



TUDOMÁNYOS MELLÉKLET 1976

Felelős szerkesztő

DR. OLÁH JÁNOS

Szerkesztette

DR. DONÁSZY ERNŐ

Szerkesztő bizottság

DR. BAKOS JÁNOS—CSÁVÁS IMRE—DR. MÜLLER FERENC—RUTTKAY ANDRÁS

TARTALOM

<i>Bíró P., Garádi P.</i> : A dévérkeszeg (<i>Abramis brama</i> L.) alapvető populáció-paraméterei a Balatonban	2
<i>Oláh J., O. Tóth E.</i> : Az alkalikus foszfatáz enzim szerepe a halastavak foszforforgalmában	7
<i>Horváth L., H. Tamás G.</i> : A harcsa (<i>Silurus glanis</i> L.) szaporítás és az ivadékelőnevelés módszerének továbbfejlesztése	11
<i>Csengeri I., Farkas T., Majoros F., Oláh J., Rágyanszky M.</i> : Természetes és mesterséges táplálék hatása a fehér és pettyes busa máj és izom lipidjeinek zsírsavösszetételére'	14
<i>Bakos J., Krasznai Z., Mária T.</i> : A pontyfélék családjába tartozó jelentősebb tógazdasági használatok keresztezése és fajhibridjeinek vizsgálata	17
<i>Ruttkay A.</i> : A halastavak energiaforgalmáról	20
<i>Gyánó Antal</i> : Tápanyagmérleg megvonása a Bánhalma—Telekhalom III. tóban	23

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Биро П., Гаради П.</i> : Основные популяционные параметры леща (<i>Abramis brama</i> L.) на Балатоне	2
<i>Олах Я., О. Том Э.</i> : Роль фермента щелочной фосфатазы в круговороте фосфора прудов	7
<i>Хорватх Л., Х. Тамаш Г.</i> : Усовершенствование метода разведения и подращивания мальков обыкновенного сома (<i>Silurus glanis</i> L.)	11
<i>Ченгери И., Фаркаш Т., Майорош Ф., Олах Я., Радьянски М.</i> : Влияние естественных и искусствен-	

ных кормов на состав жирных кислот липидов печени и мышцы белого и пестрого толстолобика	14
<i>Бакош Я., Краснаи Э., Мариан Т.</i> : Скрещивание и исследование межвидовых гибридов ценных промысловых видов семейства карповых	17
<i>Рутткай А.</i> : О круговороте энергии рыбных прудов	20
<i>Дьяно А.</i> : Получение пищевого баланса в пруду Банхалма—Телекхалом III.	23

CONTENTS

<i>Bíró P., Garádi P.</i> : Basic population-parameters of the bream (<i>Abramis brama</i> L.) in Lake Balaton	2
<i>Oláh J., O. Tóth E.</i> : Role of alkaline phosphatase enzyme in the phosphorus circulation of fish-ponds	7
<i>Horváth L., H. Tamás G.</i> : Further development in propagation and rearing of the sheatfish (<i>Silurus glanis</i> L.)	11
<i>Csengeri I., Farkas T., Majoros F., Oláh J., Rágyanszky M.</i> : Effect of natural and artificial nutrition on the fatty-acid composition of liver and meat lipids of the silver carp and the marbled carp	14
<i>Bakos J., Krasznai Z., Mária T.</i> : Investigations on cross-breeding and inter-species hybrids of the more important cyprinids in fish-farming	17
<i>Ruttkay A.</i> : Investigations on the energy-circulation of fish-ponds	20
<i>Gyánó A.</i> : Determination of nutrient-balance in the fish-pond Bánhalma—Telekhalom III	23

A dévérkeszeg (*Abramis brama* L.) alapvető populáció-paraméterei a Balatonban

A balatoni halfogás évtizedes statisztikái szerint a dévérkeszeg az éves halzsákmánynak mintegy 70–80%-át, súly szerint 900–1100 tonna között, döntő többségét alkotja (Bíró és Elek, 1970). Sűrű állománya révén ökológiai jelentősége a tó anyag- és energiaforgalmának szempontjából lényeges; a nekton szintjén a békés halak körében döntő szerepet tölt be. Növekedésére a Balatonban korábban Wunder (1930), Woynárovich (1958), majd Ribíánszky és Woynárovich (1962) közöltek adatokat, később Pénzes (1966, 1968) végzett részletesebb, összehasonlító vizsgálatokat több magyarországi – köztük a balatoni – dévérkeszeg-állományon. A Balaton halfaunájának és a halak életkörülményeinek az utóbbi években tapasztalt gyors ütemű változása miatt, említett szerzők adatai újabbakkal egészítendő ki.

Vizsgálataink célja az alábbiakra terjedt:

1. A dévérkeszeg pikkely- és törzshossz-növekedésének meghatározása és korábbi adatokkal történő összehasonlítása, a növekedés sebességének analízise a tó 5 különböző vízterületén.

2. Tájékozódás a 1965. évi halpusztulás után az állományban bekövetkezett változásokról, így az állomány halászati kihasználásáról, valamint az eutrofizálódás és a növekedés kapcsolatairól.

3. A balatoni dévérkeszeg-populáció néhány alapvető paraméterének meghatározása, mint pl. méretmegoszlás, korösszetétel, mortalitás, produkció.

Anyag és módszer

Vizsgálataink anyagát 1972–73. július hónapjaiban Siófok, Tihany, Balatonszemes, Fonyód, Keszthely halásztelepein véletlenszerűen gyűjtöttük az 1200 m hosszú, 3,5–4 cm szembőségű kerítőhálával fogott halak közül. Megmértük törzs- és teljes testhosszukat és súlyukat. 1972-ben mintegy 881 egyedről vettünk pikkelymintát a mellúszó mögött, az oldalvonallal fölötti testfelületről kb. 10–20 db-ot. 1973 júliusában 1403 db keszegen végeztünk hossz- és súlyméréseket, pikkelyvétel nélkül. Az 1972-ben begyűjtött pikkelyek közül 4–8 jól fejlett példányt tárgylemezek közé helyeztünk, és harmincszoros nagyítással mellett mértük a téli évgűrűk sugártávolságait, illetve a teljes kaudális rádiust, majd az értékeket mm-re számítottuk vissza. Az életkort a pikkelyeken található „be-fejezett” téli évgűrűk száma szerint állapítottuk meg. Részletes pikkelyvizsgálatot 453 dévéren, kormeghatározást 720 egyedén végeztünk. Mért hossz- és súlyértékek alapján a hossz–súly viszony görbét IPM–360 tip. számítógépen határoztuk meg Huxley (1924) után (cit. Beverton and Holt, 1957). A törzshossz és a teljes kaudális rádius közötti regressziót a legkisebb négyzetek módszerével számítottuk. Ezt az értéket a testméretek visszaszámításakor (Fraser, 1916) korrekcióként vettük figyelembe. Az így visszaszámított, korcsoportokra nézve átlagos testméretek alkalmazásával grafikusán ábrázoltuk a dévérkeszegek növekedését a tó különböző területein Ford–Walford (1946) módszerével.

A növekedés sebességének korrekt összehasonlításához a visszaszámított törzshosszak használatával Bertalanffy (1938, 1957) növekedés-modelljét alkalmaztuk. A mortalitást Ricker (1958) módszere szerint határoztuk meg. A biomassa és produkció becslését Ricker és Foerster (1948), valamint Ricker (1958) szerint végeztük a halászati legintenzívebben kihasznált (3+–7+) korcsoportokra vonatkozóan. A produkcióbecsléshez szükséges pillanatnyi testsúlynövekedési együtthatók korcsoportonkénti kiszámlálását Chapman (1968) és Tesch (1968) után végeztük. Jelen tanulmányban összesen 2123 dévérkeszegen tett megfigyeléseink eredményeit foglaljuk össze.

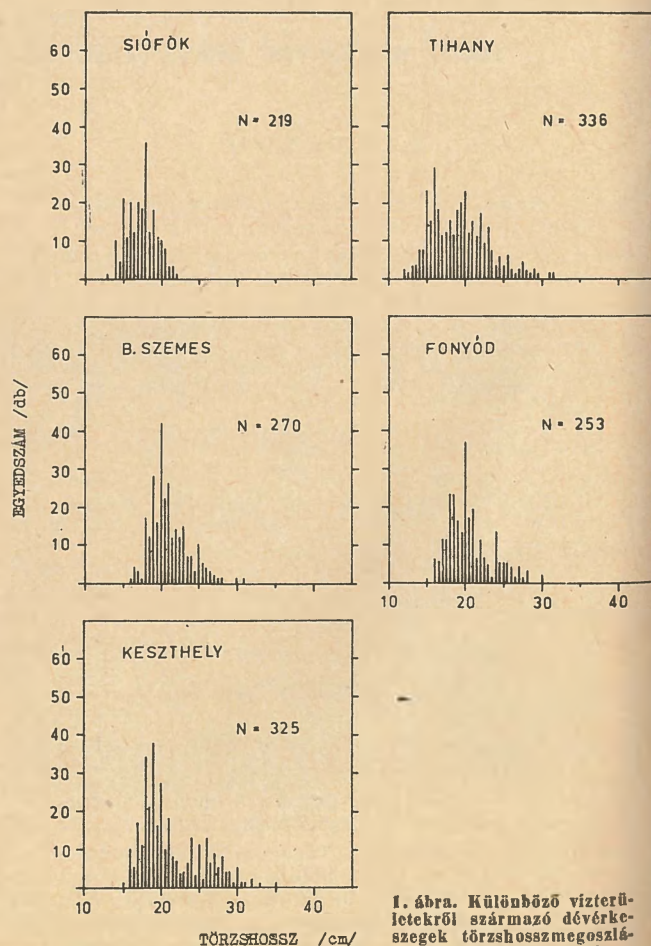
Eredmények

1. Fogásstatisztikai adatok

1950–71 között áttekintve a halászatstatisztika dévérkeszegre vonatkozó adatait, azt látjuk, hogy kisebb-nagyobb ingadozások mellett az éves fogásértékek tendenciájukban 1965-ig csökkentek, majd ettől kezdve növekedtek. 1950–71 között az átlagfogások alapján 3 szakasz különíthető el: az első 1950–52, amikor az átlagfogás kb. 20 kg-ot ért el hektáronként, a második 1952–64, amikor kb. 22 kg-ot fogtak, amely mennyiség évente 0,58 kg/halal csökkent. A harmadik szakasz 1965–71 közötti, ekkor a fogás 16 kg/ha volt.

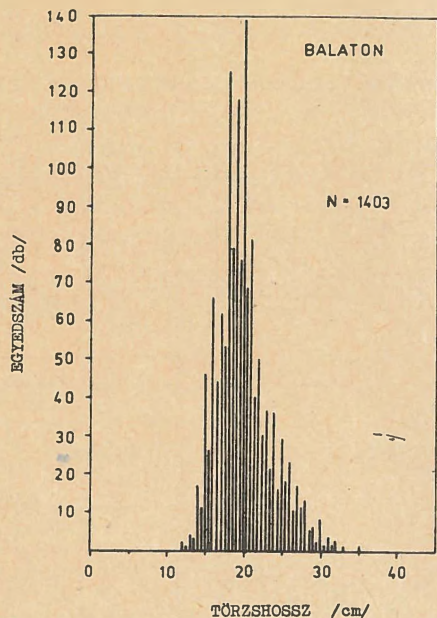
2. Törzshossz megoszlás

A Balatonból kifogott keszegek törzshossza vizsgálati anyagunkban 12–35 cm között változó (1–2. ábra), méret szerinti megoszlásukra területi ingadozások jellemzőek. Siófok táján főleg a 14–19 cm hosszúakat fogják, 20 cm felett keveset halásznak. Tihany körzetében többnyire a 15–23 cm közöttiek dominálnak. Balatonszemes környéki vizekből a 18–23 cm méretűek vannak túl-



1. ábra. Különböző vízterületekről származó dévérkeszegek törzshossz megoszlásának hisztogramjai

súlyban. Fonyódnál a fogások nagy százalékát a 17–22 cm közötti halak alkotják, de 30 cm-ig nagyobb példányok is gyakoriak. A Keszthelyi-öbölben a döntő többség 16–21 cm közötti, de gyakoriak a 23–28 cm mérethatárok közötti keszegek is — a megoszlás itt bimodálisnak látszik. A kifogott halak testhossz-megoszlása területenként



2. ábra. A vizsgálatokban szereplő dévérkeszegek (N=1403 db) méretmegoszlása

eltér; a legnagyobb példányokat — méréseink szerint — Balatonszemesen és Keszthelyen fogják, ezek kora többnyire 2+ és 4+ közötti. A 7+ korcsoportba tartozónál idősebbet nem találtunk, ami részben az intenzív halki-termelésnek tulajdonítható. Az állomány méret szerinti megoszlásában az idősebb halak szerepe (7+ és ennél is idősebb) elenyésző.

A törzshossz a különböző korcsoportokban jelentősen ingadozott, az átlagtól való eltérés $\pm 4-5$ cm volt. A mért törzshosszak alapján a tó teljes területére számított átlag korcsoportonként egyenletes ütemű növekedést mutat.

3. Hossz – súly viszony

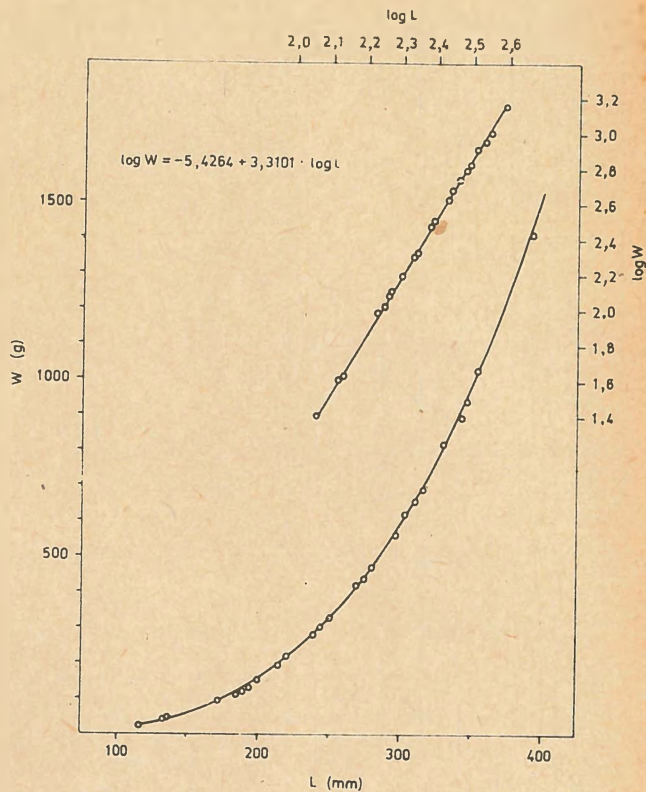
A dévérkeszeg relatív növekedését vizsgálva azt találtuk, hogy a regressziós együttható $b=3,3$ (3. ábra). Ennek értéke területileg és szezonálisan ingadozik, amely elsősorban a kondícióval és táplálékfogyasztással áll szoros kapcsolatban. A ligulózis jelentősen befolyásolja a hossz – súly viszonyt a Balatonban. Fertőzött halaknál a b regressziós együttható 2,7469 volt.

4. Pikkelynövekedés a törzshossz és a kor függvényében

Az átvizsgált keszegpikkelyeknek kb. 60–70%-a volt jól és arányosan fejlett, s mintegy 30–40%-ban találtunk deformálódást, mechanikai sérülést, illetve annak regenerálódott nyomait. A törzshossz és a pikkely teljes kaudális rádiusza közötti összefüggést a számított regressziós egyenes gyakorlatilag kielégítően tükrözi (4. ábra).

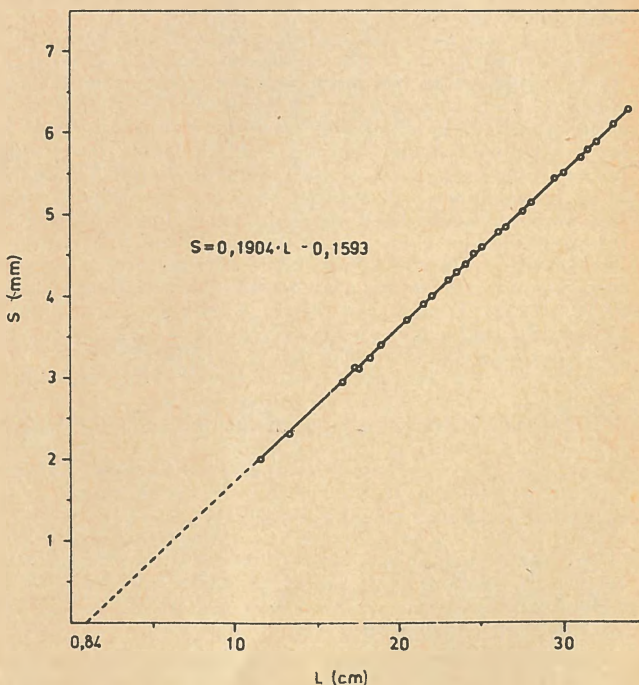
5. Törzshossznövekedés

A pikkelyekből visszaszámított törzshosszak alapján értékelve az évenkénti növekedést, azt tapasztaljuk, hogy lényeges, nagy változás a tó különböző területein nincs. A Balaton öt vizsgált területén fogott halak növekedése alapján azonban a növekedés sebességében és formájában mégis határozott eltérések állapíthatók meg (5. ábra). Az 1+ és 7+ korcsoportok átlagos törzshossznövekedése a Balatonban csaknem egyenletes, a korcsoportonkénti mérethatárok (minimális és maximális törzshossz) viszont meglehetősen nagyok. A mért testsúly és a visszaszámított

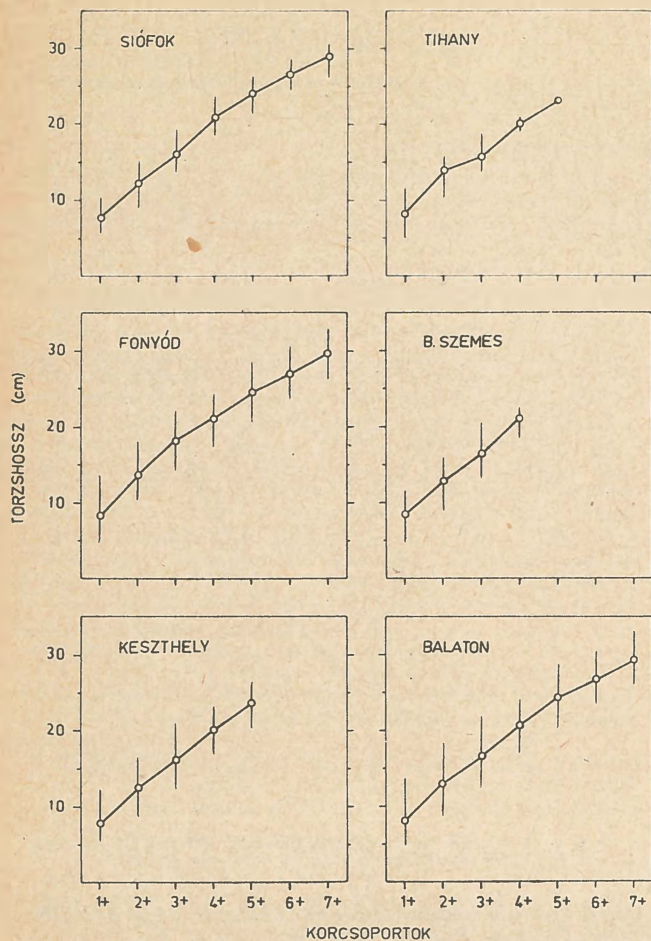


3. ábra. A balatoni dévérkeszeg átlagos testhossz-weights viszonya (L=törzshossz mm-ben, W=testsúly g-ban)

