



New species for EU aquaculture

Technisches Handbuch – Großkopfmeeräsche (*Mugil cephalus*)

Zusammenfassung in deutscher Sprache



Species leader: Dr. Bill Koven (National Center for Mariculture (NCM), IOLR, Eilat, Israel)

Workshop Organizer: Dr. Aldo Corriero (University of Bari (UOB), Bari, Italy)

Participating scientists: Dr. Constantinos Mylonas (HCMR, Greece), Dr. Ken Leber (Mote, USA), Dr. Donatella Crosetti (ISPRA, Italy), Dr. Sherif Sadek (ACO, Egypt), Dr. Dario Vallainc (IMC, Italy), Dr. Alicia Estevez (IRTA, Spain), Dr. Hanna Rosenfeld (NCM, IOLR, Israel), Dr. Iris Meiri-Ashkenazi (NCM, IOLR, Israel), Mr. Dor Israeli (NCM, IOLR, Israel), Dr. E. Gisbert (IRTA, Spain), Dr. Antonella Rosa (UNICA, Italy), Dr. R. Robles (CT-AQUA, Spain), Dr. Thanassis Krystallis (AU, Denmark, HRH, Greece)



DIVERSIFY 2018

1. Einleitung

Die Großkopfmeeräsche wird seit Jahrhunderten in Aquakulturen bewirtschaftet, doch die Produktion in Europa ist gering und nicht intensiv. Die euryhaline, omnivore Art ist weltweit verbreitet, wächst schnell und kann im gesamten Mittelmeerraum gehalten werden. Zur Verbesserung des Sediments und zur Vermeidung von Sauerstoffmangel werden die detritivoren Großkopfmeeräschen in Teiche besetzt. Die Großkopfmeeräsche stellt eine ideale Art für die Erweiterung der Aquakultur in Teichen, Lagunen und verlassenen Salinen dar, die in EU-Mittelmeerstaaten zu finden sind.

Über den Herbst und Winter wandern die adulten Großkopfmeeräschen in großen Gruppen zum Laichen ins offene Meer. Mit einer Größe von 16–20 mm ziehen die Juvenilen in küstennahe Gewässer und Flussmündungen. Dort können sie von August bis Anfang Dezember für den Besatz in Aquakulturen gefangen werden. Auf diese Weise werden Besatzfische besonders im östlichen und südlichen Mittelmeer, Saudi-Arabien, den Golfstaaten und in Südostasien gewonnen. Die Aquakultur von Großkopfmeeräschen besteht meist aus semi-intensiv bewirtschafteten Polykulturen in Teichen, gemeinsam mit bspw. Karpfen, Tilapia oder Wolfsbarschen. Die Tiere wachsen am schnellsten bei geringem Salzgehalt, gedeihen aber in Süß-, Brack- oder Meerwasser.



Abb. Adulte Großkopfmeeräsche

Die kommerzielle Produktion von Großkopfmeeräschen steckt noch in den Kinderschuhen. Induziertes Laichen und die Erzeugung von Brut ist bereits in einem kleinen Maßstab in Italien, Israel und Ägypten dokumentiert. Auf Basis eines Futters mit Fischmehl sind in Brutanstalten gewonnene Weibchen in 2 Jahren auf 1,9 kg abgewachsen. Die Entwicklung eines Futters ohne Fischmehl kann die Produktionskosten verringern und die Aquakultur nachhaltiger und umweltfreundlicher gestalten. Dies würde ebenfalls zu einer Steigerung der Verbraucherakzeptanz führen. Neben erschwinglichen Produkten (ganzer Fisch oder Filet) bietet die Großkopfmeeräsche den Vorteil, dass der Rogen (sog. *bottarga*) als hochpreisiges Produkt (> 100 EUR pro kg) einen wachsenden Markt im Mittelmeerraum findet. Als Quelle erschwinglichen, qualitativ hochwertigen Proteins, durch Produktdiversifizierung und Produkte mit hoher Wertschöpfung (*bottarga*) besitzt die Art also ein beachtenswertes ökonomisches Potenzial.

