyekből a hazai halastavak töltővize származik, az április és szeptember közötti időszakban jelentősen csökkenni fog a vízhozama (Bates, 2009; Stahl et al., 2010; Stagl et al., 2015). Fontos kérdés, hogy ezek a korlátozottságok mennyire vethetik vissza a termelést.

Meg kell említeni, hogy az évek közötti termelésingadozáson túl az egyes éveken

belül is jelentős szórás mutatkozik mind a régiós átlagokat, mind az egyes haltermelő gazdaságokat tekintve (Bojtárné et al., 2019). Magyarországon kevésbé kutatott terület, hogy ezeket az eltéréseket milyen mértékben magyarázza az inputfelhasználás eltérő mértéke, és ezzel szemben mennyire járulnak hozzá a hozamokban lévő különbségekhez az egyes gazdaságokra, régiókra jellemző infrastrukturális adottságok (pl. a tavak mélysége). A nemzetközi szakirodalomban számos ökonometriai tanulmány keretében parametrizáltak termelési függvényt abból a célból, hogy tógazdasági keretek között különböző tényésztett fajok esetében meghatározzák az egyes inputok és technológiai tényezők hozzájárulását a termelés sikeréhez (Nerrie et al., 1990; Ali et al., 2018; Ahmed et al., 2010; Singh et al., 2009; Gyalog et al., 2017). Némely esetben ezen termelési függvényekben a vizsgált magyarázó változók egy magasan aggregált inputcsoportot jelölnek (pl. tőke és élő munka Laceywell et al. [1973] munkájában). Más tanulmányokban számos inputot (víz, tenyészanyag, takarmány stb.) és technológiai adottságot (vízmélység, vízborítás időbeli hossza, tavak kora) vizsgálnak magyarázó változóként (Ali et al., 2016). Az ilyen módon parametrizált termelési függvények analízisével egyben arra is megállapításokat lehet tenni, hogy melyek azok az erőforrások és technológiai adottságok, amelyek a jövőben korlátozhatják az akvakultúra fejlődését.

CÉLOK

A fent vázolt inputoldali fenyegetettségekkel összefüggésben, valamint tekintettel arra, hogy az egyes inputoknak a hazai akvakultúra-termelésben játszott szerepe vizsgálatra szorul, jelen tanulmány keretében egy többváltozós hozammodellt specifikálunk 180 tógazdasági üzem adatai alapján. A modell magyarázó változói között azon termelési tényezők (takarmány, tenyészanyag, élő munka, víz) és termelési

infrastrukturális adottságok (nádas aránya, a tavak átlagos mélysége) szerepelnek, amelyeket a legfontosabbnak gondolunk a termelés szempontjából. A fent említett inputok egyben a legjelentősebb költségtenezők a halastavi termelés során (Karnai és Szűcs, 2020). A parametrizált függvényre alapozva a tanulmány céljai a következők:

i) annak vizsgálata, hogy a hazai tógazdasági akvakultúrában milyen mértékben járulnak hozzá ezen tényezők a hozamok alakulásához; illetve

ii) annak elemzése, hogy az egyes inputok (víz, munkaerő, tenyészanyag) esetleges hiánya milyen mértékben korlátozhatja ágazati szinten a termelést.

Hipotézisünk szerint a klasszikus hozamfokozó termelési tényezők (takarmány és tenyészanyag) statisztikailag szignifikáns módon, pozitív irányban befolyásolják a hozamokat. Szintén pozitív hatással van a hozamokra az alkalmazotti létszám növelése, a vízhasználat és a nagyobb vízmélység, ugyanakkor feltevésünk szerint ezek a magyarázó változók a pozitív koefficiens ellenére sem bizonyulnak szignifikánsnak a következő megfontolások miatt.

Az összlétszámra vonatkozó adatok egyfelől fontos információt rejtenek el arról, hogy az alkalmazotti létszám hogyan oszlik meg üzleti vezetők, agronómusok, halászmesterek, halászok, segéd munkások, gépkezelők, gépszerelő-karbantartók, valamint az adminisztrációs személyzet között. Másfelől a több ágazatban tevékenykedő gazdaságok esetében jelentős nehézséget rejt magában a tógazdasági ágazatra osztott alkalmazottak számának meghatározása az adatszolgáltatás során. Nyilvánvalóan ezek a bizonytalansági tényezők rontják a munkaerő mint magyarázó változó szignifikanciáját.

A tó mélység növelésével a víztér is növekszik, ami véleményünk szerint a hozamokra pozitív hatással van. Ugyanakkor a nyilvántartott vízmélységnek csak egy része

a hasznos termelő vízszlop magassága, egy másik hányada az iszapréteg, amelynek nagysága biológiai-kémiai folyamatok (pl. redukációs folyamatok hatásaként káros gázok szabadulhatnak fel) miatt kockázati tényező a hozamokra nézve. Az iszapréteg jelentősen változik az egyes gazdaságok között, és ez a tény a hozamok, valamint a vízmélység mint magyarázó változó közötti statisztikai kapcsolat erősségét ronthatja (Bercsenyi et al., 2011, Horváth et al., 2018).