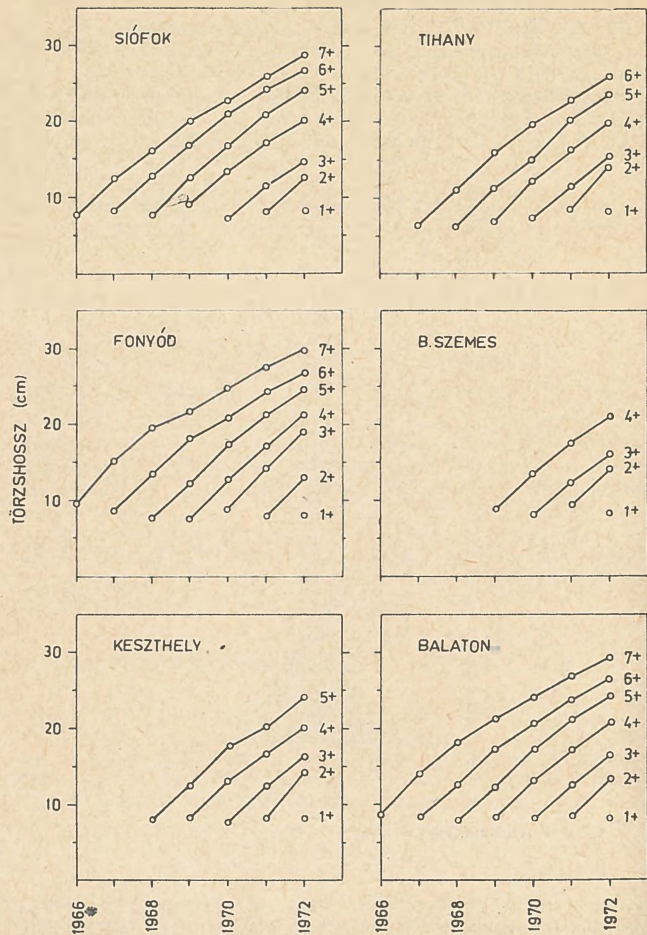
törzshossz adatokból egyaránt az látszik, hogy a tó DNy-i medencéjében Fonyód környékén és a Keszthelyi-öböl területén a dévérkeszegek nagyobb átlagsúlyúak, s a tó más vízterületeihez képest gyorsabban nőnek. Hasonló értelmű megállapításra jutunk, ha a különböző korcsoportok évjárat szerinti növekedését elemezzük (6. ábra). A növekedés ennek alapján is meglehetősen kiegyenlített, feltűnő viszont, hogy 1972-ben a 2+ és 3+ korcsoportok-



4. ábra. A pikkelyek kaudális rádiusza (S – mm-ben) és a törzshossz (L – cm-ben) közötti összefüggést kifejező lineáris regresszió



5. ábra. Korcsoportonként a pikkelyekből visszaszámított törzshossz-átlagok és minimum-maximum értékek a Balaton egyes területein, valamint az 5 vízterület alapján számított átlag



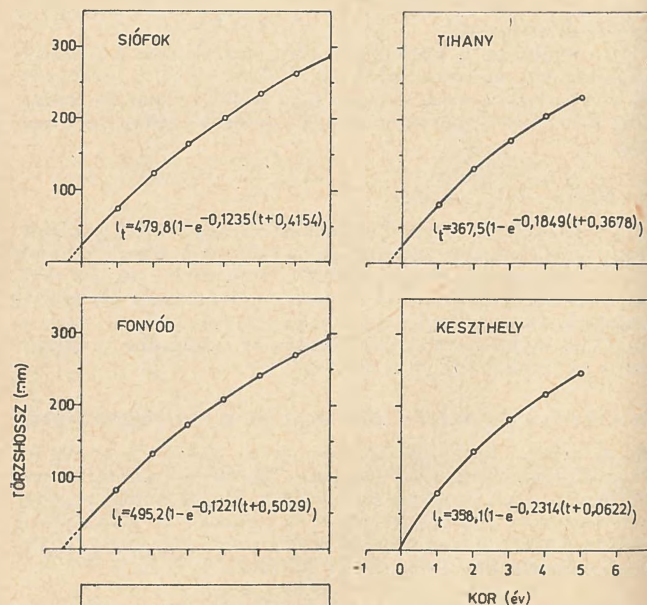
6. ábra. Különböző korcsoportok évjáratonkénti növekedése Visszaszámított átlagértékek

nak méretkülönbsége — a fonyódi anyagot kivéve — aránylag kicsi.

Területenként visszaszámított adatainkból grafikusán ábrázoltuk a törzshossznövekedést Ford—Walford (1946) módszerével. A méreteket (l_t) az egy évvel későbbiekkel (l_{t+1}) párosítva ábrázoltuk, mely pontsor által meghatározott egyenes, valamint a 45°-os diagonális metszéspontja az elméletileg elérhető maximális törzshosszat adja meg. Az L_{∞} -számértéke területenként eltérő, átlagosan a Balatonra 47,4 cm-nek adódott. Adatainkból meghatároztuk a Bertalanffy-féle növekedés-modell többi paraméterét is, így az exponenciális görbék kiindulási pontját (p renatalis kor= t_0), valamint a növekedés sebességét (K). Ábrázolva az exponenciális növekedésgörbéket, a K együttható alapján korrekt összevetést tehetünk a tó egyes területein tapasztalható növekedési sebességet illetően (7. ábra). Így Siófok és Fonyód környékén a törzshossz-gyarapodás sebessége igen hasonló, a K értéke gyakorlatilag azonos (0,12—0,12). Tihany környékén a növekedés gyorsabb ($K=0,18$), míg a Keszthelyi-öbölben $K=0,23$ valamennyi tanulmányozott terület közül a legintenzívebb.

A növekedés gyorsaságával fordított arányban áll a maximális törzshossz és a prenatalis kor számértéke. A Balatonra számított átlagos növekedés-modell értékileg a Siófok—Fonyód, valamint a Tihany—Keszthely modellek között van, így topográfiaailag a tó középső haránt-metszetét jellemzi. A hossz-növekedést különböző módszerekkel értékelve megállapítható, hogy a kapott számértékek a 2+ korcsoporttól a 7+ korcsoportig alig térnek el egymástól, amint azt a számított balatoni átlagok mutatják (1. táblázat). Ugyanezt tapasztaltuk, ha a tó öt különböző területére külön-külön végeztük el a nyert adatok fenti összehasonlítását.

Európa egyéb tavaiiban mért testhossznövekedéshez képest (cit. Backiel and Zawisza, 1968) saját adataink azt mutatják, hogy a Balatonban a dévérkeszeg aránylag egyenletesen és kielégítő intenzitással növekszik (8. ábra).



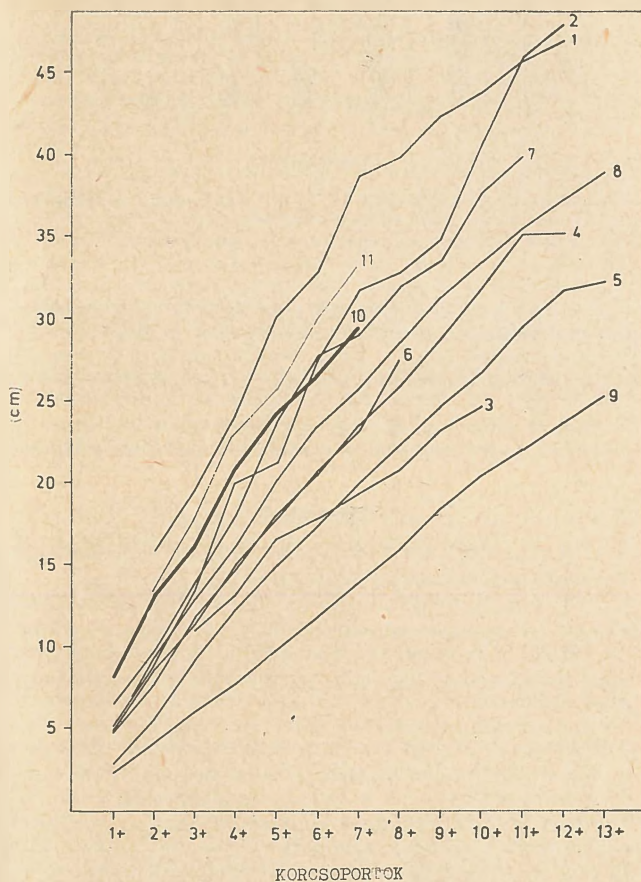
7. ábra. A törzshossznövekedés (L = mm-ben) ábrázolása

Bertalanffy (1938, 1957)-féle matematikai modellel a tó különböző részein, és a balatoni átlag. l_t = törzshossz minden t -időben, ahol $t=1$ év

1. táblázat

Különböző eljárásokkal visszszámított törzshossz-
értékek összehasonlítása a dévérkeszegen
(balatoni átlag)

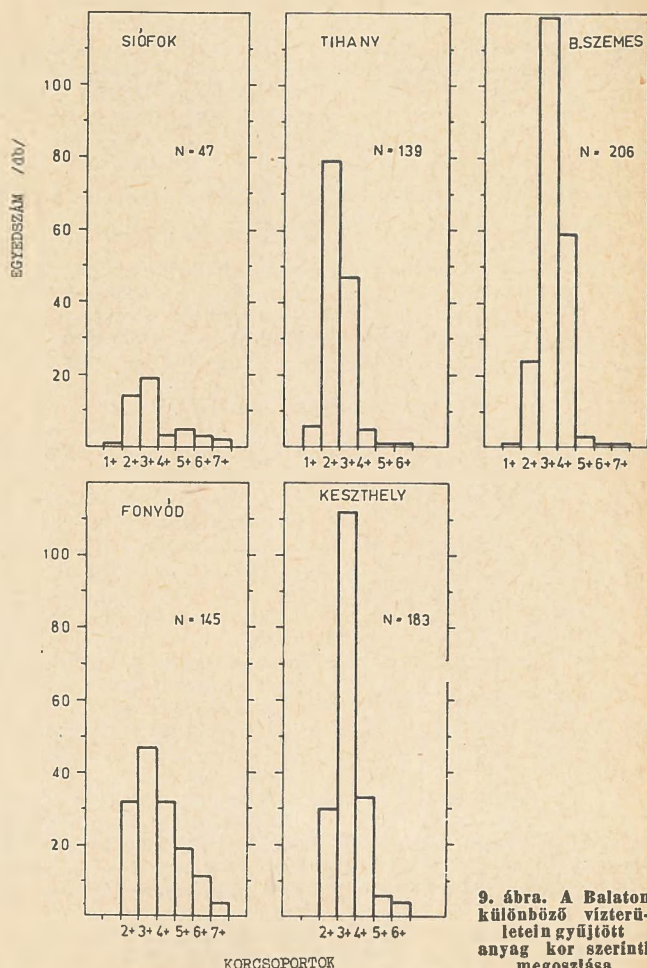
Kor- csoport	Aktuá- lis kor (év)	Visszszámított törzshosszak (cm)		
		Pikke- lyekből Fraser módsz.	Wal- ford módsz.	Berta- lanffy modell
0 +	0,46	—	—	2,8
1 +	1,46	8,1	5,7	8,2
2 +	2,46	13,0	12,8	12,7
3 +	3,46	16,7	17,2	17,0
4 +	4,46	20,8	20,4	20,7
5 +	5,46	24,1	24,0	24,0
6 +	6,46	26,6	26,9	26,7
7 +	7,46	29,3	29,1	29,2



8. ábra. A törzshossznövekedés átlagos balatoni értékeinek összehasonlítása Európa különböző vizeiben mért növekedési sebességgel
1=Bodeni-tó; 2=Plön-tó; 3=Müggelsee; 4=36 É-Németországi tó átlaga; 5=Hjälmarén; 6=14 Mazur-tó átlaga; 7=Ladog-ató; 8=Ribinszk víztároló; 9=Tuusula (No. 1-9.: cit. Backiel and Zawisza, 1968); 10=Balaton (jelen vizsgálatok); 11=Balaton (Pénzes, 1966), ez utóbbi közvetlenül mért törzshosszak alapján

6. Kormegoszlás

A Balaton 5 területéről származó mintákból – bár az egyedszámok mintavételi helyenként eltérnek – megállapítható, hogy a gazdasági fogásokban legnagyobb gyakorisággal a 2+–4+ korcsoportok találhatók. Ezek területenkénti megoszlása azonban eltérő (9. ábra). A siófoki anyagban (47 db) a 2+ és 3+ halak dominálnak, a tihanyiban (139 db) a 2+ korcsoportúak vannak túlsúlyban, míg a 3+ korcsoportba tartozó egyedek száma kevesebb. Balatonszemesen gyűjtött 206 dévérkeszeg között a túlnyomó többség a 3+ csoportba tartozott, s mennyiségileg a 4+ korúak következtek. A Keszthelyi-öbölből származó 183 db



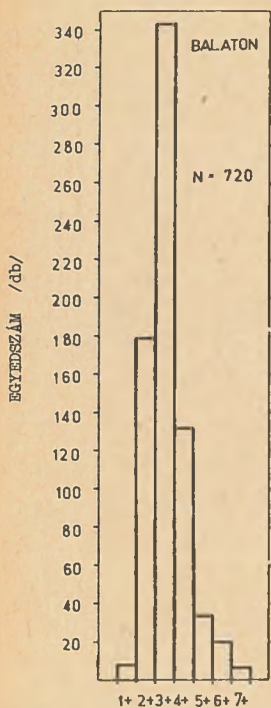
9. ábra. A Balaton különböző vízterületen gyűjtött anyag kor szerinti megoszlása

hal kormegoszlására nagy vonásokban az előbbi szekvenencia jellemző. Fonyód térségéből származó halaknál (145 db) az egyedszámok a 3+–tól a 7+ korúakig fokozatosan csökkentek. A tó 5 gyűjtőpontjáról származó összes ismert korú hal (720 db) korcsoportonkénti megoszlására jellemző, hogy a gazdasági fogásokban már tekintélyes mennyiségű 2+ korú keszeg szerepel, domináns csoport viszont a 3+, amelytől a 7+ korcsoportig haladva az egyedszámok fokozatosan és jelentős mértékben fogynak (10. ábra). 7+ korúnál idősebb halat nem gyűjtöttünk. A korcsoportok százalékos megoszlása szerint a mintának az 1+ és 2+ korcsoportok együttesen 26%-át alkotják. A 3+ korúak kb. 48%-ban találhatók, a 4+ korúak 18%-ban, az 5+ korcsoport aránya 5%, míg a 6+ 3%-ban, a 7+ pedig 1%-ban szerepelt.

7. Mortalitás

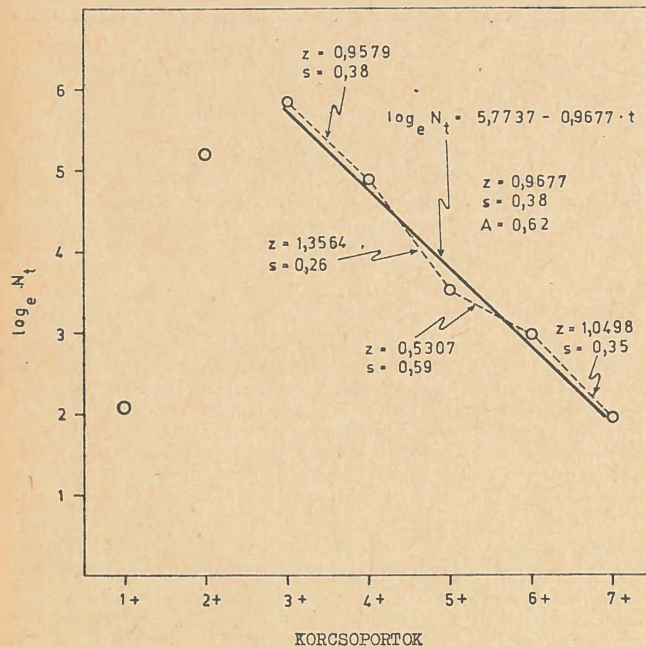
A különböző korcsoportokhoz tartozó egyedszámokat a gazdasági fogásokra nézve reprezentatív aránynak vettük, s az egyedszámok természetes alapú logaritmusainak csökkenő számértékei alapján kiszámítottuk a totális mortalitás pillanatnyi együtthatóját (11. ábra). Számításaink a mintában legnagyobb egyedszámmal szereplő 3+ korcsoporttól kezdődően a 7+ korúakig terjednek. A Balaton összetételére vonatkozó totális mortalitás pillanatnyi együtthatójának átlagos értéke $Z=0,9677$ -nek adódott. Ebből megbecsülve a túlélés arányát, azt kapjuk, hogy az $s=e^{-Z}=0,38$ azaz 38%, ebből az éves mortalitás $A=1-s=62\%$. A különböző korcsoportokra nézve ezek az értékek eltérőek, így a túlélési ráta 26–59% között, az éves mortalitás pedig ennek megfelelően 41–74% között változik. Ezek az arányok a halászatilag legkihasználtabb korcsoportokra vonatkoznak, s a fiatalabb korcsoportok (0+ és 2+) fogásbeli kis egyedszáma miatt a teljes populáció mortalitási aránya biztonsággal nem becsülhető meg, ami a 0+ és 2+ korcsoportoknál feltételezhetően a kapott

mortalitási aránynál magasabb. Az egyedszám-csökkenés döntő mértékben a halászat (+horgászat) eredménye, míg a természetes okoknak tulajdonítható pusztulási arány évente viszonylag alacsony lehet, s ez egyéb külső behatások (mérgezés stb.) mellett elsősorban az ivási periódusban tapasztalható nagyszámú elhullással magyarázható.



10. ábra. A balatoni dévérkeszeg-állomány kor szerinti struktúrája (N=tanulmányozott példányok száma)

utánpótlás az elpusztult halak kiesző biomasszáját balanszírozza. Az átlagos biomassa növekedése ($\bar{B}G$) vagyis a produkció $P=46,8$ kg. Ez évente újratermelődve, a hozam (=lehalászott halak mennyisége) és a mortalitás összegét

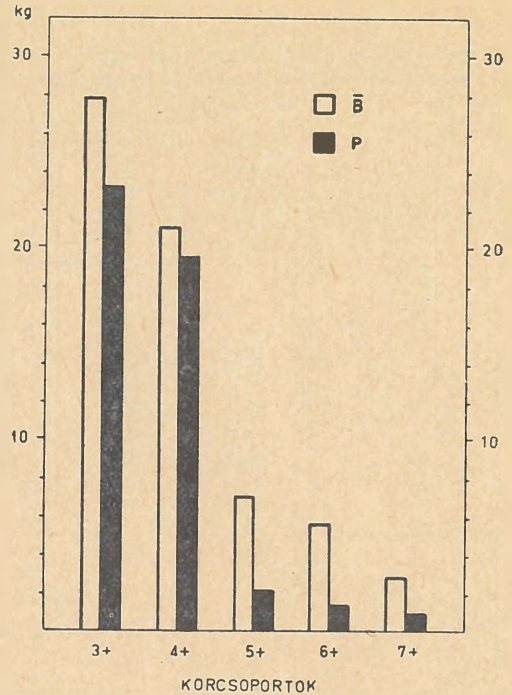


11. ábra. A totális mortalitás pillanatnyi együtthatója (Z), valamint a túlélési ráta (S %-ban) a dévérkeszeg 3+ — 7+ korcsoportjaira A = éves mortalitás %-ban. Az ordinátán N_t = egyedszámok természetes alapú logaritmusai a különböző korcsoportokban, az abszcisszán a korcsoportok ($t=1$ év intervallumban)

8. Biomassa és produkció

Ismerve a korcsoportonkénti egyedszámokat, átlagsúlyokat, a mortalitás valamint a testsúlynövekedés pillanatnyi együtthatóit, a növekedés exponenciális jellegének megfelelően becsültük a 3+ — 7+ korcsoportok átlagos biomasszáját (\bar{B}) (12. ábra). Mintánkban az átlagos biomassa 64,4 kg, éves növekedése 46,8 kg. A P/\bar{B} arány a figyelembe vett korcsoportoknál 72,6%. Az átlagos biomassa éves produkciója legmagasabb a 4+ (92,4%) és a 3+ korúaknál (83%), ezzel szemben az ezeknél idősebb példányoknál (5+ — 7+) az arány 23—32% között van.

A kezdeti biomasszából (74,1 kg) az éves mortalitásnak megfelelően elpusztul (eliminál) 62%, a túlélő biomassa 38%. Az exponenciális testsúlynövekedés és a természetes



12. ábra. A tanulmányozott 3+ — 7+ korcsoportú dévérkeszegek átlagos biomasszája (\bar{B}) és éves produkciója (P) kg-ban, mintákból

— amely a rendszer számára veszteségként jelentkezik — pótolni tudja azáltal, hogy az átlagos biomasszákat közel $3/4$ -ével megnöveli. A Balaton legnagyobb népességgel rendelkező halfajának, a dévérkeszegnek éves produkciójára kapott 72,6%-os arány magas, s a fiatalabb korcsoportok (1+ — 2+) jelenleg figyelembe nem vett produkciójával együttesen 100% körüli, sőt ennél több is lehet.