Die kommerzielle Produktion von Großkopfmeeräschen steckt noch in den Kinderschuhen. Induziertes Laichen und die Erzeugung von Brut ist bereits in einem kleinen Maßstab in Italien, Israel und Ägypten dokumentiert. Auf Basis eines Futters mit Fischmehl sind in Brutanstalten gewonnene Weibchen in 2 Jahren auf 1,9 kg abgewachsen. Die Entwicklung eines Futters ohne Fischmehl kann die Produktionskosten verringern und die Aquakultur nachhaltiger und umweltfreundlicher gestalten. Dies würde ebenfalls zu einer Steigerung der Verbraucherakzeptanz führen. Neben erschwinglichen Produkten (ganzer Fisch oder Filet) bietet die Großkopfmeeräsche den Vorteil, dass der Rogen (sog. *bottarga*) als hochpreisiges Produkt (> 100 EUR pro kg) einen wachsenden Markt im Mittelmeerraum findet. Als Quelle erschwinglichen, qualitativ hochwertigen Proteins, durch Produktdiversifizierung und Produkte mit hoher Wertschöpfung (*bottarga*) besitzt die Art also ein beachtenswertes ökonomisches Potenzial.

Es existiert bereits ein fester Markt für Großkopfmeeräschen im Mittelmeerraum, welcher weiter wachsen wird. Die Aquakultur der Großkopfmeeräsche basiert derzeit nahezu ausschließlich auf dem Fang von Brut (ca. 1 Milliarde). Diese Praxis trägt in der Folge dazu bei, dass die Erträge aus der Fischerei sinken, und sie ist dort nicht nachhaltig, wo in naher Zukunft Regulierungen erwartet werden.



Abb. Abfischen von Großkopfmeeräschen (Spanien)

Die zukünftige Entwicklung der Aquakultur von Großkopfmeeräschen wird von einer Reihe von Bottlenecks limitiert: (1) Kontrolle des Lebenszyklus und Verbesserung der Eiqualität durch Management des Laichtierbestands und Ernährung; (2) Entwicklung eines Protokolls für die Larvenaufzucht zur Verminderung von Verlusten, Größenunterschieden und zur Synchronisation der Metamorphose; (3) Entwicklung eines nachhaltigen, wirtschaftlichen Futtermittels ohne Fischmehl, welches bei verschiedenen Umwelt- und Haltungsbedingungen gut funktioniert.

2. Reproduktion und Genetik

2.1 Hormonbasierte Behandlung zur Synchronisation der Reifung und zur Induktion des Laichens



Abb. Larve der Großkopfmearäsche

Großkopfmearäschchen laichen in Gefangenschaft nicht spontan ab und reproduktive Fehlfunktionen kommen in beiden Geschlechtern vor. Eine Behandlung mit DA (Antagonist des Dopamin-D2-Rezeptors) und rFSH (rekombinantes FSH) führte zu einer Rate von 91% post-vitellogener Weibchen innerhalb einer Testgruppe. Bei Männchen zeigte rFSH eine hohe Wirksamkeit, während der frühen Spermatogenese. Im Vergleich zu einer rLH-Behandlung wurden das Gonadenwachstum und die Steroid-Aktivität durch rFSH gesteigert. Die Unterschiede in den Behandlungen werden auf stimulierende Effekte des rFSH auf zirkulierendes 11-Ketotestosteron und in der Folge auf die

Expression von LH in der Hypophyse zurückgeführt. Alle Männchen, welche zunächst mit rFSH und danach mit MT-EVAc-Implantaten behandelt wurden, produzierten Spermien. Die letzte Gruppe zeigte im Vergleich einen höheren Anteil laichbereiter Männchen (66%). Zur Induktion des Abblaus wurden reife Weibchen und Männchen mit zwei aufeinanderfolgenden Injektionen (nach 22,5 h) mit GnRHa und DA behandelt. Die durch induzierte Reproduktion (während der natürlichen Laichzeit von August bis November sowie versetzt im Januar/Februar) produzierten Eier und Larven waren von hoher Qualität, die Juvenilen robust.

2.2 Effekte der Haltung auf die Geschlechtsreife von Wildfängen und Nachzuchten

Zur Verbesserung der Produktion des hochpreisigen Rogens (*bottarga*) wurde die Entwicklung der sexuellen Reifung untersucht (Vergleich Wildfänge und Nachzuchten). Zweijährige Großkopfmearäschchen waren noch nicht geschlechtsreif. Das Wachstum (Gesamtgewicht und Gonaden) war etwas schneller bei Nachzuchten im Vergleich zu gleichaltrigen Wildfängen. Nach 3 Jahren konnte eine Entwicklung der Gonaden beobachtet werden. Diese war – vermutlich durch Domestikation – bei Nachzuchten bereits deutlicher vorangeschritten.