Az egy hektárra jutó vízhasználat nagysága völgyzáró gátas tavak esetében függ a vízcseré intenzitásától, körtöltéses tavak esetében pedig a párolgási veszteség pótlásának gyakoriságától. Hipotézisünk szerint ezek a tényezők az oxigénellátottság növelésén és az egyes szerves és szervetlen vegyületek koncentrációjának csökkentésén keresztül pozitívan hatnak a hozamokra (Horváth et al., 2002). A felhasznált víz és a tó mélység közötti korreláció azonban a termelési függvényben a multikollinearitáson keresztül ronthatja a víz mint magyarázó változó szignifikanciáját.

Végül a nádas aránya mint magyarázó változó hipotézisünk szerint negatív kapcsolatban van a pontyhozamokkal. Egyrészt a nádas kiterjedésének növelése csökkenti a termelésre rendelkezésre álló vízfelületet, másrészt problémát okoz a lehalászás során, harmadrészt a nád elsődleges termelőként kivonja a hasznos tápanyagokat a tavi körforgásból, csökkentve ezzel a tápláléklánc azonos szintjén álló fitoplankton biomassza termelődésének intenzitását, közvetve pedig a ponty táplálékát képező zooplankton állományát is (Jones et al., 2017, Kerepeczki et al., 2011). Meg kell említeni ugyanakkor, hogy a nádashoz olyan ökoszisztéma-szolgáltatások (Árva et al., 2015), valamint hasznosítási lehetőségek és tájképi értékek köthetők (Szűcs et al., 2007), amelyek – a közvetlen termelési-gazdasági hátrányok ellenére – indokolják a makrovegetációs terület meghagyását.

Adatok

A vizsgálathoz szükséges üzemszintű információkat az Agrárgazdasági Kutató Intézet (AKI, jelenleg Agrárközgazdasági Intézet) által a 2016. évre vonatkozó lehalászási jelentés keretében gyűjtött adatok szolgáltatták, amelyeket a 393 jelentésre kötelezett tógazdasági üzem nyújtott be. A jelentőlap információt nyújt a tóterületről, a lehalászási eredményekről (fajonkénti és korcsoportonkénti bontásban), a kihelyezett tenyészanyagról, a felhasznált takarmányról, az alkalmazottak létszámáról, a felhasznált víz mennyiségéről, az átlagos vízmélységről és a nádas arányáról. Az egyes üzemekre vonatkozó adatokat az elemzés során anonim módon (cégnév ismerete nélkül), az AKI adatkezelési szabályzatának megfelelően használtuk fel.

A 393 üzemből azonban 142 üzem hiányos (termelési adatokat nélkülöző) jelentőlapot nyújtott be, így ezeket nem tudtuk felhasználni a kutatás során. További 95 üzem adatait azért kellett kizárni a mintából, mert olyan adatokat közöltek, amelyekből arra lehetett következtetni, hogy technológiai értelemben véve nem haltermelési tevékenységet végeznek, jóllehet a jogi szabályozás értelmében halastavat üzemeltetnek. Ezek a gazdaságok többnyire horgásztatási vagy – értékesítést megelőzően – haltárolási céllal helyeznek ki állományt kisebb halastavakba. Ezen üzemek célja nem az állomány tömegének növelése, emiatt nem vehetők figyelembe egy olyan modell parametrizálása során, amely a pontyhozamok, valamint a klaszszikus termelési tényezők között határoz meg függvényszerű kapcsolatot. Tételelesen a következő lépéseket hajtottuk végre a fent említett 95 üzem vonatkozásában:

- **Eltávolítottuk azt a 9 db üzemet, amelyek több éven keresztül (kilogrampra pontosan) ugyanazon mennyiséget jelentették le mind a lehalászott, mind a behelyezett**

állomány tekintetében. Ezen adatok hitelessége megkérdőjelezhető.

- **Eltávolítottunk 65 db üzemet az elemzésre használt adatokból, mert ezek esetében a pontyra vonatkozó tömeggyarapodási hányados alacsonyabb volt, mint 1,2. Ez következhetett akár abból, a) hogy szokatlanul magas elhullás volt ebben az időszakban, akár abból, b) hogy ezek a kisebb tógazdasági egységek elsősorban nem termelésre, hanem nagy állománysűrűségben való tárolásra és nyári értékesítésre rendezkedtek be, esetleg c) horgászati célú tavak. Mivel a többváltozós modell specifikálása során egy tipikus technológiai keretet és normális, rendkívüli elhullások nélküli időszakot feltételeztünk, ezen farmok figyelembevétele mindenképpen torzította volna a kapcsolatok feltárását.**

- **Szintén megkérdőjelezhető azon üzemek adatainak hitelessége, amelyeknél a kalkulált takarmányátalakítási hányados (FCR) 10 felett van. 21 üzemet emiatt vetünk ki az elemzéshez használt mintából.**