Összefoglalás

1. A pikkelyek teljes kaudális rádiusza és a törzshossz regressziója gyakorlatilag lineáris.

2. A pikkely-évyűrűkből visszszámított törzshosszak alapján a dévérkeszeg növekedése kielégítően gyorsnak mondható. Az átlagértékek kiegyenlített növekedést jeleznek, bár korcsoportonként jelentősebb mérethatárok figyelhetők meg. A törzshossz exponenciális növekedésének üteme Bertalanffy-féle modellel pontosan leírható. A növekedés nem marad el egyéb hazai vizekben megfigyelt növekedéstől, de a balatoni, európai viszonylatban is gyorsan növekedő populációinak számát. A korábbi balatoni dévérállományra vonatkozó adatokhoz képest a jelenlegi gyorsabb növekedés nyilvánvaló következménye az eutrofizálódásnak és a nyíltvízi zoobentosz mennyiségének növekedésének (elsősorban a Keszthelyi-öbölben).

3. A korábbi évek adataihoz képest a kifogott keszegek korcsoportonkénti aránya a fiatalabbak javára tolódott el, a 2+ korcsoport mennyiségileg megduplázódott, és már az évenkénti fogások 25%-át alkotja. Dominál a 3+ korcsoport, ettől kezdve a 7+ korúakig a teljes mortalitás pillanatnyi együtthatója $Z=0,9677$ -nek adódott. Innét az éves mortalitás aránya átlagosan 62%, a túlélési ráta pedig 38%. Az ÉK-i medencében a 2+ korcsoport ugrászerű növekedése a fogásokban az itteni állományrész főállaltszottságára utal.

4. Az exponenciális növekedésnek megfelelően becsülve az átlagos biomasszákat (\bar{B}), annak éves produkciója $P/\bar{B}=72,6\%$ -nak adódott a halászatilag legnagyobb mértékben kihasznált 3+ — 7+ korcsoportokban.

A tanulmányhoz tartozó irodalomjegyzéklet kérésre a Haltenyésztési Kutató Intézet (Szarvas) megküldi.

Az alkalikus foszfatáz enzim szerepe a halastavak foszforforgalmában

Az intenzíven műtrágyázott, nagy természetes hozamú halastavak foszforforgalmában a szerves foszforvegyületek ásványosítása alig vizsgált folyamat. A tófenékről, az árasztóvízből és a halastóba juttatott foszforműtrágyából származó PO_4-P beépülését az elsődlegesen és másodlagosan képződő szervesanyagba, a szerves foszforvegyületek állandó lebomlása kíséri. A lebomlás során felszabaduló, ásványosított PO_4-P így újból beépülhet a képződő szervesanyagba, biztosítva a foszfor teljes körforgását a halastóban. A szerves foszforvegyületek ásványosítása különösen fontos az intenzíven takarmányozott, vagy szerves trágyára épülő halastavi ökoszisztémákban, ahol a foszforszükséglet nagy részét a szerves foszforvegyületek biztosítják.

A lebomlás mértékének vizsgálatára a szerves foszforvegyületek bontását végző foszfatáz enzim aktivitásának mérését választottuk. A tiszta alga- és baktérium-kultúráknál alkalmazott módszert eredményesen adaptálták a természetes tavak vizében oldott és sejthez kötött foszfatáz enzim aktivitásának a mérésére (Reichardt et al. 1967; Berman, 1969., 1970; Jones, 1972).

Halastavakban az alkalikus foszfatáz enzim aktivitását egyedül Berman és Moses (1972) mérte tóvizben. Jelen munkánkban a foszfatáz enzim aktivitás méréseket kiterjesztettük az árasztóvízre, a növekedési szezonban trágyázatlan és intenzíven trágyázott tavakra és a teleteltők vizére. Mivel a halastavak üledékének foszfatáz enzim aktivitását korábban nem mérték, különösen fontosnak tartottuk a halastavi ökoszisztéma anyagcseréjében kulcsszerepet játszó üledék enzim aktivitásának a mérését. Laboratóriumi in vitro kísérletekben mértük, majd halastavi in vivo kezeléseknél ellenőriztük a szerves PO_4-P , ill. a szuperfoszfát-trágyázás hatását a halastó foszfatáz enzim aktivitására.

Kísérleti tavak

1974-ben vizsgálatainkat két, 4150 m²-es, intenzíven népesített halastóban végeztük (ponty: 2490 ha⁻¹, átlagsúly 104 g; fehérbusa: 4990 ha⁻¹, átlagsúly 16,9 g; pettyesbusa: 499 ha⁻¹, átlagsúly 87 g; amur: 1000 ha⁻¹, átlagsúly 5,9 g). A trágyázatlan kontroll mellett a trágyázott tó összesen 180 kg P ha⁻¹ szuperfoszfát műtrágyát kapott, hetenkénti adagokban. A növekedési szezonban megetetett 4 t granulált táp 0,45 százalékos foszfortartalommal számolva 18 kg P ha⁻¹ szerves-P bevételt jelentett.

Az 1974. évi kísérletben a haltermelés szempontjából alig hatásos intenzív foszfor trágyázás tényéből kiindulva, 1975-ben kísérletet végeztünk az optimális foszforműtrágya-dózis megállapítására. A vizsgálatokat 12 kis-méretű, 150 m²-es, intenzíven népesített tóban végeztük (ponty: 4000 ha⁻¹, átlagsúly 330 g; fehérbusa: 2200 ha⁻¹, átlagsúly 14 g; pettyesbusa: 1065 ha⁻¹, átlagsúly 11,3 g; amur: 732 ha⁻¹, átlagsúly 60 g).

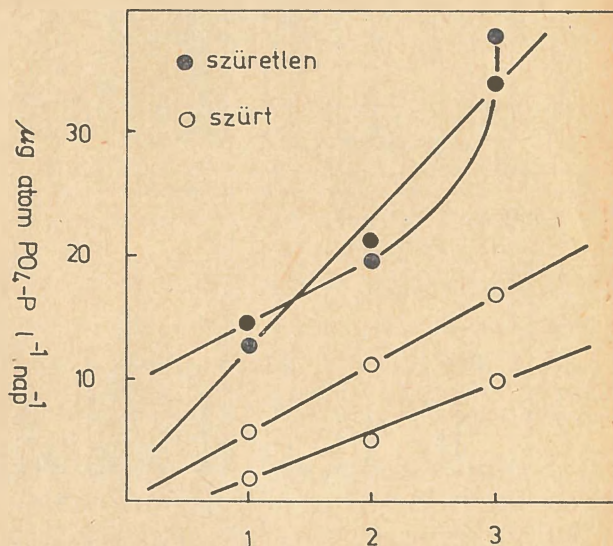
A tavak 300 kg N ha⁻¹ ammóniumnitrátot és hármas párhuzamban 0, 20, 60, 120 kg P ha⁻¹ szuperfoszfátot kaptak hetenkénti kiszórásban. A növekedési szezonban megetetett, mintegy 8 t hektárra vetített takarmánybúzával 0,33%-os P tartalommal számolva 26,4 kg ha⁻¹ szerves-P került minden kísérleti tóba.

1975 telén négy telettétő és a telettétőket friss vízzel ellátó víztároló foszfatáz enzim aktivitását mértük. Két ponty (40 t ha⁻¹ halsűrűség), egy fehérbusa (44,3 t ha⁻¹ halsűrűség) és egy pettyesbusa (45,5 t ha⁻¹ halsűrűség) monokultúras telettétő rendszert vizsgáltunk. Az átfolyóvízes telettétők vízcseréjét a szabálytalan vízellátás következtében nem lehetett mérni.

Enzim aktivitás mérés

Az alkalikus foszfatáz enzim aktivitásának mérésére p-nitrofenil foszfát szubsztrátumot használtunk és a lehasított p-nitrofenil mennyiségét mértük spektrofotometrián.

A tóvíz enzim aktivitását Berman (1970) kloroform kezelésével mértük. A kloroform nélküli eljárás a membránszűrővel szűrt tóvíz, azaz a szabad oldott enzim esetében értékelhető eredményt adott. A szűrletlen mintában jelen levő összeszim aktivitásának mé-



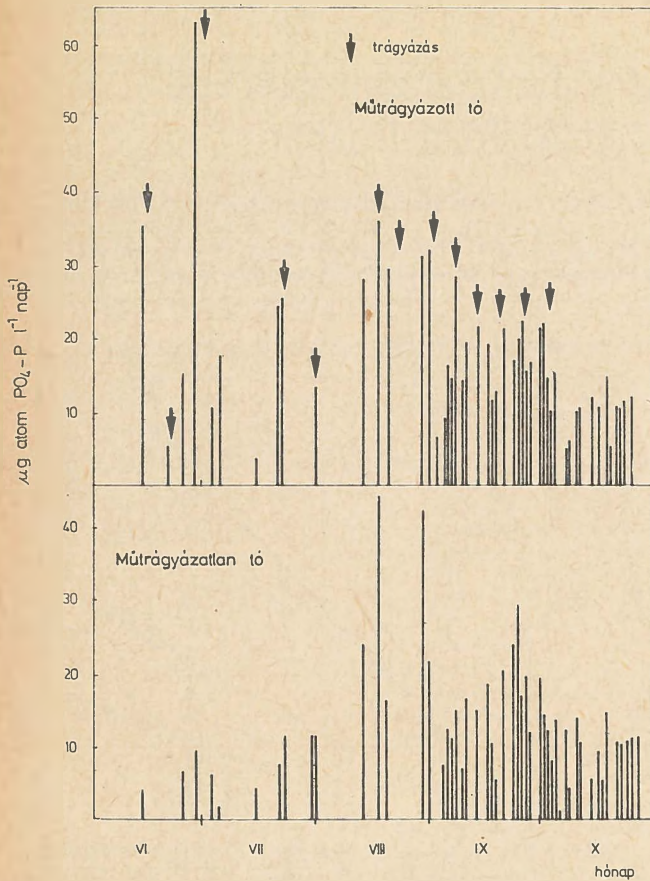
1. ábra. Szűrletlen és szűrt tóvíz alkalikus foszfatáz enzim aktivitása a háromnapos inkubálás folyamán kloroformos kezelés nélkül

résénél azonban, ha kloroformos kezelést nem használunk, a baktériumok elszaporodása következtében az enzim aktivitás exponenciálisan növekedett (1. ábra). A kloroform bakteriosztatikus hatása különösen kifejezett a halastavi üledék enzim aktivitásának mérésénél. A kloroform nélküli párhuzamoknál az enzim aktivitás gyakran duplája volt a kloroformos kezeléssel kapott értékeknek. Az üledék foszfatáz enzim aktivitásának mérésénél a Berman által használt arányokat tartva a reagens keverék összetétele a következő volt: üledék 200 mg, desztillált víz 7,8 ml, Tris puffer 4,2 ml, p-nitrofenil foszfát szubsztrátum 6 ml, kloroform 0,3 ml. A mintákat 25 °C-on inkubáltuk. A klorofilra vonatkoztatott specifikus aktivitás kiszámításához a klorofil mennyiségét Strickland és Parsons (1968) módszerével mértük.

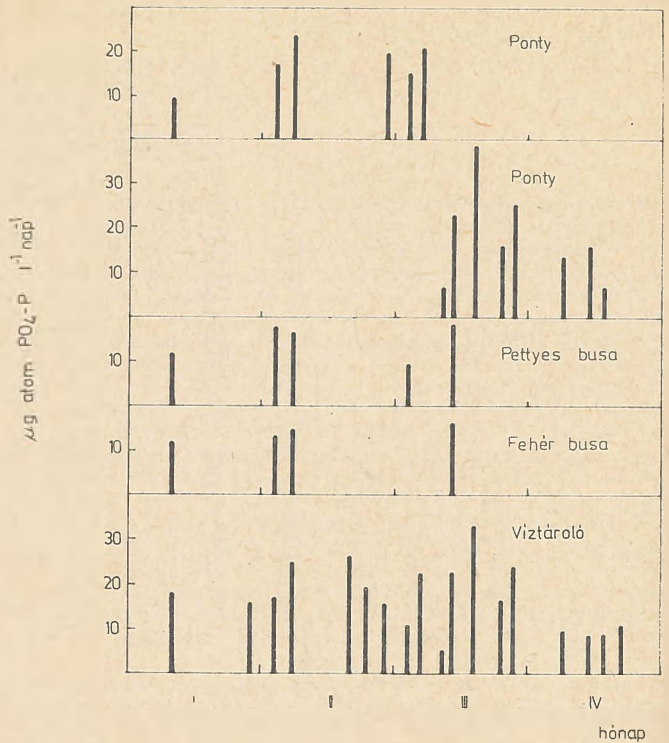
Foszfatáz aktivitás a halastó vizében

A vizsgált koratavaszi periódusban az árasztóvíznek használt körösvíz foszfatáz enzim aktivitása 8–10 µg atom l⁻¹ nap⁻¹ PO_4-P volt, valamivel nagyobb, mint a természetes vizekre eddig kapott értékek. Az eddigi vizsgálatok azonban tavakra korlátozódnak. Pluss-See: 2,4 µg atom l⁻¹ nap⁻¹ PO_4-P (Reichardt et al. 1967), Kinneret tó: 3,5–8,2 (Berman, 1970), angol tövidék 16 tava: 0,02–3,2 (Jones, 1972).

Az 1974. évi vizsgálatunk során az ammóniumnitráttal és szuperfoszfáttal intenzíven trágyázott halastóban lényegesen nagyobb enzim aktivitást mértünk, mint a trágyázatlan kontroll tóban (2. ábra). A különbség június–július hónapokban, a növekedési periódus első felében volt szembetűnő. Ekkor a trágyázatlan tóban az alkalikus foszfatáz enzim aktivitása 1,5–11,5 µg atom l⁻¹ nap⁻¹ PO_4-P volt, szemben a trágyázott tóval, ahol ebben a periódusban a mért maximum 63 µg atom l⁻¹ nap⁻¹ PO_4-P volt. Augusztus–szeptember–október hónapokban a trágyázott és trágyázatlan tó foszfa-



2. ábra. Alkalkikus foszfatáz enzim aktivitás a műtrágyázott és trágyázatlan tavakban



3. ábra. Alkalkikus foszfatáz enzim aktivitás a teletetőkben és víztározóban

táz enzim aktivitásában már alig találtunk különbséget. Augusztus második felétől az intenzív takarmányozás mellett a halastóban a heterotróf folyamatok domináltak és csökkent a műtrágyázás hatása.

A sűrűn népesített, átfolyó vizes monokultúras ponty, fehérbusa és pettyesbusa teletetők, valamint a teletetöket friss vízzel ellátó víztároló vízében a foszfatáz enzim aktivitása közel azonos volt (3. ábra).

Feltűnő, hogy a teletetőkben, a víz tartózkodási ideje alatt, a víztárolóhoz képest nem emelkedett a víz enzim aktivitása. A téli, alacsony vízhőmérséklet mellett, a víztároló és teletetők vízében, a 25 °C-on mért magas foszfatáz enzim aktivitás jelentős téli enzim készletre utal. Természetesen a szerves foszforvegyületek bontása az alacsony vízhőmérsékleten, a magas enzim koncentráció ellenére is lassú.

A vizsgált halas rendszerben a vízben szabadon oldott alkalkikus foszfatáz enzim mennyisége, a formált, sejthez kötött alkalkikus foszfatáz enzim mennyiségéhez viszonyítva mindig jelentős volt (1. ábra), és a teljes foszfatáz enzim aktivitás 12%-a alá sohasem csökkent. Az eddig vizsgált természetes tavakban az oldott enzim aránya általában alacsonyabb és gyakran olyan mértékben lecsökken, hogy kolorimetriás módszerrel már nem mérhető (Reichard et al. 1967; Berman, 1970). A tengervíz alacsony oldott és sejthez kötött alkalkikus foszfatáz enzim aktivitásának mérésére a nagyon érzékeny (0,01 µM mineralizált PO₄-P) fluorometriás módszert használják (Perry, 1972).

Az alkalkikus foszfatáz enzim kinetikus paraméterei közül a vizsgált halastavak vízében a Michaelis-Menten konstanst (K_m) és a lebontás maximális sebességét (V_{max}) határoztuk meg. A V_{max} 4,32 és 86,4 µg atom l⁻¹ között változott. A K_m értéke az enzim aktivitás növekedésével nőtt, 7,1 × 10⁻⁵-ről 1,2 × 10⁻⁴ M-ra. A tóvízben mért K_m értékek jól megegyeznek a tiszta baktériumkultúráknál kapott értékekkel (Thompson és MacLeod, 1974). Természetes tóvízben, ahol a szubsztrát koncentráció kisebb,

mint az általunk vizsgált halastóban, kisebb K_m értéket mértek (Reichardt et al. 1967, 1,09 × 10⁻⁶ M). Az alacsonyabb szerves foszfor koncentráció mellett képződött enzimmészlet szubsztrát affinitása tehát nagyobb, mint a szerves foszforvegyületekkel terheltebb rendszerben képződött enzimé. Ez biztosítja a szerves PO₄-P hatékony felszabadítását alacsony szerves foszfor koncentráció mellett is.

Foszfatáz aktivitás a halastó üledékében

A halastavi üledékek szerepét a szerves foszforvegyületek bontásában alig ismerjük. Az üledék foszfatáz enzim aktivitásáról pedig egyáltalán nincsenek adatok. Mérésünk során a műtrágyázott tó üledékének foszfatáz enzim aktivitása mindig nagyobb volt, mint a műtrágyázatlan tóé (1. táblázat). A lehalasztást követően szárazra került tófenék foszfatáz enzim aktivitása fokozatosan nőtt, mind a műtrágyázott, mind pedig a műtrágyázatlan tó esetében. A lecsapolás tehát kedvezően hat az üledékben felhalmozódó szervesanyag elbontására. A tóvízzel összehasonlítva az üledékben a lebontás maximális sebessége három nagyságrenddel nagyobb volt (7,93–14,64 µg atom g⁻¹ nap⁻¹). A tóvízhez viszonyítva magas szerves foszfor tartalmú üledékben alacsonyabb K_m értékeket mértünk. Ez azt jelenti, hogy az üledék mikrobiális közössége által termelt foszfatáz enzim készlet szubsztrát telítése magasabb szerves foszfor koncentrációt igényel.

1. táblázat

Az üledék alkalkikus foszfatáz enzim aktivitása a műtrágyázott és műtrágyázatlan tóban (µg atom PO₄-P g⁻¹ nedves üledék nap⁻¹)

Időpont 1974	Műtrágyázatlan tó	Műtrágyázott tó
Október 31	1,59	2,50
November 4	3,64	5,20
November 13	5,37	8,45
November 20	6,77	6,75

2. táblázat

Különböző üledék rétegek alkalikus foszfatáz enzim aktivitása (μg atom $\text{PO}_4\text{-P g}^{-1}$ száraz üledék nap^{-1})

Üledék mélység	Műtrágyázatlan tó	Műtrágyázott tó
Felszín, 1 cm	9,13	6,86
5 cm	1,43	2,38
18–20 cm	1,66	1,95

A vizsgálatainkban mért, a tóvíznél három nagyságrenddel nagyobb V_{max} és a tényleges aktivitás jól bizonyítja az üledék fontos szerepét a halastavak szerves foszforvegyületeinek ásványosításában. Rétegvizsgálataink szerint az üledékben a foszfatáz enzim aktivitása nem korlátozódik a felső üledékrétegekre, még a 18–20 cm-es üledék mélységben is igen magas aktivitást mértünk (2. táblázat).

A szerves és szerves foszforvegyületek hatása a foszfatáz enzim aktivitására

Az enzimreakciókat a keletkezett végtermékek gyakran gátolhatják. Tiszta baktériumtenyészetekkel végzett kísérletek bizonyítják, hogy egyes fajok alkalikus foszfatáz enzim aktivitását a szerves foszfát már $1 \mu\text{M}$ -os koncentrációban gátolja (Torriani, 1960) másokét viszont $50 \mu\text{M}$ -os koncentrációban sem (Thompson és MacLeod, 1974). Reichardt és mtsai (1967) szerint az eutróf Pluss-See-ben a foszfatáz aktivitást a szerves foszfát nem gátolja, egészen a tóban előforduló maximá-

lis $\text{PO}_4\text{-P}$ koncentrációig ($3,4 \mu\text{M}$). Tengervízben ugyanakkor $5 \mu\text{M}$ $\text{PO}_4\text{-P}$ hozzáadás már nagymértékben lecsökkentette a foszfatáz enzim aktivitását (Perry, 1972).