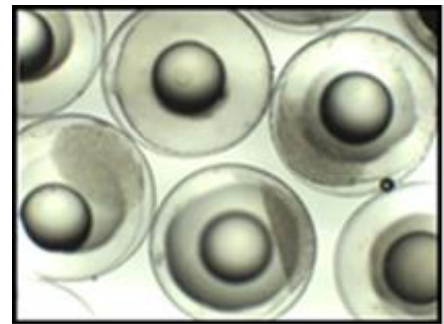


Abb. Embryonalentwicklung der Großkopfmearäsche

3. Ernährung

3.1 Verbesserung von Anreicherungsprodukten, Umstellungs- und Laichtierfuttermitteln

Die langkettige Omega-3-Fettsäure DHA (Docosahexaensäure) zeigt im Vergleich zu anderen mehrfach ungesättigten Fettsäuren (EPA, ARA) eine deutlichere Wachstumsverbesserung in marinen Fischlarven. Ein Versuch mit unterschiedlichen DHA-Konzentrationen (5,5%, 12% und 20% DHA) zur Anreicherung von Rotiferen (Rädertierchen; bis Tag 15 nach dem Schlupf) als Erstnahrung, anschließender Fütterung von Artemien (5,5% DHA; Tag 15–20) und schließlich einem Umstellungsfutter (bis Tag 40) resultierte in einer verbesserten Überlebensrate der Larven bei 5,5% DHA.

3.2 DHA in der Jungtierhaltung

Im Vergleich zur Larvenaufzucht und zur Elterntierhaltung ist der Bedarf an DHA bei Jungtieren geringer. Dennoch ist DHA auch in dieser Phase ein wesentlicher Nahrungsbestandteil, besonders wenn der Fisch karnivor bleibt. Großkopfmeeeräschen werden bei geringem Salzgehalt nach der Metamorphose zu Allesfressern und haben – in einem gewissen Umfang – die Fähigkeit, langkettige, mehrfach ungesättigte Fettsäuren (LC-PUFA) zu synthetisieren. Dies kann den DHA-Bedarf beeinflussen. In einem Fütterungsversuch (von 138–222 Tagen nach dem Schlupf) konnten keine positiven Effekte eines erhöhten DHA-Anteils (0,8 und 1,2% Trockenfutteranteil) im Vergleich zu 0,4% auf Wachstum und Überleben festgestellt werden.

3.3 Taurin-Anreicherung von Artemien und Rotiferen

Taurin spielt eine wichtige Rolle bei der Synthese von Gallensalz, der Antioxidativen-Abwehr, der zellulären Osmoregulation sowie bei visuellen, neuralen und muskulären Aufgaben. Es ist nicht sicher geklärt, ob omnivore Fische Taurin synthetisieren können. Eine Anreicherung von Rotiferen mit Taurin (6,4 mg/g Trockengewicht Rotiferen) hatte positive Effekte auf das Wachstum von Larven (12 und 19 Tage nach dem Schlupf) und Jungtieren (Tag 44 nach dem Schlupf). Da Artemien bereits hohe Tauringehalte vorweisen, konnte keine Verbesserung durch Taurin-Anreicherung erzielt werden.



Abb. Experimentelles System zur Haltung von Großkopfmeeeräschen

3.4 Taurin in Jungtier-Futtermitteln

Über einen Zeitraum von 48 Tagen (126 bis 174 Tage nach Schlupf) wurden Jungtiere mit Pellets mit unterschiedlichen Taurin-Gehalten gefüttert (0, 0,5, 1,0 und 2,0% Trockengewichtsanteil). Großkopfmeeeräschen haben – ähnlich anderen marinen Arten – einen Mindestbedarf an 0,5% Taurin (Nahrungsanteil). Ein u. U. höherer Bedarf kann womöglich durch Synthese gedeckt werden.

3.5 Laichtier-Futtermittel

In Gefangenschaft können reproduktive Fehlfunktionen u.a. durch ein Futtermittel verhindert werden, welches die Zusammensetzung der natürlichen Nahrung optimal widerspiegelt. Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die Gonaden von Wildfängen und Nachzuchten in der Fettsäurezusammensetzung unterscheiden (besonders die Omega-3-Fettsäuren DHA und EPA). Die Verwendung von Fischöl statt Sojabohnenöl im Laichtier-Futtermittel verbesserte die Schlupfrate und die Befüllung der Schwimmblase der Larven.