A fentebb leírt módon 156 eleműre csökkentett minta további tisztítására volt szükség, immár további elemszámvesztés nélkül, adatranszformációs lépésekkel. Ez a művelet elsősorban azokat a változókat (élő munka, vízfelhasználás, nádas aránya) érintette, amelyek hiányos kitöltése vagy hiteltelen értéke nem vonta maga után az egyéb változók értékének hiteltelenségét. Ilyen esetekben winzorizálással vagy az átlagos értékkel való helyettesítéssel küszöböltük ki az adatvesztést:

- **A takarmányhasználat esetében a hiányzó adatnál nullának vettük a takarmányozás szintjét és extenzív (takarmányozás nélküli) technológiát feltételeztünk az ilyen adatot közlő üzemek esetében.**

- **52 db üzemnél hiányzott a nádasterület aránya. Ezeknél a gazdaságoknál a másik 104 üzemből kalkulált átlagos (10%) értékkel helyettesítettük a nádas arányát.**

- **Ugyanilyen megfontolások alapján 10 üzem esetében, ahol hiányzott a vízfelhasználásra vonatkozó adat, a többi üzem**

adataiból kalkulált átlagos (11 405 m³/ha) értékkel helyettesítettük a vízfelhasználást.

• Mivel a hektáronkénti vízfelhasználásra vonatkozó adatok nagyon nagy szórást mutattak – és ez adódhat a vízhasználat különféle értelmezési módjából völgyzáró gátas tavak esetén –, az extrém értékek modellparaméter-torzító hatását winzorizálással oldottuk meg: az értékek alsó 5 százalékát az 5. percentilishez tartozó értékre módosítottuk, míg a felső 5 százalékát a 95. percentilishez tartozó értékre változtattuk.

• Hasonlóan 90 százalékos winzorizálást alkalmaztunk a – hektáronkénti – élőmunka-felhasználásra vonatkozó adatoknál. Ez esetben azért zártuk ki a szélsőséges értékeket, mert azok adódhattak a ténylegesen a halászati ágazatra allokált munkaidő nehéz meghatározásából a több ágazattal rendelkező gazdaságoknál. Így azon üzemek esetében, amelyek nem adtak vagy nullához közeli adatot közöltek az alkalmazottak létszámára, illetve az alkalmi munkára vonatkozóan, 0,009 ÉME/ha értékkel helyettesítettük az élőmunka-felhasználást. (Ez a szám az adatsor alsó decilise az élőmunka-felhasználás tekintetében.)

Az elemzéshez használt mintában vé-

gül 156 db üzem maradt, amely az összes jelentést leadó üzem 39,7 százaléka. Ugyanakkor a teljes bruttó pontytermelés (2016-ban 19 858 tonna) 70,1 százaléka ebből a 156 üzemből származott, egyben ezek az üzemek gazdálkodnak az összes üzemelő tóterület (26 460 hektár) 71,3 százalékán.

A hozammodell matematikai formája és változói

A modellekben alkalmazott eredmény- és magyarázó változókat az 1. táblázat tartalmazza.

A termelési függvény matematikai keretének a fentebb említett tanulmányokban is használt formulát, a Cobb–Douglas típusú specifikációt választottuk. Az egyenlet [1] – a hagyományosan elterjedt logaritmikus formában kifejezve – a következő:

$$\begin{aligned} \ln y_i = & \beta_0 + \beta_1 \ln(f_i) + \beta_2 \ln(s_i) + \\ & + \beta_3 \ln(l_i) + \beta_4 \ln(w_i) + \beta_5 \ln(R_i) + \\ & + \beta_6 \ln(D_i) + \varepsilon_i \end{aligned} \quad [1]$$

Az egyenletben az y , f , s , l , w , R és D változók az 1. táblázatban ismertetett eredmény-, illetve magyarázó változókat jelölik, a β_i értékek a kutatás során megbecsülendő koefficiensek, ε pedig a normál eloszlású

I. táblázat
A termelési függvényben szereplő eredmény- és magyarázó változók
(Output and input variables of the carp yield model)

Változó (Variable)	Jelölés (Sign of variable)	Mértékegysége (Unit)
Hektáronkénti bruttó pontyhozam (Per-hectare carp yield)	y	kg/ha
Hektáronkénti takarmányhasználat (Per-hectare feed use)	f	kg/ha
Hektáronkénti tenyészanyag-kihelyezés (Per-hectare stocking material)	s	kg/ha
Hektáronkénti élőmunka-használat (Labour per hectare)	l	ÉME/ha ²
Hektáronkénti éves vízfelhasználás (Per-hectare water use)	w	m ³ /ha
Nádas aránya (Reed cover as percentage of pond area)	R	%
Tavak átlagos mélysége (Avg. depth of ponds)	D	m

Forrás: saját szerkesztés, 2020

² Éves munkaerő egyenérték. Számítása: Teljes és részmunkaidős alkalmazottak száma + Alkalmi munkavállalók éves munkaerő-egyenértéke.