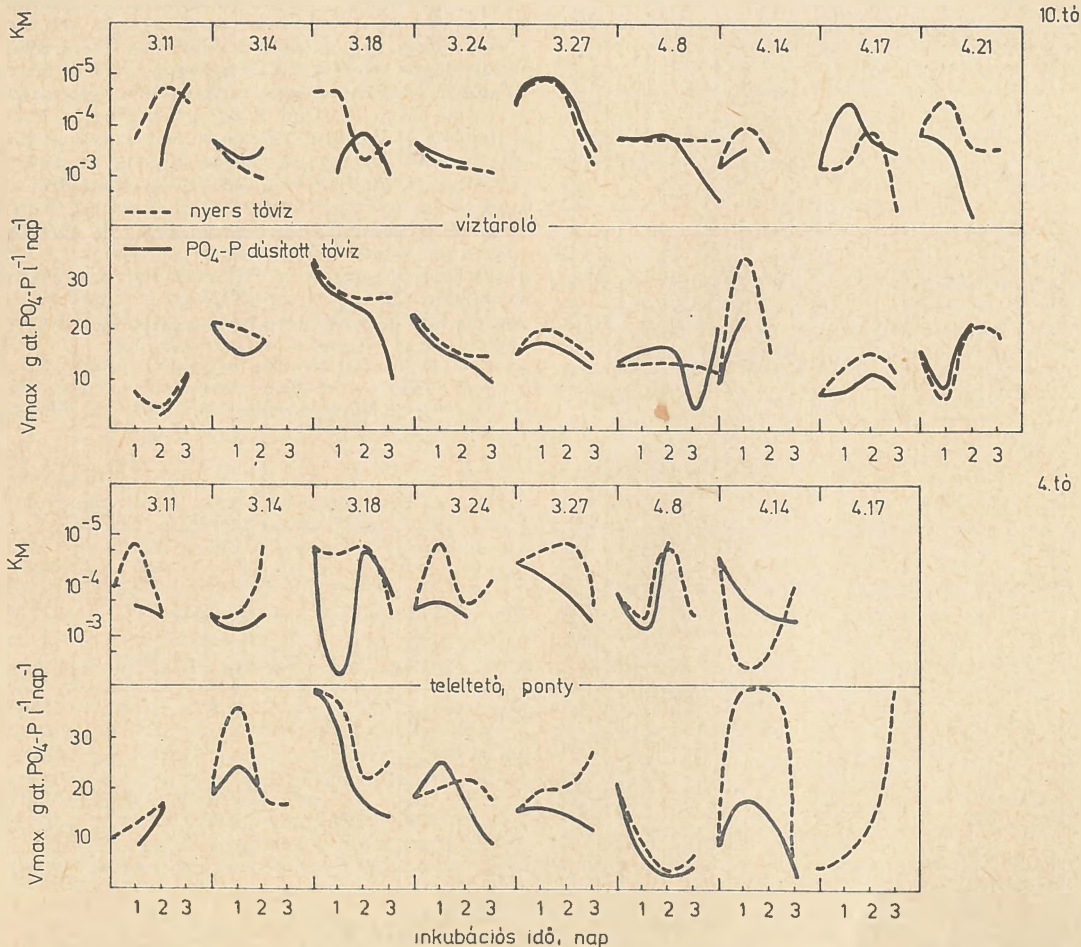
Az intenzív műtrágyázáson alapuló és nagy természetes hozamra programozott halhústermelő ökoszisztémákban különösen fontos ismernünk és tisztáznunk a tóba juttatott szerves foszfát foszfatáz enzim gátló hatását. Az 1974. évi in situ vizsgálatainkból jól látszik, hogy a műtrágyázást követően legtöbbször jelentős mértékben csökkent a foszfatáz enzim aktivitása (2. ábra). 1975-ben, a foszfor műtrágyázási dózis vizsgálataink során a klorofill-a-ra vonatkoztatott specifikus enzim aktivitás a foszforműtrágyát egyáltalán nem kapó kontroll tavakban volt a legnagyobb, és a foszforműtrágya-dózis emelésével fokozatosan csökkent (3. táblázat).

A kérdés részletesebb megismerése céljából egy monokultúras, pontyos telettő és egy polikultúras áruhalter-

3. táblázat

Specifikus alkalikus foszfatáz aktivitás a kísérleti tavakban a trágyázást követően (minden kezelés három tő átlaga)

	Kezelések			
	0 kg P	20 kg P	60 kg P	120 kg P ha^{-1}
Klorofill-a, $\mu\text{g l}^{-1}$	56,—	188,—	184,—	178,—
Foszfatáz aktivitás $\mu\text{g atom l}^{-1} \text{nap}^{-1}$...	23,6	28,0	20,8	20,5
Foszfatáz aktivitás Klorofill-a	0,42	0,14	0,11	0,11



4. ábra. Enzimkinetikai paraméterek a nyers tóvízben és a foszfáttal gazdagított tóvízben a háromnapos inkubálás során

melő halastó vizét in vitro kísérletekben vizsgáltuk, koratavaszi hónapokban. A laboratóriumba behozott nyers tóvizet és $64,5 \mu\text{g}$ atom $\text{PO}_4\text{-P}$ -vel dúsított tóvizet 25°C -os termosztátban inkubáltuk 3 napig. A kísérlet beállításakor és az inkubálás folyamán naponként meghatároztuk az alkalikus foszfatáz enzim aktivitását 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10×10^{-3} M-os p-nitrofenil-foszfat szubsztrát koncentráció mellett. A közel kétezer adatból számítógép felhasználásával kiszámítottuk az enzim kinetikai paramétereit (K_m , V_{\max}).

Az eredmények világosan mutatják, hogy a $64,5 \mu\text{g}$ atom $\text{PO}_4\text{-P}$ hozzáadás hatására a V_{\max} jelentős mértékben lecsökken. (4. ábra). A vizsgált halas ökoszisztémákban a csökkenés természetesen különböző intenzitással és eltérő gyorsasággal történt a mindenkori mikrobiális közösség enzimkészletének megfelelően. Érdekes, hogy a kísérlet beállításakor mért V_{\max} áprilisban, a vízhőmérséklet emelkedésével párhuzamosan csökkent, mindkét vizsgált tóban. A szerves foszfat hatására a K_m értékek legtöbb kísérletben lecsökkentek. Ez azt jelenti, hogy a foszfatáz enzim telítéséhez a foszfat hozzáadást követően magasabb szerves foszfor szubsztrát koncentráció szükséges.

A halastó vizéhez szuperfoszfát formájában hozzáadott $\text{PO}_4\text{-P}$ foszfatáz enzim gátló hatását in situ és in vitro kísérleteink is mutatják. Ugyanakkor az üledék szerves foszfat gazdagítása az előbbi kísérletekben használt koncentráció ötszörösét használva sem csökkentette lényegesen az üledék foszfatáz enzim aktivitását. ($1,24 \mu\text{g}$ atom $\text{PO}_4\text{-P}$ g^{-1} nedves súly nap^{-1} -ről csak $1,19$ -re.) A jelenség feltehetően azzal van összefüggésben, hogy az üledékhez adott $\text{PO}_4\text{-P}$ gyorsan adszorbeálódik az üledék szerves foszforvegyület és ilyen formában hatástalan az enzimgátlásban. Az üledékhez, hasonló koncentrációban adott szerves foszforvegyületek (RNS, DNS) nagymértékben emelték az üledék foszfatáz enzim aktivitását. RNS: $1,24 \mu\text{g}$ atom $\text{PO}_4\text{-P}$ g^{-1} nedves súly nap^{-1} $5,04$ -re. DNS: $1,24$ -ről $3,40$ -re. Az emelkedés különösen szembeütő, ha figyelembe vesszük, hogy mindkét használt szerves foszforvegyület nagy molekulású, nehezen bontható szubsztrátum. A halastóba bevitt szervesanyag, amelyben jelentős a kisebb molekulású, könnyebben bontható szerves foszforvegyületek mennyisége a lebontáson keresztül is lényegesen emelheti a rendszer foszfatáz enzim koncentrációját, amely elegendő szervesanyag mellett, biztosíthatja az egész halastó szerves foszfor szükségletét.

Foszfatáz enzim és halastó kezelés

Laboratóriumi és halastavi kísérleteink eredményei alapján megállapítható, hogy az intenzíven művelt halastavak vizében és üledékében hatalmas vízben oldott és sejthez kötött foszfatáz enzim készlet található, vagy meghatározott módon indukálható. Az enzimkészlet tényleges működését elsősorban a szubsztrát viszonyok határozzák meg. Ebből következik, hogy a megfelelő mértékben szervesztrágyázott halastavak foszforszükségletét a

foszfatáz enzim által ásványosított szerves foszfor nagyrészt kielégíti. A jelentős foszfatáz enzim készlet működésével magyarázhatók *Jamecek* (1973) halastavi kísérleti eredményei, mely szerint az intenzíven műtrágyázott, maximális természetes hozamra programozott halastavakban is csak a növekedési periódus első felében volt hatásos a foszforműtrágyázás, a későbbiekben az elsődleges termeléshez szükséges szerves foszfat a foszfatáz enzim működésével biztosítható. Ha csupán a tóviz foszfatáz enzim aktivitásával és a vizsgálatainkban átlagos $20 \mu\text{g}$ atom $\text{PO}_4\text{-P}$ l^{-1} nap^{-1} értékkel számolunk, egy négyzetméteren naponta $0,62 \text{ g}$ $\text{PO}_4\text{-P}$ mineralizálódhat. Ez a foszformennyiség, ha a sejtekben optimális $\text{C}_{100}:\text{N}_{16}:\text{P}$ atomarányból indulunk ki egy négyzetméteren naponta $25,44 \text{ g}$ szerves-C megtermeléséhez elegendő. Ez a mennyiség pedig már eléri az elsődleges termelés elméleti maximumát. Ha az üledék foszfatáz enzim aktivitását is figyelembe vesszük — nyilvánvaló — hogy a lebontó kapacitás mindig meghaladja a lebontható szubsztrát mennyiségét. Ez a fölös enzim potenciál a biztosítéka annak, hogy a foszfor kis veszteséggel forog a halastóban, és a túltrágyázás csak az üledék foszfor tartalmát növeli.

Összefoglalás

1. A trágyázatlan halastóban az alkalikus foszfatáz enzim aktivitása $1,5\text{--}11,5 \mu\text{g}$ atom $\text{PO}_4\text{-P}$ l^{-1} nap^{-1} között volt. A trágyázott tóban a maximum elérte a $63 \mu\text{g}$ atom $\text{PO}_4\text{-P}$ l^{-1} nap^{-1} értéket. A vízben szabadon oldott enzim aktivitása sohasem csökkent a teljes aktivitás 12% -a alá. A tóvizben a K_m értéke $1,2 \times 10^{-4}$ és $7,1 \times 10^{-5}$ M, a V_{\max} értéke $4,32$ és $86,4 \mu\text{g}$ atom $\text{PO}_4\text{-P}$ l^{-1} nap^{-1} között változott.

2. Az üledékben a lebontás maximális sebessége, V_{\max} három nagyságrenddel nagyobb volt, mint a tóvizben ($7,93\text{--}14,64 \mu\text{g}$ atom g^{-1} nap^{-1}), ugyanakkor a K_m értékek alacsonyabbak voltak. A tóüledékben az alkalikus foszfatáz enzim aktivitása a lecsapolás után emelkedett.

3. Laboratóriumi in vitro és halastavi in situ kísérletek bizonyítják, hogy a műtrágyázást követően a szerves foszfat hatására csökken a tóvizben a foszfatáz enzim aktivitása. A szerves foszfat hatására mindkét enzimkinetikai paraméter (K_m és V_{\max}) csökken. Az üledékhez hozzáadott szerves foszfat alig csökkentette az enzim aktivitását. A szerves foszfor vegyületekkel való gazdagítás nagymértékben emelte az enzim aktivitását.

4. Az intenzíven művelt halastavak vizében és üledékében jelentős vízben oldott és sejthez kötött foszfatáz enzim készlet található. Elegendő szubsztrát jelenlétében átlagosan $20 \mu\text{g}$ atom $\text{PO}_4\text{-P}$ l^{-1} nap^{-1} értékkel számolva egy négyzetméteren naponta $0,62 \text{ g}$ $\text{PO}_4\text{-P}$ mineralizálódhat csupán a halastó vizében.

A tanulmányhoz tartozó irodalomjegyzéket kérésre a Haltenyésztési Kutató Intézet (Szarvas) megküldi.

A harcsa (*Silurus glanis* L.) szaporítás és az ivadékélnövelés módszerének továbbfejlesztése

A harcsa (*Silurus glanis* L.) szaporítását magyar tógazdaságokban kezdték el és fejlesztették eredményes üzemi módszerre (Unger 1939, Maucha 1948). Az ősi, úgynevezett *természetes harcászaporítás* lényege, hogy a haltenyésztők a tógazdasági körülmények között olyan ivási környezetet teremtenek, amely hasonló a harcsa természetes ivóhelyének körülményeihez. Több lényegtelen eltéréstől eltekintve a módszer fő vonásában a következő: amikor a víz hőmérséklete tartósan elérte a 20 °C-ot az addig telelőben ivarválasztva tartott, közel azonos súlyú szülő halakat azonos ivarányban olyan telelőbe vagy kis tavakba helyezik, ahová előzőleg fűzőkérből készült fészkeket rögzítettek. Kedvező időjárási helyzet esetén a harcspárok néhány nap alatt ráívnak a fészkekre.

Az egyik változat szerint a fészkeket a tóban hagyják, ahol az ika néhány nap alatt kikelt, majd az ivadékot, amely együtt él a szülőikkel néhány hetes korban leszűrik.

Ennél a változatnál az érzékeny harcsa az ika és lárva stádiumban nincs védve, ezen kívül az ivadék a szülőktől különböző fertőzéseket kaphat.

Egy fejlettebb változatban ívás után a fészkeket áttelepítik másik tóba vagy szétszedik azokat és az ikrával borított részeket kosarakban (Jászfalusi 1954) vagy szita-szövetládákban (Antalfi 1955, Woynarovich 1955) keltezik, illetve a táplálkozó ivadékot néhány napig etetik. Fokozott védelmet lehet biztosítani annál a változatnál, amelyenél az ikrával borított fűtőket medencékben, vályukban (Szalay 1963) vagy Weiss készülékben (Grosev 1968) keltezik. A legelterjedtebben használt fészkekanyag a fűzfa tisztára mosott gyökere. Ez a szubsztrátum az inkubálás és lárvatartás ideje alatt rendszerint erősen rothad és ennek következtében sok ika és lárva elpusztul. Kedvezőek a tapasztalatok a nem rothadó műanyag hulladékból készült harcspárok alkalmazásánál (Horváth 1974). A haliszaporítás gyors fejlődése eredményeként lehetővé vált a hipofizálás alkalmazása a harcsa szaporításában is (Grosev 1968, Fijan 1973). Ezzel az időjárás okozta kiesések és veszteségek jelentős részét ki lehet küszöbölni. Az ika lefejtésével és mesterséges termékenyítésével a harcsa is az intenzíven szaporítható halfajok közé került (Fijan 1973).

A termékenyítéshez szükséges hím ivarterméket ez ideig csak a teljes halak felboncolásával lehetett nyerni (Fijan 1973). Olyan dolgozatról, amelyben eredményes tejelvélteli módszert közölnének, harcsa vonatkozásában nincs tudomásunk.

A szaporítási módszerrel párhuzamosan fejlődött az *ivadéknevelési technika* is. A legegyszerűbb módszereknél vagy magát a fészket, vagy a szűrt ivadékot különböző korosztályú pontyok mellé telepítik és ősszel nagyon kevés, fészkenként pár ezer vagy még ennél is kevesebb ivadékot halásznak le.

Fejlettebb fokon a harcsaivadékot tavi monokultúrában nevelik hosszabb-rövidebb ideig (Szalay 1963, Horosewicz 1971, Fijan 1973). Az intenzív szaporításból származó ivadékot medencékben is lehet nevelni (Hochman 1967, Huisman 1973), de a különböző betegségek, elsősorban a darakór (*Ichthyophthiriasis*) többnyire elpusztította az ivadékot (Grosev 1972). Ezért az ivadéknevelésben ez ideig az extenzívebb tavi nevelési módszer nyújtotta a legmegbízhatóbb eredményeket.

A TEHAG-ban a harcsa szaporítása 1974-ben kezdődött. Az első évben a módszerünk a hipofizálással kombinált, műanyag fészkekre ívatás volt. Az ivadékot néhány cm nagyságig védett környezetben, medencékben Tubifex táplálékon neveltük (Horváth 1974). Az eredményeket az 1. táblázat 1. oszlopa tartalmazza. A kedvező adatok ellenére a kísérleti évben bebizonyosodott, hogy a fészkekre ívatás nem nagyüzemi módszer, a más halfajoknál

alkalmazott szaporítási szerkezetbe nem illik bele. Célunk tehát az volt, hogy a legújabb irodalmi eredményeket felhasználva olyan módszert dolgozzunk ki, amely jó eredménnyel alkalmazható a technikai feltételeink között, tömeges ivadékot lehet segítségével előállítani és termelési folyamatunkba beilleszthető.

1. táblázat

A fészkekre ívatás és a fejéssel történő harcászaporítás adatainak összehasonlítása

Megnevezés	Egység	1	2
		1974	1975
Beoltott ♀ száma	db	22	61
Leívtott (lefejt) ♀ száma	db	15	43
Beérés	%	68	70
Az ikrások átlagsúlya	kg	~8	~6
Összes lefejt ika	db	563 000*	1 228 000
	kg	—	6,2
Termékenyülés	%	~70	~80
Veszteség az ika érlelése alatt	%	~10	~4
Egy ikrás utáni átlagos ikraszám	db	37 500	28 600
Kikelt lárva	db	338 000	934 000
Veszteség a lárvatartás alatt	%	3	3
Egy ikrás utáni átlagos lárvaszám ...	db	21 200	20 200
Táplálkozni kezdő ivadék	db	328 000	899 000
Veszteség az előnevelés alatt	%	3	4
2—5 cm-es előnevelt ivadék	db	318 000	872 000

* A fészken lévő ika közelítő becsélése.

Anyag és módszer

A szaporításhoz 5—10 kg súlyú jól felkészült, előzőleg ivarválasztott ikrás és tejes harcákat használtunk. A szaporítás május első napjaitól július első harmadának végéig tartott. A harcák szájnnyílását a keltetőbe történő beszállítás alkalmával az orrtájék csontjainak (mesethmoideum, vomer) átfúrásával képzett lyukon keresztül perlon fonallal elzártuk azért, hogy az ívás izgalmában fokozott agresszivitást mutató ikrás és tejes harcák ne marakodjanak össze az érlelő medencében. A harcasszülőket 3,5—4 mg/testsúly kg ponty hipofizissal hipofizáltak egy alkalommal. Hipofizálás után mindkét nemet közös érlelő medencébe helyeztük, egyedenként kb. 4—6 liter/perc vízfolyást biztosítottunk, a víz hőmérséklete 23—24 °C volt. 20—22 órával a hipofizálás után (450—500 órafok elérésekor) az ikrás és tejes halakat 1:10—1:15 000 hígítású MS 222 oldatban bódítottuk. Az ivartermékek fejését az ikrásokkal kezdtük és minden anya ikráját, kb. 100—120 g-onként külön tálakba gyűjtöttük.

Egy-egy anya lefejtése után az ikrához hozzáfajtuk 20:1 arányban az opálos tejet, amelyet speciális pipettával gyűjtöttünk össze a bódított hím harcsa ivaranyílása környékéről. Az ivarterméket a fejés után alaposan összekevertük, majd 10:1 arányban 0,65%-os fiziológias oldattal termékenyítettük. A termékenyítés után kb. 2 perccel

a duzzadás kezdeti jeleit mutató ikrát vízzel töltött Zuger-üvegekbe helyeztük, ahol azok a Zuger-üveg falához, illetve egymáshoz tapadtak. (Kísérleti méretekben kedvező eredményeket kaptunk akkor, ha a frissen termékenyített ikrát alkalikus proteáz enzimmel kezeltük a ragadosság megszüntetése céljából.)

