



## New species for EU aquaculture

### Technisches Handbuch – Große Bernsteinmakrele (*Seriola dumerili*)

#### Zusammenfassung in deutscher Sprache



**Species Leader:** Dr. Nikos Papandroulakis (Hellenic Center for Marine Research, Greece),

**Other Scientists participating:** Constantinos C. Mylonas, Pantelis Katharios, Aleka Tsalafouta, Panayiotis Anastasiadis, Morgan Henry, Ioannis Kotzamanis (Hellenic Center for Marine Research, Greece); Marisol Izquierdo, Daniel Montero, Hipolito Fernandez-Palacios, Carmen M<sup>a</sup> Hernandez-Cruz (Parque Científico Tecnológico, University of Las Palmas de Gran Canaria, Spain), Salvador Jerez and María Virginia Martín (Instituto Español de Oceanografía, Spain), Covadonga Rodríguez and Jose Perez (Universidad de La Laguna, Spain), Rocio Robles (CTAQUA, Spain).



DIVERSIFY 2018

## 1. Einleitung

Die Große Bernsteinmakrele ist ein führender Kandidat für den Ausbau der Europäischen Aquakultur. Diese Art wächst bis zu zehnmals schneller als der Wolfsbarsch. Die Zucht von Großen Bernsteinmakrelen findet im Mittelmeerraum bereits seit den 1980er Jahren statt, das Interesse an der Aquakultur dieser Art wuchs allerdings in den vergangenen Jahren rapide an. Der Preis ist hoch, die Fische wachsen schnell, die Filetqualität ist exzellent und die Tiere gehen schnell an bewegungsloses Futter.

Zu Beginn des DIVERSIFY-Projekts litt die Aquakultur der Großen Bernsteinmakrele besonders an (a) einer nicht verlässlichen Reproduktion und (b) mangelnder Stabilität der Produktion von Nachzuchten. Die Vermehrung in Gefangenschaft ist schwierig, aber das Laichen ist bereits mit Hilfe von Hormontherapien gelungen. Im Rahmen des DIVERSIFY-Projekts wurden Protokolle zur gezielten Vermehrung entwickelt. Die Larvenaufzucht sollte ebenfalls verbessert werden. Als dritter Arbeitsschwerpunkt wurden Themen der Fischgesundheit behandelt. Obwohl diese Art neu in der Aquakultur ist, wurden bereits Krankheiten und der Befall mit Parasiten beobachtet. Eine frühzeitige Diagnose und Präventionsmaßnahmen können die Zuchtbemühungen unterstützen.



**Abb.** Adulte Große Bernsteinmakrele

## 2. Reproduktion und Genetik

### 2.1 Entwicklung eines optimierten Protokolls für das induzierte Laichen in Gefangenschaft der Großen Bernsteinmakrele im Mittelmeerraum

Das Ziel dieser Studie war der Vergleich zweier Behandlungen mit GnRHa bei Laichfischen der Großen Bernsteinmakrele (Implantat und Injektion). Während der ersten Laichzeit (später Frühling bis Sommer) wurden insg. 28 Laichtiere (je 14 Weibchen und Männchen) von den Netzgehegen in Becken überführt. Die Weibchen erhielten GnRHa entweder als Implantat oder als Injektion.

Die Fische mit Implantat laichten 9- bis 10-mal nach der ersten Behandlung und nur 4-mal nach der zweiten Behandlung (Woche 3). Die angespritzten Weibchen laichten 7-mal nach der ersten, 3- bis 5-mal nach der zweiten (Woche 2) und 1- bis 3-mal nach der dritten (Woche 3) Behandlung. Die Fische mit Implantat hatten eine höhere Fekundität. Auch blieb die Eiproduktion stabiler im Vergleich zu angespritzten Weibchen. Die Eier beider Gruppen konnten befruchtet werden und es gab keine Unterschiede in der Qualität (Embryonalentwicklung, Schlupf, Überleben der Larven).

### 2.2 Entwicklung eines optimierten Protokolls für das induzierte Laichen in Gefangenschaft der Großen Bernsteinmakrele im Ost-Atlantik

Zum Vergleich mit behandelten (GnRHa-Injektion oder -Implantat) Laichfischen wurden wildgefangene Tiere in Becken auf ihre (spontane) Reproduktionsleistung untersucht. Die Laichleistung und Eiqualität der spontan laichenden Fische war besser. Die Behandlung mit GnRHa stellte sich ebenfalls als effektiv dar und es wurden mehrere Gelege produziert. Für die Bedingungen auf den Kanarischen Inseln war eine Injektion besser geeignet.