maradékváltozó. A modellek paramétereit kétfajta eljárással határoztuk meg: a) legkisebb négyzetek (OLS) módszerével, illetve b) kvantilis regressziós becslőfüggvénnyel, az eredményváltozók feltételes eloszlásának 3 különböző kvantilisére illesztve a függvényeket. A kvantilis (kiemelten a medián) regressziós eljárás az OLS-megközelítésnél kevésbé érzékeny a kiugró értékekre. Emiatt a koefficiensek becslült értékét kevésbé torzítja az olyan üzemek mintában való jelenléte, amelyeknél az egy hektárra jutó inpushasználat vagy a hozamok nagyon eltérnek a többi üzemtől (Koenker és Hallock, 2001). A mediánon (0,5) kívül két másik decilisére (0,2, illetve 0,8) is becslültünk, aminek az az oka, hogy az átlagosnál magasabb és alacsonyabb hatékonysággal dolgozó üzemekhez tartozó modellparamétereket is vizsgálni szeretnénk volna.

EREDMÉNYEK

A hozammodell paramétereit és értelmezése

Előzetesen az 1. táblázatban említett összes magyarázó változót használva parametrizáltuk a modellt. A tömelységet

azonban a későbbiekben kivettük a magyarázó változók sorából, hiszen egyrészt nem volt szignifikáns változó, másrészt erős kollinearitást mutatott más változókkal (magas VIF³ értéke volt). Ez abból adódik, hogy a tavak vízmélysége erős korrelációt mutat a felhasznált víz mennyiségével. A másik öt magyarázó változóval specifikált Cobb–Douglas-függvény becslült paramétereit a 2. táblázatban láthatók. A Cobb–Douglas-modell paramétereit elaszticitást fejeznek ki, tehát megmutatják, hogy az egyes magyarázó változók mennyiségének 1 százalékkal történő emelése hány százalékkal emeli a pontyhozamot.

Az OLS (legkisebb négyzetek) módszerével készült paraméterbecslés *t* értékei alapján a takarmányhasználat, a tenyésztanyag-kihelyezési sűrűség és a nádas aránya erősen szignifikáns változó az egyes üzemek pontyhozamai közötti eltérés magyarázatában. Ugyanakkor az élőmunka-intenzitás és a hektáronkénti vízfelhasználás koefficienséhez is olyan *t* érték tartozik ($p < 0,1$), amely indokolja ezen változók meghagyását a modellben, hiszen további magyarázó erővel bírnak a hozamok alakulására.

2. táblázat

Az egy hektárra jutó pontyhozamot leíró Cobb–Douglas-függvény becslült paramétereit OLS és kvantilis regressziós becsléssel (a feltételes eloszlás 2., 5. és 8. deciliséire illesztve) (Parameter estimates for the Cobb–Douglas carp yield model using OLS and quantile regression methods (for quantile levels 0.2, 0.5 and 0.8))

	OLS becslés (OLS estimate)	Kvantilis regressziós becslés (a feltételes eloszlás deciliséire) (Quantile regression)		
		0,2	0,5	0,8
Konstans (<i>Constant</i>)	2,081 ($p < 0,001$)	0,883	1,986	3,030
Ln(<i>f</i>), takarmány (<i>feed</i>)	0,117 ($p < 0,001$)	0,323	0,190	0,095
Ln(<i>s</i>), tenyésztanyag (<i>stocking mat.</i>)	0,628 ($p < 0,001$)	0,548	0,514	0,579
Ln(<i>l</i>), élő munka (<i>labour</i>)	0,060 ($p = 0,06$)	0,045	0,057	0,010
Ln(<i>w</i>), víz (<i>water</i>)	0,066 ($p = 0,09$)	0,037	0,082	0,053
Ln(<i>R</i>), nádborítás, % (<i>reed cover</i>)	-0,054 ($p = 0,01$)	-0,058	-0,041	-0,023

Forrás: saját szerkesztés, 2020

³ *Variance Inflation Factor* = variancianövekedési tényező.

A legmagasabb koefficiense (~0,5-0,6) minden becslési módszer mellett a tenyészanyagoknak van, ami azt mutatja, hogy a tenyészanyag mennyiségének 10 százalékos emelése mintegy 5-6 százalékkal növeli a hozamokat, feltéve, hogy más inputok mennyiségét azonos szinten tartják.

A takarmányhoz tartozó koefficiens jelentősen változik a becslés módszere szerint: míg az átlagos (OLS-módszer) és medián termelékenyséű üzemek (kvantilisregresszió 5. decilis) tekintve ez az érték 0,12-0,18, addig az alacsonyabb hatékonyságú üzemeknél (2. decilishez tartozó regresszió) a koefficiens értéke 0,3. Ez azt jelenti, hogy az utóbbi üzemek csoportján belül a bruttó pontyhozamok eltérését a népesítési technológián túlmenően a takarmányozási technológiában lévő különbségek is jelentős mértékben magyarázzák.