A duzzadás során a keltetőüvegekben levő ikra ötfizseresére növekedett. Az inkubáció alatt a nagyon szakadékos és puha harcsaikrát nem kevertük, az össze ragadt ikrának az állandó vízfolyás biztosította a szükséges oxigén szintet. Naponta egy-két alkalommal türkizkék színű Malachit-zöld fűrddővel kezeltük kb. 15–20 perces időtartamra, állandó vízfolyás mellett a Saprolegnia fertőzés megelőzésére.

A keltetővíz hőmérséklete 24–25 °C volt. A kelésig 60–70 napok érték szükségesek. A kelés megindulásakor (a kikelt lárvák megjelenésekor) egy-egy keltetőüvegben levő lazán összetapadt ikratömeget 20 literes tálakba gumicső segítségével kis nyomáskülönbséggel óvatosan átszivtuk. Ennek hatására csaknem minden ikráj kizsakadt és a lárvák kiszabadultak. Egy-egy keltetőüveg tartalmát, amely kb. 100 g (20 000 ikraszem) volt egy db 70 × 40 × 40 cm-es méretű kb. fél mm ø lyukbőségű szitaládába helyeztük, egy-egy ládában a vízfolyás 6 liter/perc volt.

Kezdetben a sárga, átlátszó, tehetetlen lárvák a láda alján helyezkednek el, majd a 2. és 3. napon a szűrűlés előrehaladtával a sötétebb sarok felé tömörültek. A táplálkozás megindulása után (5–7. napon) a lárvákat át-helyeztük az ivadéknövelő vályúba, amelynek víz-hőmérséklete 22–26 °C volt. A népesítés 6–12 000 db/100 liter, a vízfolyás 6–8 liter/perc volt. Táplálásukra vágott Tubifex-szet adagoltunk étvágy szerint, majd az első hét után finomra darált nyers halhúst is helyeztünk a vályúba etetés céljából. A nevelő vályúkat naponta 2–3 alkalommal takarítottuk. Amikor az ivadék elérte a 2–2,5 cm testnagyságot, a keltetőházi előnevelést befejeztünk tekintettük és az ivadékok későbbi rendeltetési helyére szállítottuk.

Eredmények

A fent vázolt módszerrel elért eredményeket az 1. táblázat második oszlopában rögzítettük. Összehasonlításképpen ugyanennek a táblázatnak az első oszlopában tüntettük fel az előző évi szaporítási adatokat, amelyeket a hagyományos — bár már továbbfejlesztett — fészekre ivatás módszerével értük el. (Itt már a fészkek készítésére nemrothadó műanyagot használtunk és a harcsákat hormonálisan indukáltuk.) 1975-ben kb. háromszor annyi hallal dolgoztunk, mint a megelőző évben.

A táblázatból kitűnik, hogy az anyahalak beérési százaléka gyakorlatilag azonos volt. Az egy anyára eső ikraszám, amelyet 1974. évben csak vizuálisan becsültünk, 25–30%-kal csökkent. A különbség annak tudható be, hogy 74-ben viszonylag kevés, de elit minőségű anyahalunk volt 8 kg körüli átlagsúlyban, míg 75-ben sok kisebb, átlagosan 6 kg súlyú ikrással dolgoztunk. Köztudottak a keltetőházi szaporításban a kis testsúlyú ikrásoknak és tejeseknek az előnye. Az inkubálás alatti ikraveszteséget a korábbi évben szintén csak becsülni tudtuk, amely a nem rothadó fészkekanyag miatt sokkal kevesebb volt, amint az általában a fűzgyökérből készült fészkekre történő ivatásnál előfordult. A Zuger-üvegben való ikrá-érlelésnél nagyon alacsony, 4%-os ikraveszteséget és torzképződést tapasztaltunk. A termékenyítés, amelyet korábban szintén csak becsültünk, a tálban történő száraz termékenyítési módszernél kb. 10%-kal volt jobb, mint korábban. A kedvező inkubációs eredmények miatt az egy anyára jutó lárvamennyiség csaknem kiegyenlítődtött a két évben.

Mivel a lárvatartás mindkét módszernél azonos volt, a veszteségek is azonosak maradtak (3%). A vályúban történő előnevelés alatt ez évben kb. 1%-kal több veszteségünk volt, mint korábban. Ennek oka, hogy 1975-ben új harcsaivadék betegség jelentkezett, amelyet antibiotikumokkal tudtunk gyógyítani, de a gyógyítási módszer kidolgozása előtt jelentős veszteségeket okozott. Az összehasonlításból kitűnik, hogy 1975-ben a háromszoros anyaszámmal arányosan több, közel háromszor annyi 2 és 5 cm-es táplálkozó ivadékokat produkáltunk, mint a korábbi évben. Ezt az eredményt úgy is értékel-

nünk kell, hogy köztudottan a nagyobb volumenből következően üzemi méretben nagyobbak a veszteségek is.

Ez a fokozott veszteség az intenzívebb módszer alkalmazásakor nem jelentkezett. Hozzá kell tennünk, hogy 1974-ben a 15 db harcsafészkek kitöltötté a teljes szaporítási szezon és kapacitásunkat, csaknem annyi munkát jelentett, mint a következő év háromszor annyi ikrásának, ikrájának és ivadékanak gondozása. A továbbfejlődéshez tehát feltétlenül szükséges volt a módszer modernizálására, intenzívebbé tételére.

Megvitatás

A harcsaszaporítás fejlesztése során a hagyományos extenzív módszeren néhány jelentős változást alkalmaztunk.

Ezek közül az alábbiakat tartjuk fontosnak:

1. Szájnyílás bevarrása

A hagyományos módszernél az egyenlő nagyságú egyedekből álló párok kis tavakban fészkekre ívnak. Az izgalmi állapotban az ikrás és tejes halaknál egyaránt fokozódik az agresszivitás, aminek következtében normális ívás közben is súlyos sérüléseket okoznak egymásnak. A sérülések olyan mértékűek is lehetnek, hogy később az állatok gyakran bele is pusztulnak. Az indukált ivatásnál fokozottan fennáll a sérülés veszélye, mert helyszűke miatt a keltetőházban a szülő halakat zsúfoltan lehet elhelyezni. (Az intenzív szaporítási technológiákban alapszabály, hogy kevés alkalommal, de nagy egyedszámmal kell dolgozni.) Az érlelő medencékben a szülő harcsák egymás elől elmenekülni képtelenek, ezért a sérülés veszélye hatványozódik. Ezt saját kezdeti tapasztalataink is bizonyították. Ha a szájnyílást bevarrjuk, kis helyen sok ivásra kész harcsát tarthatunk. Tapasztalataink szerint a szájnyílás bevarrásával járó táplálkozás és szájmogás (légzés) korlátozása a halakat rövid ideig nem zavarja. A harcsának sajátos adottsága, hogy légzéshez nem szükséges a száj nyitása, nem túlságosan szoros bezárt szájnyílás mellett is képes a kopoltyú zavartalan működésre. A szájnyílás bevarrása után adataink szerint nem csökkent az ovuláló egyedek száma.

2. Bódítás

A harcsánál is alkalmaztuk a kezelés közbeni bódítást, amelyet MS 222-vel végeztünk. A hagyományos fészkekre ivatásnál a bódítás nem alapfeltétel, mivel ott igen kevés ideig van kézben a hal, gyakorlatilag a halszállító saroglyából egyenesen az ivató tóba kerül. A fejésnél azonban — más halfajokhoz hasonlóan — nagy könnyebbség, és csaknem alapfeltétel, a nagy halak megfelelő elbódítása a könnyebb kezelés és a törődések elkerülése érdekében. A bódítás további előnye, hogy ernyeszti a halak feszes tónusú záróizmait, ami jelentősen megkönnyíti az ivartermék lefejtését.

3. Kezelés és fekélyek gyógykezelése

Hipofízálás alkalmazásakor gyakori a harcsák hátizomzatában keletkező kelés, ami később kifekélyesedik és könnyen a halak pusztulásához vezet. Az anyaveszteségek elkerülésére kialakítottuk a szaporítás után az anyahalak néhány napos karanténban történő tartását és fekélyesedés esetén a megfelelő kezelést. (3 mg/ml Chloramphenicol oldat 1 kg testsúlyra, hasüregbe injektálva.)

A képződő kelés mielőbbi felnyitása és kitisztítása a kezelésnek szintén fontos mozzanata.

4. Fejési idő meghatározása

Meghatároztuk az ovulálók bekövetkezéséig szükséges időt órafokban, ezzel a sikertelen fejési kísérletek számát csökkentettük (450–500 órafok 23–24 °C-os vízhőmérséklet mellett).

5. Hím ivartermék fejése

Az ikrás halak ivartermékét szakaszosan fejtük (1–1 fejőtálba mindössze 100–120 g ikrát tettünk a könnyebb termékenyíthetőség kedvéért). A harcsaikra fejéséről már több helyen beszámoltak, de nem ismerünk közlöményt eredményes tejelvételi módszerről. 1975-ben kidolgoztuk

a bódított tejes harcsák ivartermékének speciális tejszívó pipettával (vízsugárszivattyúra szerelt orvosi fecskendővel) történő összegyűjtését. Bódított állapotban ha hátára fordítjuk a tejes harcsát és a hastájék utolsó harmadától megnyomjuk, először a nagy mennyiségű vizelet bugygyan ki az ipari papillán, majd a kevés, híg opálos tej szivárog ki, amelyet a papilla alatti mélyedésből a működő pipetta segítségével összegyűjthetünk. Azokban az esetekben, amikor kétségeink támadtak a tej minőségét illetően, mikroszkópos kontroll mellett végeztük a termékenyítést. Ennek eredményeként az ikra termékenyülése üzemi méretekben 80% volt.

6. Egyszerű ikrainkubáció

A harcsaikrát termékenyítés után a keltető-üvegekbe öntöttük, ahol az letapadt, illetve lazán összeragadt. A kelésig a Malachit-kezelésen kívül egyéb munkálatot nem igényelt. Néhány anyahal gyengén termékenyült ikrájánál a ragadóságot enzimes kezeléssel szüntettük meg. Ebben az esetben az ikra a keltetőüvegben lassan lebegett, hasonlóan a növényevő halak ikrájához. Az egymástól független ikrából gyengébb termékenyülésnél is egészséges lárvák keltek ki, elmaradt a romló terméketlen ikrák káros hatása a környezetünkben levő élő embriókra. Az enzimes kezelés a biztató előkísérletek alapján további vizsgálatokat érdemel.

7. Ivadékelőnevelés medencékben

A táplálkozni kezdő ivadéknak a medencés környezetben maximális védelmet és optimális táplálkozási viszonyokat (vágott Tubifex) tudunk biztosítani. Ennek következtében harcsaivadékaink elenyésző veszteség mellett igen gyorsan fejlődtek és elkerülték többek között a nagy veszteséget okozó korai darakórt. A 2—2,5 cm-es nagyság

elérésekor (10—14 napos korban) az ivadék már kellő tartalékkal rendelkezik a mostohább tavi neveléshez.

A hatalmas egyedsűrűség miatt néhány parazitózis, illetve fertőző betegség előfordulhat az ivadéknevelő medencékben, azonban időben beavatkozva a veszteség elkerülhető. Az ivadéknevelés során észlelt betegségekről és az ellenük való védekezésről más helyen számolunk be.

Összefoglalás

A harcsa hagyományos, fészekre ívatásos szaporítási módszerével nem lehet gazdaságosan, rövid időszak alatt olyan mennyiségű ivadékot előállítani, amely megfelelne egy speciális szaporító-ivadéknevelő gazdaság igényeinek. Ezért a harcsa szaporítását is intenzívvé kellett fejleszteni, hasonló szempontok szerint, mint más keltetőházban szaporított halfajoknál.

A szaporítási módszer továbbfejlesztése során kidolgoztuk az anyahalak keltetőházi tömeges tartását a szájonnyílás bevarrásával a marakodásból származó sérülések elkerülésére.

Alkalmaztuk a korábban mások által leírt hipofizálás módszerét, megoldva annak káros következményét, mint az elfekélyesedés.

A már mások által kidolgozott ikrafejesen túl kifejlesztettük a hím ivartermék fejésének módszerét speciális pipetta segítségével.

A táplálkozó ivadékot a 2—2,5 cm-es testnagyság elérésig medencében neveltük, a tetemes korai ivadékvesztések elkerülése érdekében. A kialakított módszerrel nevelőházunkban jelentős mennyiségű ivadékot termeltünk.

A tanulmányhoz tartozó irodalomjegyzéket a Haltenyésztési Kutató Intézet (Szarvas) kérésére megküldi.

Természetes és mesterséges táplálék hatása a fehér és pettyes busa máj és izom lipidjeinek zsírsavösszetételére

A halak zsírsavcseréjét már régóta vizsgálják. Ezek a vizsgálatok azt mutatják, hogy az — lényeges vonásában — nem különbözik az emlősökétől. Valószínű, hogy a zsírjaikban levő hosszú szénláncú polyen zsírsavak fő tömege a táplálékból származik és szervezetükből hamar kiürül, ha a táplálékuk azokat nem tartalmazza (*Kelly és mtsai* 1959; *Kaneko és mtsai* 1967). Megállapították, hogy ezeket a zsírsavakat a halak az emlősökhöz hasonlóan linol- és linolénsavból állítják elő (*Klenk és Krenmer*, 1960; *Mead és mtsai* 1960; *Kayama és Tsuchiya*, 1962; *Knipprath és Mead*, 1968; *Kluytmans és Zandee*, 1974; *Farkas és Csengeri*, 1976), valamint azt, hogy a zsírsavak képződése aránylag lassú. A linol, de még inkább a linolénsav meghatározott mennyiségére a halaknak is szükségük van (*Reiser és mtsai*, 1963; *Castell és mtsai*, 1972), különben visszaesik növekedésük és fogékonyabbak lesznek egyes betegségekre. Ezeket az információkat egyrészt akváriumi halakkal, másrészt kisebb gazdasági jelentőségű, egyéb halfajokkal végzett kísérletek során kapták. A haszonhalak közül csupán a pontyot és a pisztrángot vizsgálták.

Nem vitás, hogy a tógazdaságokban alkalmazott takarmányok hatással lehetnek a halak zsírsavcseréjére. Az is elképzelhető, hogy a különböző halfajok eltérő választ adhatnak ugyanazon összetételű takarmányra. Egy másik kísérletünkben (*Csengeri és mtsai*, 1975) megvizsgáltuk a tógazdaságokban leggyakrabban alkalmazott takarmányok hatását a pontyok zsírsavösszetételére. Ezeket a vizsgálatokat a busafélékre is kiterjesztettük. Jelen közleményünkben a természetes táplálékot fogyasztott busák májának és izmának zsírsavösszetételét hasonlítottuk össze azokéval, amelyek a természetes táplálék mellett takarmányt is kaptak.

Anyag és módszer

A másodnyaras 8—10 g-os fehér és pettyes busákat 1975 május végén helyeztük ki az előzőleg P és N műtrágyával, valamint istállótrágyával kezelt 170 m²-es, 1,2 m mélységű tavakba. A halak egy részét hathetes periódus után azonos módon előkészített külön tóba helyeztük át, ahol pontyokkal együtt kukorica-, búza- és csillagfűrtaraból kevert takarmánnyal etettünk („mesterséges” táplálék), míg az eredeti tóban maradt halak csak termé-

zetes táplálékot fogyasztottak. Öthetes kísérleti periódus után mindkét tavat lehalasztuk. A kísérleti halakat lemértük, majd a májából és az izomból mintát vettünk. A béltartalmat formalinnal tartósítottuk mikroszkópos vizsgálatokhoz. A tavakból rendszeresen gyűjtöttünk planktonmintákat. 25 l vizet szűrtünk át No 25-ös műanyag planktonhálón. A planktontartalmat J—JK-acetát oldattal történő rögzítés után határoztuk meg. A tó vízének zooplankton tartalma feltehetően a sűrű népesítés következtében viszonylag alacsony volt (11 egyed/liter).

A fennmaradt állatokból eltávolítottuk a máját és lemértük a súlyát. A hátizomból is mintát vettünk, amelyeknek szintén ismertük a súlyát. A lipideket egy keses homogenizátorban történő felaprítással, chloroform:metanol = 2:1 elegyével nyertük ki. Megfelelő mosások után a lipideket tartalmazó chloroform térfogatát 5 ml-re állítottuk be és ebből aliquot zsirtartalmat mértünk.

A megmaradó lipidek egy részét 5% HCl tartalmú metilalkoholban indifferens atmoszférában 80 °C-on átmetileztük. A reakcióidő elteltével quantitativ kinyertük a metilésztereket. Az elemzéseket JGC 1100 gáz-kromatográfval végeztük, amely lángionizációs detektorral volt felszerelve. Megosztó fázisként 15%-os ethilén-glycolsuccinatot használtunk, melyet 100—120-as szemcseméretű Gas—Chrom P-re (Applied Sci. Lab.) vittük fel. A csúcsok azonosítását a relatív retenciós idő logaritmus és a lánchossz között fennálló összefüggés, továbbá megfelelő másodlagos standardok segítségével végeztük. A mennyiségi értékelés triangulációs technikával történt. Minden mintát legalább kétszer ellenőriztünk. A mérések hibája nem nagyobb, mint 5% a nagy mennyiségben jelenlevő, és 20% a kis mennyiségben jelenlevő zsírsavak esetében.

Eredmények

A természetes táplálékon tartott fehér és pettyes busák súlya a kihelyezés utáni 5. hét végére közel másfélszeresére nőtt. Ezzel szemben a mesterséges táplálékot is fogyasztó halak ugyanannyi idő alatt 7—8-szorosára (1. táblázat). A mesterséges táplálékot fogyasztott halak májsúlya nagyobb lett, mint a természetes táplálékon élő fajtársaiké. A máj és az izom zsirtartalma szintén növekedett. A máj súlyának növekedése nem volt arányos a testsúly növekedéssel. Amíg a test súlya kb. nyolcszorosára növekedett addig a máj súlya 11—17-szer lett nagyobb.

A táplálék hatása a halak növekedésére

1. táblázat

Halfaj	Táplálék	Testsúly (g)	Májsúly (g)	Lipidtartalom	
				máj, %	izom, %
VII. 12.					
Fehér busa (10)	természetes	20,77 ± 1,06	0,159 ± 0,013	—	—
Pettyes b. (10)	természetes	16,99 ± 0,88	0,162 ± 0,014	—	—
VIII. 16.					
Fehér b. (8)	természetes	28,07 ± 1,05	0,189 ± 0,20	3,0	0,58
Fehér b. (7)	mesterséges	151,11 ± 5,00	3,22 ± 0,18	4,7	1,00
Pettyes b. (4)	természetes	25,06 ± 1,76	0,24 ± 0,05	2,8	0,75
Pettyes b. (8)	mesterséges	143,55 ± 15,60	2,78 ± 0,36	4,6	0,86

A halak 1975. VII. 12-ig csak természetes táplálékot fogyasztottak. Az elfogyasztott táplálék faji összetételét a 2. táblázat mutatja. A mesterséges táplálék összetétele a következő volt: lisztes gabonakövevény 62%, csillagfűrt 20%, lucernaliszt 10%, halliszt 6%, premix 2%. A zárójelben levő számok a vizsgált halak számát jelentik.

A béltartalom elemzések szerint a fehér busák belében főleg különböző algafajok, míg a pettyes busákban zömmel zooplankton szervezetek, elsősorban Cladocera-k maradványai fordultak elő (2. táblázat).