## 2.3 Entwicklung eines optimierten Protokolls für das induzierte Laichen der in Gefangenschaft aufgezogenen F1-Generation der Großen Bernsteinmakrele im Ost-Atlantik

In Gefangenschaft erzeugte Große Bernsteinmakrelen (F1-Generation) wurden mit Hilfe von GnRHa-Implantaten zur Reproduktion gebracht und die Leistung und Qualität der Gameten untersucht. Die mehrfache Administration von GnRHa-Implantaten führte über einen längeren Zeitraum zur Reifung und schließlich zum Laichen über eine verlängerte Laichzeit von Mai bis September. Die Tiere wurden in großen Becken im Freiland gehalten. Die Eiproduktion war hoch und die Eiqualität angemessen. Das notwendige Handling der Fische hatte keinen negativen Effekt. Die Spermaqualität war konstant und vergleichbar mit in Gefangenschaft zur Reproduktion gebrachten Wildfängen. Die Spermadichte war im Vergleich etwas geringer, stieg aber im Laufe der Laichzeit an. Diese Erkenntnisse geben Hoffnung für die Zukunft der Aquakultur der Großen Bernsteinmakrele, da sich durch die Vermehrung von Nachzuchten u. a. Brutprogramme entwickeln lassen.



Abb. Betäubter Laichfisch (Großbild) und Embryo (o. l.) der Großen Bernsteinmakrele

## 3. Ernährung

### 3.1 Futtermittel für die Larvenaufzucht und die Mast der Großen Bernsteinmakrele

In Futtermittelsversuchen wurden die Nahrungsbedürfnisse in Hinsicht auf die benötigten langkettigen Omega-3-Fettsäuren DHA und EPA sowie Carotinoide auf die Larvenentwicklung (Überleben, Wachstum, Tierwohl, Stressresistenz, Knochenentwicklung, Gewebezusammensetzung) untersucht. Zunächst wurden angereicherte Rotiferen und nach einer Übergangszeit mit beiden Futterorganismen nur noch angereicherte Artemien verfüttert.

Zunächst wurden Emulsionen mit verschiedenem DHA-Gehalt untersucht. Die Wachstumskurve zeigte einen optimalen Anteil von 5–10% DHA an den Gesamtfettsäuren (max. 6,5–7% Anteil in den Artemien). Auch das Überleben wurde vom DHA-Gehalt beeinflusst. Am Tag 35 war die Überlebensrate beim geringsten Anteil von DHA am niedrigsten. Skelettdeformationen wurden nicht beeinflusst.

Im Anschluss wurde in einem ähnlichen Versuch der optimale EPA-Gehalt bestimmt. Auch hier bot sich das Bild einer Kurve mit einem maximalen Larvenwachstum bei einem EPA-Gehalt von 8–16% an den Gesamtfettsäuren. Auch das Überleben der Larven am Tag 35 nach dem Schlupf wurde von niedrigem EPA-Gehalt negativ beeinflusst. Knochendeformationen waren bei allen Emulsionen gering.

Abschließend wurden drei Emulsionen zur Anreicherung erzeugt, welche sich in der Fettsäure- und Carotinoidzusammensetzung unterschieden. Diese drei Emulsionen orientierten sich an den chemischen Eigenschaften von Eiern der Großen Bernsteinmakrele. Aus früheren Ergebnissen wurde geschlussfolgert, dass die Fütterung mit kurzzeitig (3–6 h) angereicherten Rotiferen mit 6% marinem Lecithin und einer leichten Supplementierung von Arachidonsäure (ARA) in Kombination mit einer Bandbreite an Carotinoiden einen positiven Effekt auf die Leistung der Larven haben könnte. In der Tat beeinflussten die verschiedenen Emulsionen das Wachstum, das Überleben und auch die Cortisolwerte der Larven.

Die optimale Zusammensetzung von Anreicherungsprodukten auf Basis dieser Studien ist wie folgt. Artemien: 10–17% DHA, 14–20% EPA (je Anteil an den Gesamtfettsäuren) und ein Verhältnis von DHA:EPA von 1–5. Rotiferen: 14% DHA, 6% EPA (je Anteil an den Gesamtfettsäuren) und ein Verhältnis von DHA:EPA von 2,3. Hinzu kommen 10 ppm Carotinoide.

Auch für die Mast wurden unterschiedliche Futtermittel untersucht. Dabei stellte sich ein Anteil von 2,11% Lysin am Gesamtfutter als ideale Menge heraus.

### 3.2 Futterregime für Laichfischbestände zur Optimierung der Reproduktion

Auf den Kanaren wurden drei verschiedene Futtermittelexperimente mit Laichfischen durchgeführt und der Einfluss auf die Reproduktionsleistung analysiert. (1) Gehalt an Protein, Histidin, Taurin; (2) optimale Fettsäurezusammensetzung (ARA, DHA, EPA); (3) optimierte Lipidzusammensetzung.