Hasonlóan igaz ez az élőmunka-felhasználás, valamint a vízfelhasználás tekintetében is: az alacsonyabb hatékonyságú üzemek (2. decilishez tartozó regresszió) esetében nem jelentős ezen inputok magyarázó ereje, a népesítési és a takarmányozási technológiában lévő különbségek „elnyomják” ezen inputok szerepét. Másként megfogalmazva a legrosszabb hatékonyságú üzemek hozamai elsősorban a tenyészanyag és a takarmányhasználat intenzitásának növelésével tudják elérni, mérsékelt jelentősége van a vízcserre (pótló víz) és az élőmunka-ellátottság növelésének. Ezzel szemben a jobb inputhatékonysággal üzemelő gazdaságok esetén a további intenzifikációhoz szükség van új munkaerő bevonására is.

A nádas aránya mint magyarázó változó – az előzetes feltevéseknek megfelelően – negatív koefficienssel jár. Ez annyit tesz, hogy egy átlagos tó esetében a nádborítás 10 százalékról 11 százalékra való terjeszkedése mintegy 0,5 százalékkal csökkenti a pontyhozamokat. Extenzív technológiát folytató üzemek esetén ez nagyobb, intenzívebb tógazdaságok esetében pedig kisebb hozamváltozással jár.

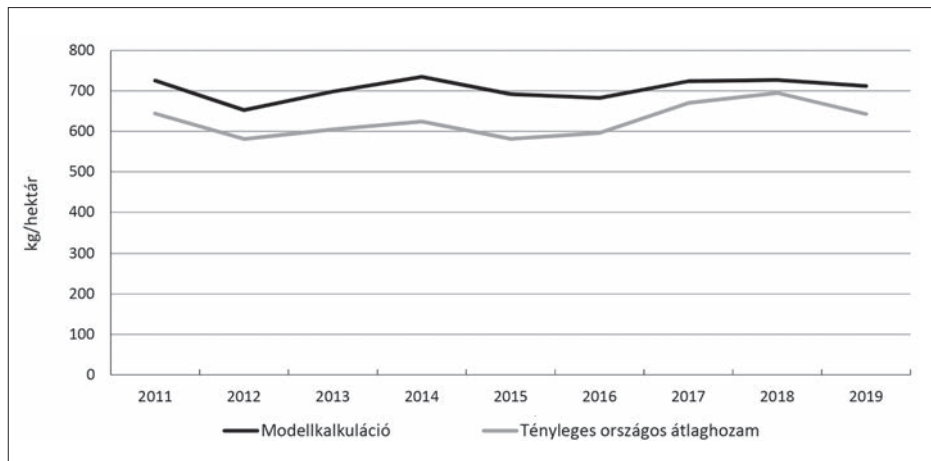
A hozammodell validálása

Annak vizsgálatára, hogy az egyes üzemek 2016-ra vonatkozó adatai alapján parametrizált hozammodell mennyiben használható az országos átlaghozamra vonatkozó előrejelzésekhez, összevetettük a modell alapján kalkulált értékeket a tényleges adatokkal a 2011–2018. évre vonatkozóan. Az előbbi (kalkulált) értékeket úgy kaptuk, hogy az országos lehálászási jelentés által (Kiss, 2020) az egyes évekre megadott takarmányhasználatot, tenyészanyag-kihelyezést, vízfelhasználást és alkalmazotti létszámot elosztottuk az adott évben üzemelő tóterület nagyságával, majd az így származtatott adatokat használtuk a modell magyarázó változóiként. Ezen felül ezt az adatsort kiegészítettük a nádas átlagos arányával az adott évre vonatkozóan.

Az eredmények azt mutatták, hogy a becslésre a 2. decilisse illesztett regressziós modell használható leginkább. Ennek oka abban keresendő, hogy az országos átlagos hozam nem egy „átlagos” termelőüzem hozamát jelzi, hanem egy rosszabb hatékonyságú üzemét. Ennek oka abban rejlik – az előző fejezetben említetteknek megfelelően –, hogy a jelentést leadó üzemek jelentős része nem végez konvencionális értelemben vett haltermelési tevékenységet, így az ilyen üzemek aggregátumokba vétele csökkenti az átlagos ágazati hozamokat, valamint az egyéb termelési intenzitást mérő mutatókat. Márpedig az országos jelentésben kalkulált hazai átlaghozam azokat az üzemeket is tartalmazza, amelyek csak tárolják vagy horgászattási céllal telepítik a halakat. Az elemzésre használt minta alapján számolt átlagos és medián hozam egyébként mintegy 100 kg/ha-ral magasabb az aggregált ágazati mutatókból számított átlaghozamnál.

A fentiekből következően egy alacsonyabb inputhatékonyságot tükröző hozamra vonatkozó tényleges adatsor csak

I. ábra
Országos ágazati átlaghozamra vonatkozó tényleges adatok 2011–2018 között, valamint ugyanezen évek inpuhasználatra vonatkozó adataiból kalkulált hozamok a 2. decilisre becsült regressziós modell alapján
(Comparison of model-calculated (black line with marks) and reported data (red line) for average carp yields for the period 2011–2018. Model outputs are calculated with quantile regression method (0.2) and model input variables for each year are determined by average input use reported in national statistics (Kiss, 2020) for the respective year)



Forrás: saját szerkesztés Kiss (2020) alapján

egy alacsony hatékonyságú üzemeken parametrizált hozammodell eredményével vethető össze. Ezt az összevetést az 1. ábra mutatja, ahol a 2011–2018 közötti országos átlaghozam van ábrázolva modellkalkulációkkal.