A zöldalgákra és a kovamoszatokra vonatkozó zsírsavösszetétel adatokat egyik szerzőtársunk korábbi közleményéből vettük át (Farkas, 1970). Feltételeztük, hogy a választott algafajok, (*Chorella vulgaris* és *Diatoma vul-*

3. táblázat

A potenciális táplálék zsírsavösszetétele

Zsírsavak ¹	Zöldalga ²	Kovamoszat ²	Ágascsapú rák ³	Mesterséges táplálék ⁴
14:0	2,2	7,7	4,4	1,0
16:0	6,1	7,6	11,5	23,3
16:1	9,7	11,4	11,5	3,8
18:0	1,6	4,1	4,8	7,2
18:1ω9	17,2	8,6	12,9	30,6
18:2ω6	12,1	6,5	5,6	21,8
18:3ω3	21,0	3,4	7,6	4,1
18:4ω3 (20:1ω9)	1,2	1,7	3,1	2,3
20:2ω6	1,1	1,2	0,2	0,4
20:3ω6	3,4	—	0,9	—
20:3ω3	—	—	—	—
20:4ω6	0,9	1,8	3,1	2,5
20:4ω3	—	—	0,5	0,1
20:5ω3	1,8	25,8	9,1	1,7
22:4ω6	—	0,4	0,7	0,2
22:5ω6	—	—	0,6	0,4
22:5ω3	—	—	0,3	—
22:6ω3	—	1,6	1,1	—

2. táblázat
A természetes táplálék faji összetétele

A mintavétel ideje	A fehér busa béltartalmában talált táplálékszervezetek	A pettyes busa béltartalmában talált táplálékszervezetek
1975. VII. 12.	Diatoma Scenedesmus Crucigenia Coelastrum Eudorina Pediastrum Phacus Keratella cochlearis Cladocera szűrők, csápok	Cladocera és rovarlárva héjak csápok, izek mellett fitoplankton is
1975. VIII. 16.	Glenodinium Scenedesmus Euglena Diatoma Phacus Keratella valga Cladocera maradv.	Cladocera, rovarlárva héjak, csápok, izek. Asplanchna rágószervek, fitoplankton (Főleg Glenodinium)

A táblázatban felsorolt fajok a gyakoriság csökkenő sorrendjében vannak megadva.
Az 1975. VIII. 16-ai adatok azt jelentik, hogy mind a takarmányozott, mind a kontroll (csak természetes táplálékot tartott) halak belében közel azonos volt a táplálékszervezetek faji összetétele.

¹ A táblázat csak a leggyakoribb zsírsavakat foglalja össze.

² A zöldalga zsírsavösszetételét a *Chlorella vulgaris*, a kovamoszatét a *Diatoma vulgare* képviseli. (Részletesebb analitikai adatok: Farkas T.: *Annal. Biol. Tihany*, 37. 165. 1970).

³ E csoport átlagos zsírsavösszetétele 16 Cladocerafaj elemzéséből adódott. (Farkas T. — nem publikált eredmények.)

⁴ A mesterséges táplálék összetétele az 1. táblázat [lábjegyzetében szerepel.

gare) megfelelően reprezentálják rendszertani csoportjuk zsírsavösszetételét. Az ágascsapú rákok zsírsavösszetételére vonatkozó adatok 16 Magyarországon élő Cladocera faj elemzésének átlagai (Farkas T.: nem publikált eredmények). Lényegében minden természetes táplálék zsírja hasonló abban a tekintetben, hogy bennük a linol (18:2 ω6) és a linolénsav (18:3 ω3) középértékkel van képviselve és a hosszú szénláncú zsírsavak vagy teljesen hiányoznak vagy csak kis mennyiségben vannak jelen (3-táblázat). A 3% (szárazanyagra) zsirt tartalmazó takarmányban azonban az olaj és a linolsav a domináns, a linolénsav, illetve a linolénsav csoportba tartozó zsírsavak szintje alacsony, A vizsgált busafélék zsírjában mindazon

zsírsavakat kimutattuk melyek a halakra általánosan jellemzőek (4. táblázat).

A természetes táplálékon tartott vagy takarmányozott pontyokkal szemben, ezeknek a halaknak a zsírja igen gazdag volt eicosa- és különösen docosapolyen zsírsavakkal. Az utóbbi zsírsavak közül a docosahexaensav (22:6 ω3) fordul elő nagy mennyiségben. A busák zsírja ebben a tekintetben összehasonlítható más, természetes táplálékon élő halak zsírjával. Így pl. a kűsz izom foszfolipidjeiben 9,1% arachidonsav (20:4 ω6), 6,4% eicosapentaen (20:5 ω3) és 21,6% docosahexaensav volt kimutatható (Farkas, 1970). Ugyanezen zsírsavak szintje a pontyoknál csak 1–3% volt (Csengeri és mtsai 1975).

4. táblázat

A különböző táplálékok hatása a fehér és pettyes busa máj- és izomszövetének zsírsavösszetételére

Halfajok	Fehér busa						Pettyes busa					
	máj			izom			máj			izom		
	term.		mest.	term.		mest.	term.		mest.	term.		mest.
Táplálék	07.12.	08.16.	08.16.	07.12.	08.16.	08.16.	07.12.	08.16.	08.16.	07.12.	08.16.	08.16.
A mintavétel ideje	07.12.	08.16.	08.16.	07.12.	08.16.	08.16.	07.12.	08.16.	08.16.	07.12.	08.16.	08.16.
Zsírsavak												
14:0	0,7	1,4	2,0	1,5	1,6	1,5	1,3	1,5	2,1	1,5	—	1,9
16:0	25,1	24,8	14,4	23,6	21,3	23,5	18,6	21,6	21,0	15,1	21,1	25,6
16:1	5,0	3,9	5,1	5,1	4,0	5,5	4,6	6,0	7,9	4,8	3,5	6,1
18:0	7,9	9,7	6,9	7,4	11,1	6,1	9,3	9,5	6,8	9,4	10,7	6,5
18:1ω9	16,7	15,1	26,3	25,9	12,8	23,9	16,1	16,7	28,7	27,8	13,9	16,1
18:2ω6	3,9	2,9	1,2	5,0	1,8	4,8	2,5	3,7	2,5	7,9	2,7	3,9
18:3ω3	2,3	1,0	6,1	3,1	1,8	0,5	2,5	2,2	2,0	2,2	1,7	4,9
20:2ω6	0,4	—	0,6	—	0,2	0,2	—	0,7	0,1	0,4	0,6	0,4
20:3ω6	0,3	—	0,4	0,3	0,3	0,5	0,8	0,4	0,7	0,5	0,5	0,5
20:3ω3	0,4	1,1	—	—	0,2	—	0,9	0,5	0,7	0,4	0,2	0,4
20:4ω6	4,1	5,7	5,3	4,5	7,5	5,0	6,8	6,3	4,1	6,6	8,5	4,4
20:4ω3	—	—	—	—	—	0,8	—	—	—	0,3	0,8	—
20:5ω3	5,4	4,4	2,9	5,6	8,3	5,0	4,2	6,0	1,8	5,8	9,9	4,2
22:4ω6	—	0,5	—	—	0,4	0,5	2,2	1,5	1,2	0,3	0,6	0,8
22:5ω6	2,4	4,1	3,5	2,2	5,2	5,2	1,9	1,9	2,0	1,8	5,2	3,6
22:5ω3	2,0	2,1	1,2	1,4	1,8	1,3	1,8	2,9	0,9	1,0	1,9	1,6
22:6ω3	20,4	20,5	14,4	10,6	17,0	13,3	20,1	14,8	9,2	9,6	15,9	13,8

(term. = természetes táplálék; mest. = mesterséges táplálék)

Bár a takarmányozott busák jelentős súlygyarapodást értek el, a takarmány a zsírsavösszetételükre — legalábbis, ami a különböző zsírsavak egymáshoz való arányát illeti — kevésbé nyomtára a bélyegét, mint a pontyokéra (Csengeri és mtsai, 1975). Pontyoknál megfigyeltük, hogy a takarmányozás hatására erőteljesen megemelkedik az olajsav szintje a máj és az izom lipidjeiben. Amíg a pontyban az olajsav az összes zsírsavaknak 40–50%-át tette ki, addig ezekben a busákban alig haladta meg a 30%-ot, (pettyes busa, 4. táblázat). Az a drasztikus esés, amit a takarmányozott pontyok májában és izmának eicosa- és docosapolyensav szintjében figyeltünk meg, szintén elmaradt a busáknál.

Mindezek a változások csak látszólagosak és eltűnnek akkor, ha az eredmények értékelésénél figyelembe vesszük a máj súlyát és zsírtartalmát is (5. táblázat). Ha ugyanis az eredményeket 1 g májra eső zsírsavmennyiségekben fejezzük ki (mg zsírsav/g máj) akkor kiderül, hogy a szóban forgó polyensavak mennyisége nem változott a takarmányozás hatására. Szembetűnő emelkedést kapunk az olajsav szintjében. Ez utóbbi viszont, közvetett bizonyítéka annak, hogy a busák valóban elfogyasztották a felajánlott takarmányt.

5. táblázat

Néhány zsírsav mennyisége a különböző táplálékon tartott halak máj- és izomszövetében

Halfaj szövet	Fehér busa				Pettyes busa			
	máj		izom		máj		izom	
	term.	mest.	term.	mest.	term.	mest.	term.	mest.
táplálék	mg/g szövet							
Zsírsavak								
16:0	7,4	6,8	1,2	2,3	6,0	9,7	1,6	2,2
18:0	2,9	3,2	0,6	0,6	2,6	3,1	0,8	0,6
18:1ω9	4,5	12,4	0,7	2,4	4,5	13,2	1,0	1,4
18:2ω6	0,9	0,8	0,1	0,5	1,0	1,1	0,2	0,3
18:3ω3	0,3	2,9	0,1	0,1	0,6	0,9	0,1	0,4
20:4ω6	1,7	2,5	0,4	0,5	1,8	1,9	0,6	0,4
20:5ω3	1,3	1,4	0,5	0,5	1,7	0,8	0,7	0,4
22:6ω3	6,1	6,8	1,0	1,3	1,1	4,2	4,2	1,2

Figyelemre méltó, hogy a kizárólag természetes táplálékot fogyasztó halak májának zsírsavösszetétele nem változott a kísérleti periódus során. Az izomlipidek olaj-, linol- és linolénsav tartalma csökkent, az arachidonsav és az eicosapentaénsav szintje viszont növekedett, mutatva a trigliceridek szintjének valószínű csökkenését.

Megbeszélés

A halak zsírszámban jelenlevő számos zsírsav közül metabolikus, de még tőgazdasági szempontból is az eicosa, illetve docosapolyen zsírsavaknak van különös jelentőségük. Nemcsak azért, mert ezek a legkülönbözőbb membránstruktúrák integrans alkotórészei, hanem azért is mert hiányuk csökkentett növekedést és végső fokon alacsonyabb hozamokat eredményez. A busafélék máj- és izomzsírszámban zsírsavösszetétele elsősorban magas eicosapentaen és docosahexaensav szintjében tér el az ugyancsak természetes táplálékon élő tőgazdasági pontyok ugyan ezen szöveteinek zsírsavösszetételétől (Csengeri és mtsai, 1975).

Az arachidonsav szintje lényegében azonos mindhárom halfajmájában, de a busafélék izmában ennek a zsírsavnak a szintje is magasabb, mint a pontyokban (6–8% versus 3%). Valószínűnek tartjuk, hogy ezek a különbségek inkább a halak zsírszámban cseréjében meglévő kisebb eltérésekre vezethetők vissza.

Kétségtelen, hogy ezen zsírsavak építőelemei (linol, ill. linolénsav) az algákban képződnek és a halak ebben a tekintetben közvetve, vagy közvetlenül az egysejtű algákra vannak utalva. *Castell és munkatársai* (1972) kísérletet tettek arra a következtetésre jutottak, hogy a pisztráng esetében a táplálékban legalább 0,5–1%-nyi (szárazanyagra) mennyiségű linolénsavnak kell jelen lennie a halak megfelelő növekedésének és ellenállóképességének biztosítására. Nem mértük a zöldalgák és a Cladocera rá-

kok zsírtartalmát. Feltételeztük, hogy az előbbieké 1%, az utóbbiaké pedig 2,5% volt nyers súlyra vonatkoztatva. Ezen értékek, illetve a 3. táblázat megfelelő adatából 10% szárazanyaggal számolva adódik, hogy az 1 g szárított zöldalgában, illetve Cladocerában a linolénsav mennyisége 21 mg-ot, illetve 19 mg-ot tehetett ki.

Ez az érték, ha a becsléssel nem követtünk el durva hibát, a pisztrángra kapott optimális linolénsav szükségletet biztosíthatja. A takarmány 1 g-jában viszont a linolénsav mennyisége kb. 1 mg, ami huzamosabb etetés során az esszenciális zsírsavhiány kialakulásához vezet. Vizsgálataink azt mutatják, hogy mindkét busafaj szívesen fogyasztotta a felajánlott takarmányt is. Sőt a takarmányozott halak gyorsabban növekedtek, mint a természetes táplálékot tartottak. Az alkalmazott takarmányt magas szénhidrát és alacsony lipidtartalom jellemezte. A magas szénhidrát tartalmú takarmány fogyasztása a takarmányozott halak zsírsavösszetételében is tükröződik: mind a pettyes, mind a fehér busák máj és izomlipidjeiben meg-növekedett az olajsav aránya.

Más munkánkban rámutattunk arra, hogy ez a zsírsav a fokozott szénhidrát felvétel egyik biokémiai indikátorának tekinthető (Csengeri és mtsai, 1975). Megemlítenéd azonban, hogy ennek a zsírsavnak az aránya egy esetben sem érte el azokat az értékeket, amelyeket összehasonlítható körülmények között a pontyra kaptunk. Az olajsav szintjének emelkedését a docosapolyen savak arányának csökkenése kísérte a vizsgált busafélékben is, de a csökkenés mértéke ugyancsak elmaradt a pontyokra kapott értékektől.

A takarmányozott busák zsírszámban mért eicosapentaen és docosahexaensav csökkenése azonban csak relatív értékű. Ha az elenkezési eredményeket 1 g májsúlyra számoljuk át, akkor nyilvánvalóvá vált, hogy e zsírsavak szintje alig tér el a természetes táplálékon élő halak értékeitől (5. táblázat).

Ez azt is jelentheti, hogy a takarmány mellett kis mennyiségű természetes táplálékot is fogyasztó halak a fentebb becsült 20 mg-nyi linolénsavnál több linolénsavat, illetve ω3 típusú zsírsavat vehettek fel, vagy a természetes táplálék aránya volt magasabb, ami részben kompenzálhatta a takarmány alacsony linolénsav szintjét. A kérdés a halastavak planktonállományának zsírsav dinamizmusát vizsgálva dönthető el. Lehetséges az is, hogy a csak planktonot fogyasztó halak a sűrű népesítés következtében alultápláltak voltak, míg a takarmányozottak éppen a takarmány adagolásával elegendő táplálékhoz, illetve kalóriához jutottak. A csak természetes táplálékon tartott halaknál az ötletes etetési periódus kezdetén kapott adatokat összehasonlítva a periódus végén kapottakkal (4. táblázat), a busák alultápláltsága valószínűsíthető, mivel az olaj-, linol- és linolénsav szintje csökkent az izomlipidekben.

Ezek a zsírsavak alapegységei a zsírsavakat raktározó triglicerideknek. A májlipidek zsírsavösszetételében azonban nem volt a kísérlet tartalmával kapcsolatos változás.

Összefoglalás

Magas szénhidrát tartalmú takarmány hatását tanulmányoztuk másodnyaras fehér és pettyes busák növekedésére és zsírsavösszetételére. Mindkét halfaj erősebben növekedett ha a természetes táplálék mellett, ad libitum, búza, kukorica és csillagfűrt keverékből álló takarmányt is fogyasztott. Az ilyen halak májsúlya aránytalanul nagyobb lett, mint azt a testsúly növekedéséből várni lehetett volna. A takarmányozott állatok májában és izmában a természetes táplálékot fogyasztott kontroll állatokéhoz képest az olajsav aránya enyhén növekedett, amit az eicosa és docosapolyen zsírsavak arányának csökkenése követett. Az eredményeket a májsúlyra vonatkoztatva kiderült, hogy a takarmányozás csupán az olajsavat érinti az eicosa és docosapolyen savak mennyiségét azonban nem.

Mint hogy a természetes táplálék elegendő esszenciális zsírsavat szolgáltat, a takarmány viszont ebből a zsírsavból 0,1%-ot tartalmaz, az eredmények arra utalnak, hogy az elfogyasztott plankton biztosította a takarmányozott halak esszenciális zsírsavszükségletét.

A tanulmányhoz tartozó irodalomjegyzéket kérésre a Hallenyésztési Kutató Intézet (Szarvas) megküldi.

A pontyfélék családjába tartozó jelentősebb tógazdasági haszonhalak keresztezése és fajhibridjeinek vizsgálata

A fajhibridizáció célja, a különböző fajok eltérő tulajdonságainak egyesítése, más esetben a kromoszómák rekombinációja során esetleg létrejövő új hasznos tulajdonságok megjelenése és ezek felkutatása. A fajhibridek megváltozott tulajdonságai a halastavi és természetesvízi halgazdálkodás célkitűzéseit figyelembe véve az alábbi előnyöket biztosíthatják:

1. A környezeti feltételekhez való jobb alkalmazkodás
2. A táplálkozási szokások és viselkedési formák nagyobb variabilitása és plaszticitás
3. A természetes táplálék teljesebb hasznosítása
4. Az utódok nagyobb növekedési erélye
5. A kedvezőbb húsmínőség
6. Bizonyos betegségekkel szembeni fokozott ellenálló-képesség

A hibridek eme tulajdonságai a hasadó nemzedékek formagazdagsága, céltudatos szelekció révén változatos tulajdonságokkal rendelkező új haszonállatok előállítására adhatnak lehetőséget, amelyek közül több a gyakorlat szempontjából is értékes lehet. A pontyfélék családjába tartozó halfajok keresztezése már több életképes hibridet adott. Erről olvashatunk *Hickling*, 1966 és *Makeeva*, 1968 írásaiban is.

A mesterséges halszaporítás módszereinek ismeretében bátran nyúltunk hozzá ehhez a témához és kihasználva a pontyfélék nagy szaporaságát, az ivartermékek könnyű megszerzésének és kezelhetőségének lehetőségét, valamint azt a tényt, hogy eme halfajok külső megtermékenyülése és a zigóta mesterséges, védett környezetben az embriogenezis ideje alatt kontrollálható, a keresztezési kombinációk legszélesebb skáláján folytattuk kísérleteinket.

Ananyag és módszer

Hibridizálási kísérleteinkhez az alábbi halfajokat használtuk:

Ponty (<i>Cyprinus carpio</i> L.)	P
Pettyes busa (<i>Hypophthalmichthys nobilis</i> Rich.)	Pb
Fehér busa (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> Val.)	Fb
Amur (<i>Ctenopharyngodon idella</i> Val.)	A
Compó (<i>Tinca tinca</i> L.)	C
P × Fb F ₁ hibrid	

A fajok nevét a dolgozatban a magyar nevek kezdőbetűjével jelöljük.

A halakat a hibridizálás folyamán mesterséges módszerrel szaporítottuk. Az ivartermékek beérését és leadását hipofizálással segítettük elő. Az ikrásoknak a hipofizát két részletben, a tejeseznek egy adagban adtuk be. Az anya előkészítés és keltetés során minden esetben az anyai faj szaporításához optimális környezeti igényeket vettünk figyelembe, esetenként közelítve az apai faj igényeihez. A ponty és compó szaporítása esetében a Woynárovich-féle sós-karbamidós ikramosást, növényevő halak esetében a tiszta ülepített tóvízzel történő megtermékenyítést alkalmaztuk.

Kelés után a lárvákat keltetőházban műanyag szövetből készült lárvatartó ládákban neveltük az első táplálék felvételéig. Ezután 500—1500 m²-es tavakba helyeztük ki őket 30 napos előnevelésre. A kísérletek értékelésekor vizsgáltuk az ikra megtermékenyülési, valamint kelési százalékát, az utódok életképességét a lehalászási százalék alapján összehasonlítottuk az előállított hibridek jellemző morfológiai tulajdonságait a tiszta szülői vonalakkal és

megpróbáltuk beilleszteni a tógazdasági termelésbe azokat, amelyek erre alkalmasnak látszottak.

A kísérletek eredményeinek értékelése

A Halászat 1973/4. számában már beszámoltunk *A ponty és a növényevő halak keresztezése* címmel, az Intézetben 1968—1973-ig folyó fajhibridizációs munkákról. 1968—1973 között az alábbi halfajok keresztezését végeztük el:

Keresztezett fajok	Az ikra fejlődésnek indult	Kikelt	Életképes
P × Fb	+	+	+
Fb × P	+	+	—
P × A	+	+	+
A × P	+	—	—
P × Fb	+	+	+
Fb × Pb	+	+	+
Pb × Fb	+	+	+
C × Pb	+	+	kevés db-szám tő hiányában nem folytattuk
P × C	+	+	tő hiányában nem folytattuk
C × P	+	+	

A hibridek illetve a keresztezések jelölésénél az első ikrás, második teljes faj.
 + igen, — nem.