(1) Die Laichqualität wurde signifikant von den Futtermitteln beeinflusst. So waren die Befruchtungsraten und der Anteil lebensfähiger Eier höher nach einer Fütterung mit einem hohen Histidin-Gehalt. Der Trend hielt bis zum Schlupf an und die betreffenden Larven hatten eine höhere Überlebensrate. Die Fekundität und mittlere Anzahl der Eier pro Gelege war vier- bis fünfmal höher in dieser Gruppe im Vergleich zur Fütterung mit einem hohen Anteil an Protein oder Taurin. Die Aminosäurezusammensetzung der Eier war jedoch in allen Gruppen gleich. Der Anteil von Histidin im Futter sollte entsprechend auf 1,0–1,5% angehoben werden.



Abb. Laichfisch der Großen Bernsteinmakrele

(2) Im Folgeexperiment konnte gezeigt werden, dass die beste Reproduktionsleistung bei einem Anteil von 1,57% bzw. 0,96% EPA+DHA an den Gesamtfettsäuren erzielt wird. Das letzte Experiment (3) befindet sich derzeit noch in der Auswertung.

## 4. Larvenhaltung

### 4.1 Entwicklung des Verdauungsapparates und des Sehvermögens

Die genaue Kenntnis der Ontogenese des Verdauungsapparates und des Sehvermögens bilden die Grundlage für eine erfolgreiche Fütterung von Fischlarven. Beim Adlerfisch entwickelt sich Ersteres sehr schnell. Verdauungsspezifische Enzymaktivitäten ließen sich bereits vor der ersten Nahrungsaufnahme feststellen. Diese Aktivitäten stehen im Zusammenhang mit der Degradation von Substraten des Dottersacks (bes. Proteine). Die für die Verdauung wichtigen Magendrüsen entwickeln sich beim Adlerfisch bei einer Länge von 5,5 mm und markieren den Übergang vom larvalen zum juvenilen Verdauungssystem (ca. 16 Tage nach dem Schlupf). Bei der Umstellung des Futters von Rotiferen auf Artemien konnte eine verminderte Aufnahme und in der Folge eine Mangelernährung festgestellt werden (12 bis 14 Tage nach dem Schlupf). Bereits 1–2 Tage nach dem Schlupf beginnt beim Adlerfisch die Ausdifferenzierung des visuellen Systems. Von Tag 3 an erscheinen die ersten Pigmentzellen auf der Retina. Die ersten Stäbchenzellen konnten am Tag 15 nach dem Schlupf beobachtet werden.

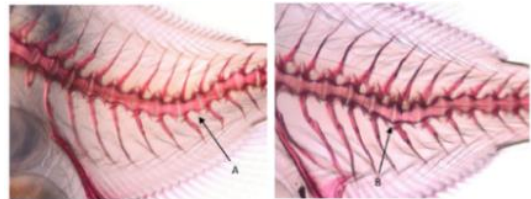
### 4.2 Einfluss des Futterregimes und von Präbiotika

In einem Vorexperiment wurden verschiedene Anreicherungsprodukte bei zwei verschiedenen Dichten an Rotiferen als Futterorganismen untersucht (5 oder 10 Rotiferen pro ml). Die Dichte hatte keinen Einfluss

auf die Larven. Ein Trend hin zu einer höheren Überlebensrate konnte durch die Anreicherung mit *Echium*-Öl oder Schwarzkümmelöl als Immunstimulanzien beobachtet werden. In einem zweiten Experiment wurden diese Zusätze weiter erforscht. In dieser Folgeuntersuchung wurde ein verbessertes Wachstum bei einer dreimaligen Fütterung pro Tag (statt zweimalig) erzielt. Bestimmte Verdauungsenzyme zeigten bei der Anreicherung mit Schwarzkümmelöl eine gesteigerte Aktivität (Lipase, alkalische Proteasen). In dieser Gruppe waren Aktivitäten der humoralen Immunantwort, der Peroxidase und die bakterielle Aktivität geringer. Die Protease-Aktivität war bei beiden Immunstimulanzien im Vergleich erhöht.