Az 1. ábrán a párhuzamos vonalakkól jól látható, hogy bár abszolút értékben mintegy 10 százalékkal túlbecsüli a modell az országos átlaghozamra vonatkozó tényleges adatokat, a pontytermelés egyes évek közötti ingadozásainak leképezésére mégis alkalmas, hiszen a pozitív-negatív irányú mozgások hasonló nagyságúak a mért és a becsült adatok között. A korrelációs együttható a két adatsor között 0,77.

A vízhiány és a munkaerőhiány szimulált hatása az ágazatra

A bevezető részben szót ejtettünk arról, hogy a tógazdasági termelést visszafoghatja a jövőben egyes erőforrások (víz, munkaerő) korlátozott rendelkezésre állása, tekintettel a klímaváltozásra és a munkaerőpiaci

folyamatokra. A fenti tényezők hatását a hozammodell differenciálásával (adott magyarázó változó szerinti deriváltjának számításával) vizsgáltuk. A differenciálást a legkisebb négyzetek (OLS) módszerével paraméterezett egyenleten végeztük, hiszen a ténylegesen termelő tógazdasági üzemeket ez jellemzi leginkább. Ugyanakkor az ágazati szintre való átszámításkor csak azt a 19 000 hektár üzemelő halastavat vettük figyelembe, amelyen a minta alapját képező 156 üzem gazdálkodik. Mivel a többi jelentést leadó üzem nem végez konvencionális értelemben vett haltermelési tevékenységet, ezért ezen üzemek termelési eredményeit más módon befolyásolja az egyes inputok hiánya, amire az itt bemutatott hozammodellből nem lehet következtetni.

Fontos ágazati kérdés, hogy a foglalkoztatottság további csökkenése mennyire vetheti vissza a termelést. Az élő munka határtermékének üzemi szintű elemzésekor megállapítható, hogy amennyiben 1 hektárra számítva 0,01 fővel nő az alkalmazottak

létszáma, akkor 10,1 kg/ha-ral növelhető a bruttó hozam. Ebből arra lehet következtetni, hogy a munkaerő esetleges további csökkenése a tógazdasági szektorban egyelőre nem okozna jelentős problémát a termelésben, hiszen a munkaerő 100 főnyi csökkenése mellett mindössze 100 tonnával lenne alacsonyabb a pontytermelés.

Az időszakos vízhíány (amely elsősorban a völgyzáró gátas tavaknál okoz problémát) termelés-csökkenítő hatása az utóbbi évek szélsőséges hidrológiai eseményeivel vált fontos kérdéssé. Az egyes években felhasznált víz mennyisége 2012 óta 243 és 289 millió m³ között ingadozott. A termelési függvény vízfelhasználási változó szerinti deriváltja azt mutatja, hogy a vízcsera 1000 m³-rel való növelése hektáronként mintegy 6 kg-mal növeli a bruttó pontyhozamot. Ágazati szinten vizsgálva amennyiben 50 millió m³-rel csökkenne a haltermelésre rendelkezésre álló vízkészlet, úgy modellkalkulációk szerint mintegy 300 tonnával csökkenne a pontytermelés.

Amennyiben az élő munkán és a vízkészleten túl az egyéb termelési tényezők ágazati szerepét vizsgáljuk, fontos kérdés, hogy az évről évre változó mennyiségben rendelkezésre álló tenyészanyag milyen mértékben befolyásolja az őszi lehalászási eredményeket. Az elmúlt éveket tekintve a behelyezett pontytenyészanyag (egy- és kétnyaras állomány) nagysága 5300 és 6300 tonna között ingadozott. A parametrizált termelési függvény azt mutatja, hogy a jelenlegi országos átlagos kihelyezés mellett 1 kg tenyészanyag határterméke 2,7 kg. Ez ágazati szinten azt jelenti, hogy az előző évihez képest 500 tonnával nagyobb kihelyezés mintegy 1375 tonnával több ponty termelését jelentené, amennyiben a szezon klimatikus viszonyai hasonlóak lennének, és az egyéb inputok felhasználása azonos lenne.