1975-ben folytatva a munkát az alábbi fajokkal végeztünk keresztezési kísérleteket:

Keresztezett fajok	Az ikra fejlődésnek indult	Kikelt	Életképes
A × Pb	+	+	+
Pb × A	+	+	+
A × Fb	+	+	+
P × C	+	+	+
C × P	+	+	— *
C × Fb	+	+	+ *

* A megmaradt kevés darabszám miatt az életképességről véleményt nem alkothatunk.

Az 1975. évi hibridizálási kísérleteink megtervezésénél már figyelembe vettük az előzetes kromoszómavizsgálatok eredményeit is. A kromoszóma preparátumokat általunk korábban kidolgozott módszerrel készítettük (*Mészáros et al.* 1975).

A pontyfélék családjába tartozó azon halfajok kromoszóma száma, amelyek keresztezését elvégeztük, a következő:

P	— 100—104
Fb	— 48
Pb	— 48
A	— 48
C	— 46—48

A $P \times F_b$ keresztezésével már több éven át folytattunk kísérleteket. A tógazdasági tükrös és pikkelyes pontyot egyaránt felhasználtuk. A keresztezés eredményességében a két típus nem adott értékelhető különbséget.

A tükrös ponty ikrájának termékenyítéséből származó hibridek minden esetben teljesen pikkelyezettek voltak, de a pikkelyek gyakran szabálytalanul helyezkedtek el a halak oldalán. Az ikra termékenyítését és keltetését $22-23^\circ\text{C}$ hőmérsékletű vízben végeztük. A hibridek embrionális fejlődése 4-6 órával a ponty elött már befejeződött és kikelték.

Az 1970-ben végzett keresztezésből származó F_1 hibridek 1974-ben váltak ivaréretté. Az ivarérettségig felnevelt 300 egyed között hímeiket nem találtunk. A mesterséges szaporítás alkalmával hipofizált 28 hibridből 20 db ikrás és 6 db hermafrodita volt, amely utóbbiakról ikrát és tejet is fejtünk.

1974-ben és 1975-ben kísérleteket folytattunk ezen hibridek további szaporítására, és a következő párosításokat végeztük el:

$(P \times F_b) \times (P \times F_b)$ két hermafrodita egyed
 $(P \times F_b) \times (P \times F_b)$ öntermékenyítés
 $(P \times F_b) \times P$
 $P \times (P \times F_b)$
 $(P \times F_b) \times F_b$

Valamennyi párosítási kombinációból származó ikrából 5-10% mutatott szabályos megtermékenyülést a sejtosztódás kezdetén, de a fejlődés a szederesíra állapoton egy esetben sem jutott túl. Kísérleteink alapján így a $P \times F_b$ hibrideket sterilnek minősítettük.

A $P \times F_b$ fajhibrid kifejlett egyedei testforma tekintetében pikkelyes pontyhoz hasonlíthatók.

Küllemi, morfológiai tulajdonságainak megjelenésében erős anyai hatást tapasztalunk, bár egyes anatómiai bélyegeinek alakulása intermedier öröklődést mutat.

Garatfokképlete $2.3-3.2$, míg a pontyé $1.1.3-3.1.1$. a fehér busáé pedig $4-4$.

A hibrid növekedőképességét és életbenmaradását az 1. táblázat mutatja be.

1. táblázat

Életkor	A hibridek lehalászott százaléka	Átlagsúly lehalászásakor g
1. évben	35,6-95,4	5-50
2. évben	82,8-100	376-813
3. évben	78,1-100	1442-2180

A $F_b \times P$ keresztezés egy esetben sem adott életképes utódokat. Szabályosnak mutatózó termékenyülés után az embrió fejlődésének későbbi szakaszában, a gerinchúr szelvényezettségének kialakulása után folyamatos pusztulást tapasztaltunk, és a kikelt 20-30% lárvá is torz, mozgásképtelen, mindössze 2 órán át volt életben tartható. A kelés ideje 6-10 órával később következett be, mint bármely pontyé.

A $P \times A$ keresztezés során 40 000 db pontyikrát termékenyítettünk meg amur spermával és helyeztük el keltető üvegbe. A termékenyítés után 8 óra múlva az ikra 70%-át találtuk fejlődőképesnek, 24 óra múlva már csak 21%-át, és végül az ikra 12%-ából lett kihelyezhető háromnapos ivadék. A hibridek embrionális fejlődése öt órával előzte meg a pontyét, 23°C -os vízhőmérséklet mellett. A kísérlet további folytatásához csak vizinóvényzettel erősen benőtt tó állt rendelkezésünkre, ezért az ivadék későbbi életképességéről nem tudtunk meggyőződni.

Az $A \times P$ keresztezés nem adott életképes hibrideket.

A $P \times P_b$ keresztezéshez tógazdasági pikkelyes ponty ikráját használtuk fel. Az ikra termékenyülése 65% volt, míg ugyanattól a pontyanyától származó ikra ponty spermával termékenyítve 95 százalékos termékenyülést ért el. Az ivadék életképességét első és második évben tapasztalt jó növekedőképessége is igazolja.

A $P_b \times F_b$, valamint ezek reciprok keresztezése a két faj nagy genetikai hasonlósága következtében eredményesen elvégezhető. A termékenyülés 80-95% közötti értéket adott, a hibridek fejlődési erélye hasonló a szülői fajokéhoz.

A $P_b \times A$ keresztezés során a megtermékenyített ikra 36%-ából kelt ki hibrid hallárva. A kikelt hibrideknek mintegy 70%-a torz alakú, tovább fejlődésre képtelen volt. Úszóik nem, vagy csak részlegesen fejlődtek ki, testük alulról felfelé görbült formát mutatott, fejük nyakból hátra hajlott. Gyakori volt a torz szájnylású egyed, amely nem bírt levegőt venni és táplálkozni.

A $P \times C$ keresztezés során 1969-ben termékenyítés után 8 órával az ikra 97%-át találtuk termékenynek. 12 órával később már csak 32% fejlődőképes ikra volt és a megtermékenyített 40 000 db ikrának 26%-a kelt ki. Az 1975-ben végzett kísérleteink eredményeként a megtermékenyített ikra embrionális fejlődésének hasonló romlását tapasztaltuk, bár ekkor a megtermékenyített 10 ezer db ikrának mindössze 30%-a jutott el a négysejtes fejlődési stádiumba. Ez azzal magyarázható, hogy ebben az időben a pontyok ivartermékei már túlérték voltak.

A hibridek kelési ideje a pontynál másfél órával később, a compónál két órával előbb következett be. A halastóba kihelyezett négynapos ivadék 31%-át halasztuk le össze, amikor átlagsúlyuk 32,5 gramm volt.

A $C \times P$ keresztezés során a megtermékenyítés után 24 órával az ikrának 17%-a volt fejlődőképes, ugyanekkor a kontrollként szaporított $C \times C$ 52%-os termékenyülést mutatott. A hibrid kelési ideje megegyezett a compóval, így a ponty kelése után 3,5 órával következett be. A kikelt hibrideket tó hiányában nem neveltük fel.

A $C \times F_b$ hibridizálásakor csak 15%-os termékenyülést sikerült elérni. A keltetés folyamán a gerinchúr kialakulását követően tömeges embriópusztulást figyelhattunk meg. A hibridből 30 napos korig 30 db-ot sikerült életben tartani. Ezen 30 db közül 4 db kiugróan, 10 db normálisan fejlődött, a többi 16 db pedig nyomorék volt.

A kromoszóma vizsgálatok ismételtlen igazolták, hogy a vizsgált 5 faj egymással eredményesen hibridizálható. Az 1975. évi keresztezések közül különösen eredményesnek mutatkoztak a $P_b \times A$, $A \times P_b$, $F_b \times P_b$, $P_b \times F_b$ és a $A \times F_b$ kombinációk.

Az $A \times P_b$ és $P_b \times A$ keresztezése mindkét irányban igen jó, közel azonos eredményeket mutatott. Az ikra termékenyülése 96-98% volt. Az embriók kelése a megtermékenyítéstől számított 31 óra múlva kezdődött, és 3-5 óra hosszai elhúzódott. A kelés 78-80% volt. A lárvákat a kelést követő négy napon át nagy méretű keltetőüvegben tartottuk, ahol azok a negyedik napon levegőt vettek és táplálkozni kezdtek.

Az ikra 38%-ából fejlődött életképes, kihelyezésre alkalmas lárvá, melyeket a keltetés 5. napján 30 napos előnevelésre 500 m² felületű tavakba helyeztük ki.

Az $A \times F_b$ esetében a kelés 97%-nak bizonyult. Az embrió fejlődését kelésig normálisnak találtuk, a kelési eredmény 80% volt. A kelés időpontja az A és F_b kontrollhoz képest 8 órával később következett be, és mintegy 3-5 óra hosszai elhúzódott. Az előkísérletek során tapasztaltuk, hogy a lárvák között sok külsőre normális fejlettségűnek látszó, de úszni nem tudó egyed volt, amelyek a növényevő halak lárvájára jellemző függőleges irányú mozgásra képtelenek voltak. Ezek elfeküdtek a keltető ládák alján, és elpusztultak.

Összefoglalás

A Cyprinidae családba tartozó halak közül 5 faj, illetve egy F_1 fajhibrid keresztezésével folytattunk kísérleteket.

A kromoszóma vizsgálatok eredményeként a fajok kariotípusának elemzése lehetőséget nyújt a keresztezhetőség előrejelzésére. A hibridizálás alkalmával az ikra minden esetben úgy indult fejlődésnek, mintha szabályosan megtermékenyült volna. A fejlődés kritikus pontjai az embrionális időszakban a négysejtes stádium és a gerinchúr szelvényezettségének kialakulása. Nem keresztezhető fajok hibridjeinek embrionális fejlődése során ezen fejlődési szakaszokban tapasztalható a legtöbb elhalás.

A hibridek kelésénél gyakran tapasztalható, hogy a kelés megindulásának időpontja eltolódik, később következik be, mint a szülői fajok esetében ($P_b \times A$, $A \times P_b$).

A kelés időtartama is hosszabb lehet. A késve megindult kelés a normális 2—4 óra helyett 5—10 óra hosszáig is elhúzódhat, sőt előfordult, hogy az embrió — amely az ikrán belül szabályos életfolyamatokat mutatott — egyáltalán nem bírt kikelni és az ikrában elpusztult (Fb × P).

A fajhibridek lárvái között gyakran találtunk torz alakokat, melyeknek legjellemzőbb formája a kifli alakban hátirányban meggörbült gerincoszlop, csökevényesen fejlett, vagy teljesen hiányzó uszonyok, fejletlen száj- és kopolyúnyílás.

A felnevelt hibridek morfológiai bélyegeit összehasonlítva a szülői fajkéval gyakran erős anyai hatást tapasztalunk, de bizonyos tulajdonságok megjelenése intermedier öröklődést mutat.

A ponty és növényevő halak keresztezése csak akkor ad életképes hibrideket, ha a ponty ikráját termékenyítjük a növényevő halak spermájával, ellenkező esetben nem kaptunk életképes utódokat.

Az előállított és felnevelt fajhibridek közül a P × Fb hibridjei sterilek, közöttük csak ikrás és hermafrodita egyedeket találtunk.

Vizsgált fajhibridjeink közül a P × Fb jó növekedési erélyével és izletes, zsírszegény, de zamatanyagokban gazdag húzával tűnik ki, míg a Fb × P a fehér busánál nyugodtabb vérmérsékletével máris ígéretes új fajtája lehet haltenyésztésünknek.

A tanulmányhoz tartozó irodalomjegyzéket kérésre a Haltenyésztési Kutató Intézet (Szarvas) megküldi.

A halastavak energiaforgalmáról

Két 1400 m²-es halastóban összehasonlító vizsgálatot végeztünk a *dikultúrás* (ponty + amur) és a *polikultúrás* (ponty + amur + fehér + pettyes busa) népesítés között.

A rendszeres primérprodukción mérés és a zooplankton vizsgálatok alapján megbecsültük a halastavak jellemző biológiai struktúráját és az energiaáram legfontosabb útjait. Megállapítottuk, hogy míg a dikultúrás tó természetes hozama 1147 kg/ha, a polikultúrásé 2238 kg/ha. A polikultúrás tó lényegesen nagyobb természetes hozama elsősorban a zooplankton állomány különbségére vezethető vissza. A dikultúrás halastó *Bosmina-Cyclopida* típusú planktonja kevésbé hozzáférhető. A polikultúrás tavak *Moina-Rotatoria* állománya mind a ponty,

mind a fehér busa és pettyes busa számára kedvező (*Grygierek 1973, Dimítrov 1974*).

A hatékony zooplankton állomány kialakításában a fehér busán és pettyes busán kívül az intenzív műtrágyázásnak van jelentős szerepe. A 117 napos tenyésztésben 1,0 t ammónium-nitrátot és 1,2 t szuperfoszfátot használtunk fel hektáronként.

Anyag és módszer

A kísérletekhez egyéves pontyot, fehér- és pettyes busát, illetve kétéves amurt használtunk. Az átlagsúlyo-

1. táblázat

DIKULTÚRA

Halfajok	Kihelyezés			Megmaradási %	Lehalászás			Hozam	
	db/ha	ás/g	kg/ha		db/ha	ás/g	kg/ha	ás/g	kg/ha
Ponty	7140	100	714	88,0	6286	746	4689	646	3975
Amur	145	200	29	100,0	145	1545	224	1345	195
	7285	—	743	88,3	6431	—	4913	—	4170

POLIKULTÚRA

Halfajok	Kihelyezés			Megmaradási %	Lehalászás			Hozam	
	db/ha	ás/g	kg/ha		db/ha	ás/g	kg/ha	ás/g	kg/ha
Ponty	3570	100	357	80,4	2871	1023	2937	923	2580
Fehér busa	715	31	22	100,0	715	630	451	600	429
Pettyes b.	715	29	21	99,3	710	647	459	617	438
Amur	145	200	29	100,0	145	1752	254	1552	225
	5145	—	429	86,3	4441	—	4101	—	3672

2. táblázat

DIKULTÚRA

Idő intervallum	B	P ₁	P ₂	P ₃	P ₁ /B	P ₂ /B	P ₃ /B	P ₂ /P ₃
VI. 1— VI. 20.	139	3,8	1,5	2,3	0,027	0,011	0,016	0,65
VI. 21— VII. 11.	245	5,0	2,9	2,1	0,020	0,012	0,008	1,38
VII. 12—VIII. 1.	432	6,9	4,7	2,2	0,016	0,011	0,005	2,14
VIII. 2— IX. 5.	788	9,7	8,1	1,6	0,012	0,010	0,002	5,06
IX. 6— IX. 24.	1179	4,6	4,6	∅	0,004	0,004	∅	—

POLIKULTÚRA

Idő intervallum	B	P ₁	P ₂	P ₃	P ₁ /B	P ₂ /B	P ₃ /B	P ₂ /P ₃
VI. 1— VI. 20.	79	2,7	0,8	1,9	0,034	0,010	0,024	0,4
VI. 21— VII. 11.	153	3,5	1,6	1,9	0,023	0,010	0,013	0,84
VII. 12—VIII. 1.	283	6,2	2,0	4,2	0,022	0,007	0,15	0,48
VIII. 2— IX. 5.	532	6,8	2,8	4,0	0,013	0,005	0,008	0,70
IX. 6— IX. 24.	771	4,6	3,1	1,5	0,006	0,004	0,002	2,07

B = átlagos hal biomassa, kcal/m², P₁ = összes hal produkció, kcal/m², P₂ = takarmányból származó halprodukció, kcal/m²·nap, P₃ = zooplanktonból származó halprodukció, kcal/m²·nap.

kat és a hektáronkénti darabszámot az 1. táblázat mutatja.

Takarmányként búzát és 18% fehérjetartalmú granulált tápot használtunk. Naponta egyszer (kora délelőtt) ettünk, átlagosan 3–4 testsúly-százalékot, a pontyra számolva.

Hetenként egyszer műtrágyáztunk ammónium-nitráttal (34% N), átlagosan 60 kg/ha; ill. szuperfoszfáttal (8% P), átlagosan 80 kg/ha mennyiségben.

A primérproduktót fekete-fehér palackos oxigén-módszerrel mértük, hetenként egy-két alkalommal. A klorofill-mérést naponta végeztük. Mivel meghatároztuk a klorofill tartalom és a primérproduktó közötti kapcsolatot, az energia megkötésre napi adatok álltak rendelkezésre. A fitoplanktont hetenként mértett egyliteres mintákból határoztuk meg minőségileg, majd megmértük a szerves-széntartalmát.

Zooplankton mintát hetenként vettünk, 20 µ-os hálóval, 100 liter vízből. A Rotatoria plankton és a Bosmina, ill. a Moina generációs intervallumát és napi produktóját a halastóba sülyesztett 30 µ lyukbőségű, 0,2 m³ térfogatú hálóketrecekben mértük, egynapos expozícióval.

Hetenként vett vízmintákból határoztuk meg a tóvizek kémiai összetételét, mely a műtrágyázáshoz szolgáltatott alapadatokat.

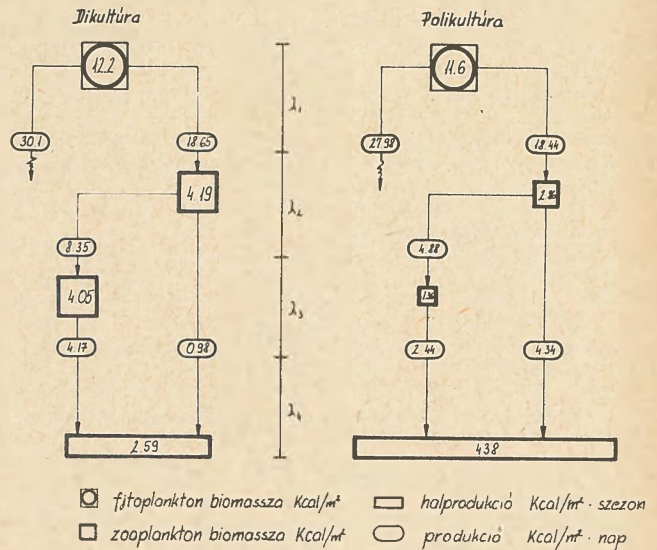
Nem vizsgáltuk a tavak bakterioplanktonját és a fenékfaunát. Az utóbbival kapcsolatban Dimitrov (1974) vizsgálatai alátámasztják saját korábbi tapasztalatainkat: a fenékfauna szerepe alárendelt az intenzív polikultúrás tavakban.

Az energia-számításokat a tenyészedő öt egymást követő szakaszára külön-külön végeztük el, mivel azok vagy a halak növekedése, vagy a zooplankton állomány produktója szempontjából lényegesen eltértek.

Eredmények és megvitatásuk

A primérproduktót 20 cm-es vízmélységben mértük. A napi oxigéntermelés 10–16 mg/l között változott. Mivel a klorofill tartalmat minden nap mértük és elég

szoros összefüggést kaptunk a klorofill koncentráció és a primérproduktó között ($y = 0,083 \times 0,67$; y = primérproduktó mg/l óra, x = klorofill µg/l), az elsődleges termelést elfogadhatóan becsültük. Az algabiomasszát szerves-



szén-tartalma alapján számítottuk (1 mg C = 2 mg alga szárazanyag).