4. Larvenaufzucht

4.1 Einfluss des Algentyps und der Algenkonzentration auf die Larvenperformance

Die Aufnahme von Rotiferen durch die Larven konnte durch Algen-Trübung verbessert werden (bis 1,2 NTU; *Nannochloropsis oculata* oder *Isochrysis galbana*). Die maximale Aufnahme von Rotiferen wiederum hat langfristige Auswirkungen auf das Überleben der älteren Larven und Juvenilen. Bestimmte Verdauungsfunktionen werden ebenfalls durch die Futtermittel beeinflusst. Im Alter von 61 bis 79 Tagen steigt die Fähigkeit, Stärke und Proteine zu verdauen. Hierdurch können Makro- und Mikroalgen sowie benthische Organismen verwertet werden.



Abb. *Nannochloropsis*-Zellen

4.2 Futterumstellung

Larven der Großkopfmeeräsche ernähren sich zunächst ausschließlich karnivor von Zooplankton. Nach der Metamorphose stellt sich eine omnivore/herbivore Ernährung ein und die Tiere suchen Gewässer mit geringerer Salzkonzentration und einer höheren Primärproduktion an Algen auf. In der Aquakultur wird diesem Umstand durch eine Nahrungsumstellung von Artemien auf ein Trockenfuttermittel im Alter von 24 bis 37 Tagen entsprochen. Ein Futtersuchversuch ergab, dass die beste Leistung (Länge, Trockengewicht, Becken-Biomasse) durch eine omnivore Diät erzielt werden kann. Ein Herbivorenfutter erzeugt hingegen kleinere Fische und verlangsamt die Reifung des Verdauungstraktes.

5. Mast und Pflege

5.1 Effekte verschiedener Umstellungsfutter auf die Leistung und den Gesundheitsstatus

Umstellungsfutter mit verschiedenen Abstufungen an Fischmehlersatz durch Pflanzenproteine (0, 50 und 75% Pflanzenproteine) zeigten keine Effekte in der Brut bis zum Tag 60 nach dem Schlupf. Durch den Ersatz des Fischmehls konnten die Futterkosten um bis zu 23,6% gesenkt werden.

5.2 Mast unter Verwendung eines artspezifischen Futtermittels bei verschiedenen Umweltbedingungen in Israel, Griechenland und Spanien

Unter allen drei geographischen Gegebenheiten konnte gezeigt werden, dass eine geringere Haltungsdichte zu einer Steigerung des mittleren Fischgewichts führte. Weiterhin wuchsen die Fische mitunter einheitlicher ab (Israel). Der Futterumsatz konnte durch den Ersatz von Geflügelmehl durch Fischmehl verbessert werden. Obwohl extrudiertes gegenüber pelletiertem Futter besser erscheint, wird weitere Forschung benötigt um den Futterumsatz und Wachstumsleistung zu verbessern. Ertrag und Größenverteilung könnten ebenfalls durch mehrfaches tägliches Füttern verbessert werden.



Abb. Juvenile Großkopfmeeräschen

6. Markt, Verbraucherwahrnehmung, Produktneuheiten und Geschäftsmodelle

Die Marktanalyse in Frankreich, Deutschland, Italien, Spanien und dem Vereinigten Königreich hat gezeigt, dass die Positionierung neuer Arten wie der Großkopfmeeräsche neben den bereits vorhandenen Arten sehr schwierig ist. Die Großkopfmeeräsche ist weitgehend unbekannt. Händler sind unter den folgenden Umständen bereit, neue Arten aufzunehmen: Das Produkt muss nachhaltig sein; das Produkt muss frisch (Südeuropa) und gefroren (besonders Deutschland) verfügbar sein; das Produkt muss leicht zuzubereiten oder verzehrfertig sein; das Produkt muss wettbewerbsfähig sein (Preis).