KÖVETKEZTETÉSEK

A tanulmányban a hazai tógazdasági üzemek adatait felhasználva függvényeszerű

összefüggést határoztunk meg a pontyhozamok, illetve a főbb termelési tényezők között. A termelési függvény paramétereinek elemzése során megállapítottuk, hogy a termelési inputok közül a takarmányhasználat és a tenyészanyag-kihelyezés intenzitásán kívül az egy hektárra jutó élő munka, valamint a felhasznált víz mennyisége is szignifikáns módon befolyásolja a hektáronkénti hozamok alakulását. Ezen túlmenően a termelési infrastruktúra jellemzői közül a nyílt vízfelület és a nádas egymás közötti aránya is meghatározó tényező, ugyanakkor a vízmélység nem bizonyult szignifikáns változónak a vizsgált gazdaságok adatai alapján. A modell alapján az országos termelési eredményt nagymértékben befolyásolja az előző év egy- és kétnyaras pontytermelése, vagyis az adott évre rendelkezésre álló tenyészanyag. Ezzel szemben a foglalkoztatás jelenlegi szintje mellett a munkaerő-kínálat esetleges további szűkülése nem jelenthet komoly korlátozó tényezőt a hazai pontytermelés volumenének fenntartását tekintve, amennyiben a termelési függvény határtermékét vizsgáljuk. Itt azonban fel kell hívni a figyelmet arra, hogy – rendelkezésre álló adatok hiányában – az egyes üzemek gépesítetttségére vonatkozó indikátor nem szerepelt a magyarázó változók között a termelési függvény meghatározása során. Valószínűsíthető, hogy a paraméterezett függvény alapján a hozamok azért nem érzékenyek jelentősen az ágazati foglalkoztatottság szintjére, mert azon üzemek, amelyek alacsony élőmunka-intenzitással termelnek, az átlagosnál jobban gépesítettek. Nagyon heterogén az egyes üzemek gyakorlata a gépesítetttség mértékében a trágyázási, takarmányozási, tókarbantartási, valamint a lehalászási és rakodási tevékenységek során. Emiatt az országos termelés mennyisége csak abban az esetben robusztus a munkaerő-kínálat csökkenésére nézve, ha a termelők fokozatos gépesítéssel kiváltják a jelentős élőmunkaigényt. Végül a vízfelhasználást tekintve a

paraméterezett függvény arra enged következtetni, hogy az a mintegy 30–50 millió m³-nyi mennyiség, amely az elmúlt évek során a különbséget képezte az egyes szezonok között a felhasznált víz tekintetében, szintén nincs jelentős hatással az országos termelés kilátásaira. Természetesen ez az országos aggregált adatra igaz, a Dél-Dunántúl egyes vízfolyásaira jellemző, több héten át tartó lokális vízhiány komoly problémát okozhat az ott elhelyezkedő völgyzáró gátas üzemek esetében.

A fenti eredmények értékelésekor egyben meg kell említeni, hogy az eredmények és következtetések alapját képező termelési

függvény egyetlen év (2016) üzemsoros adatai alapján lett paraméterezve. Robusztusabb megállapítások eléréséhez a kutatást folytatni kell több évre kiterjedő adatbázist alapul véve, esetleg panelregresszió alkalmazásával. További fontos lépés lenne a modell nagyobb magyarázó képességének (magasabb determinációs együttható) eléréséhez, hogy az alkalmazott szerves trágya mennyiségét is bevonjuk a modell magyarázó változói közé. Erre a vizsgálatra a későbbiekben lehetőséget teremt az, hogy 2018-tól kezdődően a tógazdaságok számára kiküldött éves jelentőlap a trágya alkalmazására vonatkozó információkat is kér.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- Ahmed, N., Alam, M. F. & Hasan, M. R. (2010). The economics of sutchi catfish (Pangasianodon hypophthalmus) aquaculture under three different farming systems in rural Bangladesh. *Aquaculture Research*, 41, 1668–1683.
- Ali, H., Murshed-e-Jahan, K., Belton, B., Dhar, G. C. & Rashid, H. O. (2016). Factors determining the productivity of mola carplet (Amblypharyngodon mola, Hamilton, 1822) in carp polyculture systems in Barisal district of Bangladesh. *Aquaculture*, 465, 198–208.
- Ali, H., Rahman, M. M., Murshed-e-Jahan, K. & Dhar, G. C. (2018). Production economics of striped catfish (Pangasianodon hypophthalmus, Sauvage, 1878) farming under polyculture system in Bangladesh. *Aquaculture*, 491, 381–390.
- Árva, D., Tóth, M., Horváth, H., Nagy, S. A. & Specziár, A. (2015). The relative importance of spatial and environmental processes in distribution of benthic chironomid larvae within a large and shallow lake. *Hydrobiologia*, 742, 249–266.
- Bates, B. (2009). *Climate Change and Water: IPCC technical paper VI*. World Health Organization.
- Bercsenyi, M., Hancz, Cs., Havasi, M., Ördög, V. & Szathmári, L. (2011). *Haltenyésztés*. „E-tananyag” az Állattenyésztő mérnöki BSc szak hallgatói számára.
- Bojtárné Lukácsik, M., Berzi-Nagy, L., Tóth, F. & Gyalog, G. (2019). Tógazdasági termelési mutató régiók és üzemméret szerinti megoszlása. *XLIII. Halászati Tudományos Tanácskozás konferenciakötete*, Szarvas, 66–70.
- Gyalog, G., Oláh, J., Békefi, E., Lukácsik, M. & Popp, J. (2017). Constraining factors in Hungarian carp farming: An econometric perspective. *Sustainability*, 9(11), 2111
- Horváth, L., Bokor, Z. & Csorbai, B. (2018). Tenyésztéstechnológia. In: Csorbai, B. & Urbányi, B. (szerk.), *A ponty (Cyprinus carpio L.) biológiája és tenyésztése* (pp. 65–94.). Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar.
- Horváth, L., Tamás, G. & Seagrave, C. (2002). *Carp and pond fish culture* (2 ed.). Blackwell Science.
- Jones, T. G., Willis, N., Gough, R. & Freeman, C. (2017). An experimental use of floating treatment wetlands (FTWs) to reduce phytoplankton growth in freshwaters. *Ecological Engineering*, 99, 316–323.
- Karnai, L. & Szűcs, I. (2020). Profitability analysis of fish production in an extensive pond fish system: a Hungarian case study. *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists*, 22(2), 60–69.
- Kerepeczki, É., Gál, D., Kosáros, T., Hegedűs, R., Gyalog, G. & Pekár, F. (2011). Natural water treatment method for intensive aquaculture effluent purification. *Seria Stiintele Vietii (Life Sciences Series)*, 21(4), 827–837.