A zooplankton dinamikáját hetenként egyszeri mintavételezéssel követtük (minőségi meghatározás, Kollkwitz térfogát és szerveszén-tartalom). A produktót a tóba mértett 0,2 m²-es hálókban vizsgáltuk. Egynapos expozíciók után meghatároztuk — differenciál szűrés után — a Cladocera, Copepoda és Rotatoria plankton P/B érték-

DIKULTÚRA

3. táblázat

Planktoncsoportok	VI. 1—VI. 20.			VI. 21—VII. 11.			VII. 12—VIII. 1.			VIII. 2—IX. 5.			IX. 6—IX. 24.					
	B	P	C	B	P	C	B	P	C	B	P	C	B	P	C	P/B	K ₂	
Phyto.....	10,5	42,0		13,5	54,0		13,8	55,0		11,0	44,0						4,0	
Cladocera	3,30	6,6	13,2	4,60	9,2	18,4	4,20	8,4	16,8	2,60	5,2	10,4	5,20				2,0	0,5
Rotatoria	0,26	1,3	2,6	0,16	0,8	1,6	0,36	1,8	3,6	0,48	2,4	4,8	0,20				5,0	0,5
Nauplius	0,20	0,4	0,8	0,25	0,5	1,0	0,15	0,3	0,6	0,20	0,4	0,8	0,30				2,0	0,5
Szűrő	3,76	8,3	16,6	5,01	10,5	21,0	4,71	10,5	21,0	3,28	8,0	16,0	5,70					
Asplanchna	0,20	0,5	1,0	0,10	0,2	0,4	0,04	0,1	0,2	0,05	0,1	0,2	0,10				2,5	0,5
Cyclopida	2,00	2,0	4,0	5,00	5,0	10,0	4,90	4,9	9,8	3,90	3,9	7,8	9,00				1,0	0,5
Ragadozó	2,20	2,5	5,0	5,10	5,2	10,4	4,94	5,0	10,0	3,95	4,0	8,0	9,1					
Hal	139	2,3	5,8	245	2,1	5,3	432	2,2	5,5	788	1,6	4,0	1179				—	0,4

POLIKULTÚRA

Planktoncsoportok	VI. 1—VI. 20.			VI. 21—VII. 11.			VII. 12—VIII. 1.			VIII. 2—IX. 5.			IX. 6—IX. 24.					
	B	P	C	B	P	C	B	P	C	B	P	C	B	P	C	P/B	K	
Phyto.....	10,0	40,0		9,5	38,0		13,0	52,0		15,0	60,0		10,5	42,0			4,0	
Cladocera	1,5	4,5	9,0	1,6	4,8	9,6	3,6	10,8	21,6	2,8	8,4	16,8	1,7	5,1	10,2		3,0	0,5
Rotatoria	0,6	3,0	6,0	0,4	2,0	4,0	0,2	1,0	2,0	0,7	3,5	7,0	0,2	1,0	2,0		5,0	0,5
Nauplius	0,15	0,3	0,6	0,1	0,2	0,4	0,15	0,3	0,6	0,3	0,6	1,2	0,3	0,6	1,2		2,0	0,5
Szűrő	2,25	7,8	15,6	2,10	7,0	14,0	3,95	12,1	24,2	3,80	12,5	25,0	2,20	6,7	13,4			
Asplanchna	0,7	1,7	3,4	0,4	0,8	1,6	0,4	1,0	2,0	0,5	1,3	2,6	0,2	0,5	1,0		2,5	0,5
Cyclopida	0,9	1,3	2,6	0,9	1,4	2,8	0,4	0,6	1,2	0,8	1,2	2,4	1,6	2,4	4,8		1,5	0,5
Ragadozó	1,60	3,0	6,0	1,30	2,2	4,4	0,80	1,6	3,2	1,30	2,5	5,0	1,80	2,9	5,8			
Hal	79	1,9	4,8	153	1,9	4,8	283	4,2	10,5	532	4,0	10,0	771	1,5	3,8		—	0,4

$C_{hal} = P_{filtr.} + P_{pred.}$, $C_{pred.}$, $P_{hal} = 0,4 C_{hal}$

C = konzumáció, kcal/m²·nap

keit. Érdekes, hogy *Bosmina* dominancia esetén 2, *Moina* esetén 3 volt a P/B érték. A *Cyclopida* esetén is különbözött az előbbi hányados a dikultúrás (1,5) tóban. A *Rotatoria* planktonnál nem volt lényeges eltérés a két tóban. A primérprodukción és a szekunder-, terciérprodukción részletes adatai a 3. táblázatban szerepelnek.

A tenyésztés alatt hat alkalommal végeztünk próbahalászatot, így a halak súlygyarapodását viszonylag pontosan tudtuk követni.

A 2. táblázatban a halak napi produkcióját (produkció összesen, produkció takarmányból, produkció zooplanktonból) tüntettük fel az öt szakaszban. Jól látható, hogy a biomasszára vonatkoztatott összes produkció (P_1/B), de különösen a zooplanktonból származó produkció (P_3/B) a polikultúrás népesítésű halastavakban minden időintervallumban kedvezőbb.

Az I időszakból számított átlagadatokat és azok kapcsolata (1. ábra) alapján megállapítható, hogy dikultúra esetében, a szűrőszervezetek által hasznosított energiának csak 5,25%-a kerül közvetlenül a halakhoz, míg polikultúra esetén ez az arány 23,54%! Dikultúrában a szűrőszervezetek produkciójának 89,25%-a, a polikultúrában „csak” 52,93%-a jut a ragadozószervezeteken keresztül — veszteséggel — a halakhoz. A két tó zooplankton állományának „hatékonyságát” jól jellemzi, hogy míg a dikultúra $4,19 + 4,05 = 8,24$ kcal/m² zooplankton biomasszájának napi produkciója 5,15 kcal/m², polikultúrában az előző adatok: $2,86 + 1,36 = 4,22$ és 6,78. Ebből következik hogy a zooplankton mennyisége — melyet általában a halprodukcióval pozitív korrelációban levőnek

tekintenek — önmagában nem ad megfelelő információt. A mennyiségi viszonyok mellett a minőségi összetétel, a szűrő és ragadozó fajok viszonya (dikultúra 4.19:4,05; polikultúra 2,86:1,36) határozza meg alapvetően — a halprodukció szempontjából — az állomány kedvező, vagy kedvezőtlen voltát.

Összefoglalás

Összehasonlító kísérletet végeztünk a dikultúrás (ponty + amur) és a polikultúrás (ponty + amur + fehér busa + pettyes busa) népesítésű halastavak hozama között.

Megállapítottuk, hogy a zooplanktonból felépülő hal-tömeg az utóbbi esetben 1091 kg-mal több hektáronként. A megfelelő faji arányokkal kihelyezett és intenzíven műtrágyázott halastavak zooplankton állománya (*Lyakhnovich* 1973) kedvező az őket fogyasztó halak szempontjából.

A dikultúrás halastó zooplankton állományára a *Bosmina longirostris* — *Cyclopida* dominancia a jellemző 8,24 kcal/m² biomasszával, ezzel szemben a polikultúrás népesítésű halastóban a *Moina rectirostris* az uralkodó faj, 4,22 kcal/m² biomasszával. Az előbbi napi haltáplálék produkciója 5,15 az utóbbié 6,78 kcal/m², vagyis az egységnyi biomasszára eső produkció nagyjából kétszeres a polikultúrás tóban.

A tanulmányhoz tartozó irodalomjegyzéket a Haltenyésztési Kutató Intézet (Szarvas) kérésére megküldi.

Tápanyagmérleg megvonása a Bánhalma-Telekhalom III. tóban

A Középtiszai Állami Gazdaság 1. számú kerületében a halastavak rossz minőségű szikes talajon létesültek és ezért a halászati szakemberek fontos feladatnak tartják *Dezso György* halászati ágazatvezető irányításával azt, hogy más helyeken elért kutatási és gyakorlati eredményeket kipróbálják és a jót alkalmazzák. Így került sor 1972-ben a Telekhalom III. halastónak az OMMI Vízélettani Osztályán (Budapest) történő vizsgálatára.

A hetenkénti planktonminták és a kéthetenkénti felszíni és fenékefeletti vízminták és a próbahalászati adatok, valamint a takarmányozási és trágyázási adatok lehetővé tették a tó életébe való mélyebb betekintést. A kiértékeléskor több probléma merült fel, mert a gyakorlatban a mérések különböző mértékegységek széles skáláján mozognak a vízvizsgálat, planktonvizsgálat, trágyázás, takarmányozás, próbahalászat tekintetében. Többek között van ml/m³; kg/kh; keményítő érték/kh; dkg; mg/l; g; kg; %. A gyakorlati alkalmazásban és mindegyik a maga helyén hasznos — azonban az egységesebb áttekintéshez szükség van olyan mutatóra, amely mindegyiknél közös; és a víz plankton, hal, trágyázás, takarmányozás adatait áttekinthetőbbé teszi.

Megkönnyítette a rámbízott munka elvégzését — az egységesebb kiértékelést — az a munka, melyet *Jakab* és *Ruttkay* közölt a Halászat 1973. novemberi—decemberi számában a fehérje (N) számításra vonatkozóan. A tavi kezelés intenzitásának nagyságrendjére vonatkozóan eligazítást adott az a dolgozat, melyet *Dr. Woynarovich Elek* írt a kimagasló izraeli halprodukcióról a Halászatban a D. F. Ztg. és a „Bamidgeh” nyomán. Ezek szerint minden adatot lehetőleg N-re vetítetten számítottam. *Breitenstein* szerint végeztem a szervestrágyánál a becslést, aminek alapján 0,50% N és 0,25% P becsülhető. A kalóriában történő becslést *Winberg* módszerével végeztem; így 1 g N megfelel 47,5 kcal értéknek. *Winberg* módszerével csoportosítottuk a vízvizsgálatokat és az ő módszerével becsültük a plankton (1 ml/m³ zooplankton = 0,085 kg/ha N értékben kifejezve). *Jakab*, *Ruttkay* (1973) munkájából a halászati adatok értékeléséhez a következő átszámításokat használtuk fel:

- 1 kg hal = 3,5 k. é. (1)
 1 kg k. é. = 0,72 takarmány (abrak) egyenlege (2)
 1 kg takarmány (abrak) = 9% fehérjetartalom (3)
 1 kg (takarmány) N = fehérjetartalom : 6,25 (4)
 1 kg élőszűlyű hal = 0,03 kg N-hez szükséges takarmány N = takarmány N : takarmányhozam N (6)
 1 kg hal N-hez szükséges trágya N = trágya N : természetes halhozam N (7)
 N : P arány = Trágya N : Trágya P (8)

A fitoplankton vizsgálatot *Kiss Miklósné* végezte a kéthetenként beküldött vízminták alapján az OMMI Vízélettani Osztályán.

Vízgálatainkat az 1., 2. táblázat és az 1., 2. és 3. ábra mutatja. Látható, hogy nem kimagasló a eredmények bemutatására törekedtünk; a kiértékeléskor figyelembe kellett venni a 28%-os darabvesztéséget, ami a várható eredményeket csaknem egyharmaddal csökkentette; hanem utalunk a gazdaságosságra, a jobb hatásokra, a vízplankton vizsgálatok fontosságára.

Az 1. táblázaton áttekintést adunk a Telekhalom III. tó 1972. továbbá a Tiszavidéki Halgazdaságban 1791-ben és Izraelben 1967-ben végzett vizsgálatokról. Valamennyi puramétert nitrogénre átszámítva fejeztünk ki. Mivel a tenyészidő időtartama nem azonos, az eredményekből nem vonhatunk le megfelelő következtetéseket, de szemléltetni tudjuk azonos egyenértékekre az átszámítás eredményeit.

Az N : P arány a Telekhalmi III. tóban 1 : 1 és az izraeli tótrágyázások 4 : 1, ahol *Woynarovich* adatai alapján

1. táblázat

1 kg hal N-produkció jellemzői

Megnevezés	Magyarország		Izrael
	Telekhalom III. tó	Tiszavidéki Halgazdaság (Jakab, Ruttkay, 1973)	cit. Woynarovich, 1967
Tenyészidő napokban	170	-	270
Átlagos vízhőmérséklet	16 °C	-	25 °C
Halhozam N-ben (kg/ha)			
— természetes hozam-N	9,3	15,0	24,0
— takarmányhozam-N	10,8	17,0	36,0
— összes hozam-N	20,1	32,0	60,0
Trágyázások (kg/ha)			
N	40,5	137,4	82,8
P	4,0	16,2	20,7
N : P	10 : 1	8,5 : 1	4 : 1
Összes N-felhasználás			
1 kg hal-N-hez	5,6	11,0	4,7
kalóriaértékben	266 000	522 500	223 000

2 mg/l N-t és 0,5 mg/l P-t mint jó trágyázási arányt vesznek figyelembe. *Uhlmann* (1967) írja, hogy az egészséges emberi kiválasztásban az N/P = 10/1 arány van. Ez egyező azzal amit *Ruttkay* (1973) algalteszteléssel és vízanalízissel harmonikus N : P = (8 - 10) : 1 optimumként adott meg. *Stumm* (1964) közli, hogy az alga és baktérium szárazanyagában C : N : P = 106 : 16 : 1 arány van, azonban

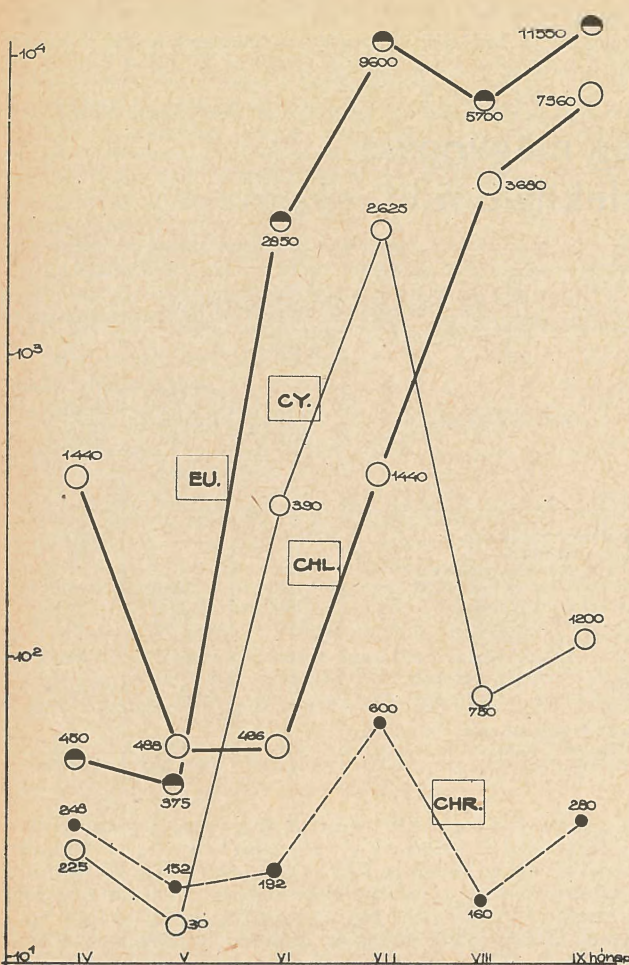
2. táblázat

A Telekhalom III. tó jellemzői 1972-ben

Terület: 85,17 ha

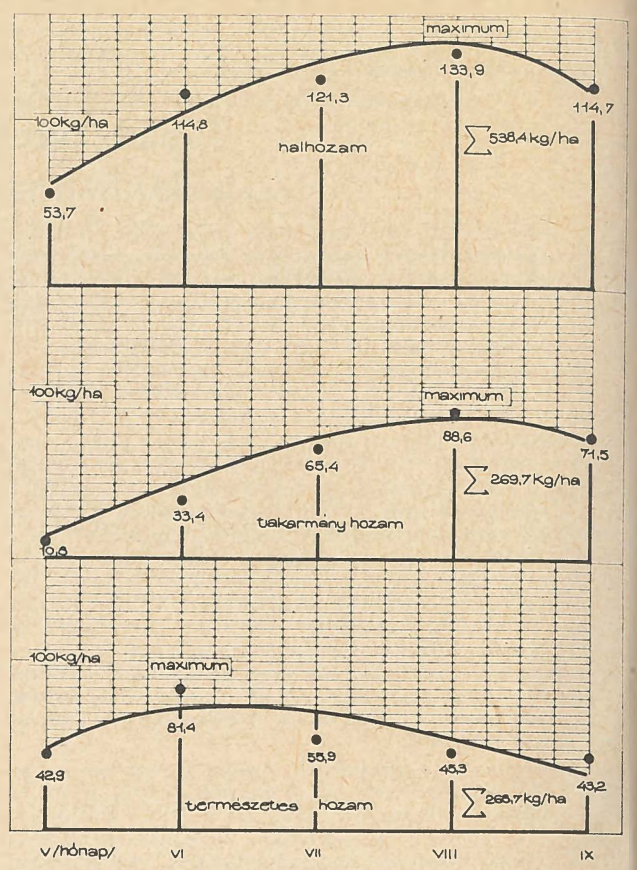
Hónapok	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
	n=2	n=6	n=2	n=4	n=4	n=4
A) Víz kémia						
Ca ⁺⁺ meq/l	1,7	1,9	—	1,9	1,9	1,8
K ⁺ meq/l	0,16	0,16	0,16	0,19	0,21	0,22
HCO ₃ ⁻ meq/l	3,23	2,93	3,30	3,60	3,66	4,37
H ⁺ (mint pH)	7,85	8,25	8,65	7,80	7,30	7,85
NH ₄ ⁺ N, mg/l	0,470	0,233	0,252	0,201	0,919	1,023
NO ₂ ⁻ N, mg/l	0,034	0,029	0,008	0,008	0,018	0,022
NO ₃ ⁻ N, mg/l	0,128	0,160	0,013	0,059	0,100	0,138
N inorg, mg/l	0,632	0,422	0,273 (min.)	0,352	1,036	1,183
PO ₄ P, mg/l	0,090	0,108	0,310 (max.)	0,180	0,100	0,180
Vezetőképesség, µS .	632	552	472	620	640	712
KMnO ₄ fogyasztás, mg/l	12,08	12,23	11,66	12,81	13,35	14,14
H ₂ S, mg/l	0,209	0,063	0,031	0,134	0,355	0,116
NH ₃ mg/l	0,018	0,021	0,036	0,010	0,013	0,016
B) Fitoplankton						
Egyedszám 100 ml vízben	2363	1045	3928	14 265	10 290	20 390
C) Zooplankton						
ml/m ³	—	53,4	46,0	50,0	44,0	40,0

keit. Moir
külö
A R
tóba
prod
A
halá
tosa
A
össz
tont
a bic
külö
a p
inter
A:
lata
tébe
csak
kult
rész
,csa
— v
lomi
diku
mas
ban
vetk
lába



1. ábra

2. ábra



3. ábra

szerves szennyeződéskor 70 : 17 : 1 arányt tapasztalt. Jól látható az irodalmi közlések alapján, hogy eltérőek a tapasztalatok N : P arányára vonatkozóan. Jóllehet a Telekhalmi III. tóban az összegezéskor 10 : 1 arányt találtunk, azonban a havonkénti adatok becslésekor azt tapasztaltuk, hogy az N : P arány jelentősen ingadozik. Uhlmann (1967) írja azt is, hogy a tavaknál jelentős a hígítás és a csapadékvíz szerepe, ezért a 100(N) mg : 10(P) arány is jelentősen módosul. Ruttkay a szikes tavi tanulmányában ír a másik oldalról, amikor a bekoncentráció igen jelentős a tavak életében, feltehetőleg ez is hatással van az N : P arányra.

A 2. táblázatban látható a havonkénti vízminőség képe. A Telekhalmi III. tóban a Tisza-vízzel mindig üzemelő szinten tartották a vizet, ami a tavat hígította. Jól látható a vezetőképesség alapján, hogy a víz koncentrációja legkisebb volt júniusban és ez a hatás több vízminőségi mutatón érezhető volt, kevésbé a fitoplanktonon és a zooplanktonon. Érdekes az, hogy a szerves P ebben a hónapban volt a legtöbb.

Az 1. ábrán a fitoplankton változása van. Az Euglenophyta és a Chlorophyta a tenyészidő folyamán emelkedett, a Cyanophyta és a Chrysophyta júliusban érte el a maximumot. Látható, hogy szám szerint nem sok a fitoplankton és mindez a trágyázás növelésének további fontosságára hívja fel a figyelmet.

A 2. ábrán a halszaporulat, trágyázás, takarmányozás havonkénti változása van N értékben. Jól látható a takarmány gazdaságos bevitele és a takarmányhozam a tenyészidőben jól emelkedett. Látható az is, hogy a kezdeti magas szerves trágyázás megmutatkozik a zooplankton kezdeti magas mennyiségében.

A 3. ábrán a próbahalászat alapján számított halszaporulat havonkénti változása van feltüntetve. A tenyészidő első felében a hozam döntő része a természetes hozamból adódik, a tenyészidő vége felé azonban a takarmányhozam jelentősebb. Ezek láthatók a maximumértékekből is. Az összes hozam jellegét azonban döntően a takarmányozás, szakzerű hozzávetés adja meg. Látható az, hogy trágyázással a természetes hozam növelésére és még jobb hatásokra lehetőség van.