Neue Fischarten müssen sorgfältig in den bestehenden Markt eingeführt werden. Verschiedene Parameter (Sensorik, Komposition, Textur und physische Eigenschaften) wurden zur Charakterisierung neuer Produkte herangezogen. Hinsichtlich der Komposition waren der Fettgehalt sowie die „Härte“ in Bezug auf die physischen Eigenschaften ein wichtiges Merkmal. Die Großkopfmeeräsche wurde mit einem bitteren Geschmack charakterisiert. Die Akzeptanz neuer Produkte beim Verbraucher wird durch die Verfügbarkeit von Information beeinflusst. Auch die Zubereitungsform ist entscheidend. So reagierten italienische Verbraucher anders auf Großkopfmeeräschen-Filet in Olivenöl als auf geräuchertes Filet.

Referenzen

- Crosetti, D., 2015. Current State of Grey Mullet Fisheries and Culture. *Biology, Ecology and Culture of Grey Mulletts (Mugilidae)*, 398–450.
- Fang, Y.Z., Yang, S., Wu, G. 2002. Free radicals, antioxidants, and nutrition. *Nutrition* 8, 872–879.
- Izquierdo, M and Koven, W. 2011. Lipids. In: *Larval Fish Nutrition*. pp. 47-82, G.J. Holt (ed). Wiley-Blackwell, John Wiley & Sons, Inc. U.K. 435pp.
- Izquierdo, M.S., Fernandez-Palacios, H., and Tacon, A.G.J. 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture* 197, 25-42.
- Koven, W., Van Anholt, R., Lutzky, S., Ben Atia, I., Nixon, O., Ron, B., Tandler, A. 2003. The effect of dietary arachidonic acid on growth, survival, and cortisol levels in different-age gilthead sea bream larvae (*Sparus aurata*) exposed to handling or daily salinity change. *Aquaculture* 228, 307-320.
- Milstein, A., Alkon, A., Avnimelech, Y., Kochba, M., Hulata, G., Schroeder, G. 1991. Effects of manuring rate on ecology and fish performance in polyculture ponds. *Aquaculture* 96, 119-138
- Mylonas, C.C., Fostier, A. and Zanuy, S. 2010. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. *General and Comparative Endocrinology*, 165, 516-534.
- Nash, C.E., Koningsberg, R.M., 1981. Artificial propagation. In: Oren, O.H. (ed.), *Aquaculture of Grey Mulletts*, Cambridge University Press, pp. 265-312.
- Omura, Y., Inagaki, M. 2000. Immunocytochemical localization of taurine in the fish retina under light and dark adaptations. *Amino Acids* 19, 593–604.
- Oren, O.H. 1981. *Aquaculture of Grey Mulletts*, Cambridge University Press, 506 pp.
- Pillay, T.V.R. 1993. *Aquaculture. Principles and Practices*. Fishing News Books, Oxford, UK, 575 pp.
- Rodríguez-Barreto, D., Jerez, S., Cejas, J.R., Martín, M., Acosta, N.G., Bolaños, A. and Lorenzo, A. 2014. Ovary and egg fatty acid composition of greater amberjack broodstock (*Seriola dumerili*) fed different dietary fatty acids profiles. *Eur. J. Lipid Sci. Tech.* 116, 584-595
- Soliman, N., Yacout, D. 2016. *Aquaculture in Egypt: status, constraints and potentials*. *Aquaculture International* 24,
- Tocher, D. R. 2010. Fatty acid requirements in ontogeny of marine and freshwater fish. *Aquaculture Research*, 41: 717-732.

Wu, F.-C., Ting, Y.-Y., Chen, H.Y. 2002. Docosahexaenoic acid is superior to eicosapentaenoic acid as the essential fatty acid for growth of grouper, *Epinephelus malabaricus*. *J. Nutr.* 132, 72–79.

Zouiten, D., Khemis, I. Ben, Besbes, R., Cahu, C. 2008. Ontogeny of the digestive tract of thick lipped grey mullet (*Chelon labrosus*) larvae reared in “mesocosms.” *Aquaculture* 279, 166–172.



Co-funded by the Seventh
Framework Programme
of the European Union



This 5-year-long project (2013-2018) has received funding from the European Union’s Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration (KBBE-2013-07 single stage, GA 603121, DIVERSIFY). The consortium includes 38 partners from 12 European countries –including 9 SMEs, 2 Large Enterprises, 5 professional associations and 1 Consumer NGO- and is coordinated by the Hellenic Center for Marine Research, Greece. Further information may be obtained from the project site at “www.diversifyfish.eu”.