- Kiss G. (2020). *Lehalászási jelentés 2019. év.* NAIK Agrárgazdasági Kutatóintézet. <http://repo.aki.gov.hu/3584/>
- Koenker, R. & Hallock, K. F. (2001). Quantile Regression. *Journal of Economic Perspectives*, 15(4), 143–156.
- KSH (2020). *A teljes munkaidőben alkalmazásban állók havi bruttó átlagkeresete a nemzetgazdaságban (2000–).* http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_qli012a.html
- Lacewell, R. D., Nichols, J. P. & Jammers, T. H. (1973). An analysis of pond raised catfish production in Texas. *Southern Journal of Agricultural Economics*, 5, 141–145.
- Nerrie, B. L., Hatch, L. U., Engle, C. R. & Smitherman, R. O. (1990). The economics of intensifying catfish production: a production function analysis. *Journal of the World Aquaculture Society*, 21, 216–224.
- Singh, K., Dey, M. M., Rabbani, A. G., Sudhakaran, P. O. & Thapa, G. (2009). Technical Efficiency of Freshwater Aquaculture and its Determinants in Tripura. *India Agricultural Economics Research Review*, 22, 185–195.
- Stagl, J. C. & Hattermann, F. F. (2015). Impacts of climate change on the hydrological regime of the Danube River and its tributaries using an ensemble of climate scenarios. *Water*, 7(11), 6139–6172.
- Stahl, K., Hisdal, H., Hannaford, J., Tallaksen, L., Van Lanen, H., Sauquet, E. & Jordar, J. (2010). Streamflow trends in Europe: evidence from a dataset of near-natural catchments. *Hydrology and Earth System Sciences*, 14, 23–67.
- Szűcs, I., Stündl, L. & Váradi L. (2007). Carp farming in Central and Eastern Europe and a case study in multifunctional aquaculture. In P. S. Leung, C. S. Lee & O'Bryan, P. J. (eds.), *Species and system selection for sustainable aquaculture* (pp. 389–413). Blackwell Publishing.
- Varga, M., Berzi-Nagy, L., Csukas, B. & Gyalog, G. (2020). Long-term dynamic simulation of environmental impacts on ecosystem-based pond aquaculture. *Environmental Modelling and Software*, 104755. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2020.104755>

AN ANALYSIS OF PRODUCTION FACTORS IN CARP FARMING IN HUNGARY

By: Gyalog, Gergő – Berzi-Nagy, László – Tóth, Flórián – Békefi, Emese – Bojtárné Lukácsik, Mónika

Keywords: aquaculture, pond culture, Cobb-Douglas function, water scarcity, labour shortage

JEL: Q22

Although Hungarian pond production has long been stagnant, there is a significant fluctuation between years. Moreover, difference in average carp yields of different regions is huge as well. Using econometric tools, the present study aims to identify those production inputs and characteristics of production infrastructure that explain the differences in productivity of carp farms. It was also analyzed whether and to what extent labour shortage and climate-change driven water stress may constrain production in the future. A Cobb-Douglas production function was parameterized based on data from 180 pond farms: per-hectare carp yield was the dependent variable, while major production inputs (feed, stocking material, labour, water) calculated on a per-hectare basis and infrastructural characteristics (reed coverage and average depth of ponds) were used as explanatory variables. Feed, stocking material, labour and water proved to be statistically significant determinant of carp yields, while pond depth was not significant explanatory variable in the model. Reed coverage occurred with negative and statistically significant coefficient implying that increasing the percentage of reed cover decreases yields. Extrapolation of model results to industry-level revealed that an increase of 100 tonnes in stocking material (1-year-old and 2-year-old age classes) production generates an additional production of 270 tonnes of market size fish in the subsequent year. Contrarily to stockers, model results showed that increase or shrinkage in aquaculture employment would not induce significant changes in industry output, therefore recently experienced reduction in labour supply will not constrain production in the short-term. Concerning the issue of climate change and water scarcity, econometric analysis shows that water stressed periods will not impact carp production if available water for production will not decrease by more 30-50 million m³ per year which number made the difference between dry and rainy years in recent years.