#### 4.3 Einfluss von Umweltbedingungen auf die Haltung

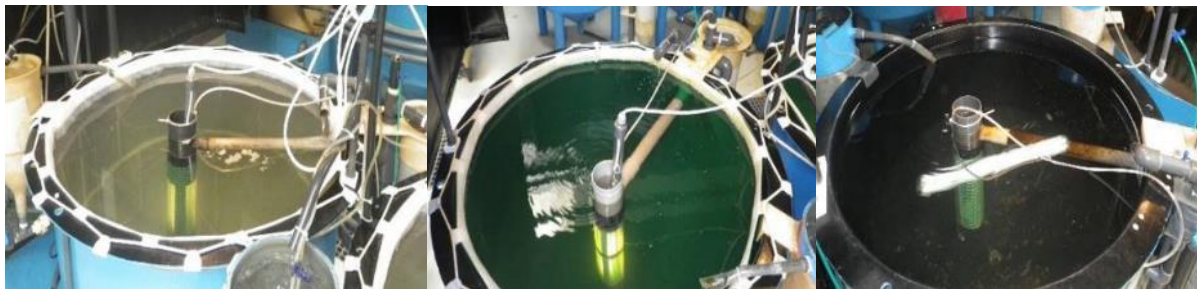
Die Effekte bestimmter Haltungsparameter (Besatzdichte, Beckengröße und -typ) auf die Larvenaufzucht wurden untersucht. Je nach Beckengröße (2.000 oder 40.000 Liter) unterschieden sich die Strömungsverhältnisse. Die verschiedenen Testgruppen zeigten signifikante Unterschiede im Wachstum (Länge und Gewicht). Die Larven wuchsen im kleineren Becken bei einer niedrigen (10 statt 20 Eier pro Liter) Besatzdichten besser ab als im großen Becken (10 Eier pro Liter). Auch die Überlebensrate war höher. Die Größenunterschiede innerhalb der Gruppen und der Kannibalismus waren enorm hoch. Die Körperzusammensetzung der Larven änderte sich nicht. Die Besatzdichte von 20 Eiern pro Liter resultierte womöglich in Stress für die Larven, da die Larven aus diesen Becken einen höheren Grad an Vakuolisierung aufwiesen. Verschiedene Anomalien (Deformationen etc.) wurden in allen Gruppen beobachtet. Eine Aufzucht von 10 Eiern pro Liter in 2.000-Liter-Becken wird empfohlen.



**Abb.** Wirbelsäulendeformationen bei juvenilen Großen Bernsteinmakrelen

In einem zweiten Experiment wurden verschiedene Besatzdichten (25, 50, 75 Eier pro Liter) in 40.000- und 2.000-Liter-Becken getestet. In der höchsten Besatzdichte erreichten die Larven eine größere Körperlänge, während bei der geringsten Dichte die Überlebensrate am höchsten war.

Verschiedene Tageslichtlängen (24 oder 18 h) führten nicht zu signifikanten Unterschieden im Wachstum oder Überleben der Larven. Die mRNA-Expression von IGF-I war jedoch bei nur 18 h Beleuchtung höher und stieg über die Zeit (bis Tag 25 nach dem Schlupf) signifikant in dieser Gruppe an. Die Farbe der Becken (weiß, grün, schwarz) hatte ebenfalls keinen Einfluss auf das Wachstum der Larven. In den weißen Becken war allerdings die Überlebensrate im Vergleich deutlich höher (22% im Vergleich zu 16,5% in grünen bzw. 8,2% in schwarzen Becken). Die Expression spezifischer, mit Wachstum assoziierter mRNA war in den weißen Becken erhöht. Die hier erzielten Überlebensraten waren höher als zuvor berichtete Raten bei der Großen Bernsteinmakrele.



**Abb.** Der Einfluss der Beckenfarbe auf die Larvenaufzucht wurde für die Große Bernsteinmakrele untersucht.

#### 4.4 Auf dem Weg zu einem industriellen Protokoll

Im Folgenden werden generelle Empfehlungen zur Larvenaufzucht der Großen Bernsteinmakrele auf Basis von Tests auf kommerziellem Level gegeben: Große Becken und niedrige Besatzdichte (< 25 Eier pro Liter); 24 h Tageslichtdauer von Tag 1–20 nach dem Schlupf und 18 h zwischen Tag 21 und 30; Lichtintensitäten von 800, 1200, 1000 und 500 lx ab Tag 3, 6, 12 und 20; Wasseraustausch (5 µm Filtration) muss gesteigert werden (15–40% ab Tag 1, 30–40% ab Tag 10, 100–120% ab Tag 20 und 200–240% ab Tag 30); Sauerstoffgehalt > 6,0 mg pro Liter; Salzgehalt 35–40 psu; Temperatur von 23,5–25,0 °C (min. 22 °C, max. 27 °C); Fütterung von Mikroalgen ab Tag 1 nach dem Schlupf (zweimal täglich); Tag 3–25 Rotiferen (10 pro ml); ab Tag 12 Artemia; Tag 14–18 angereicherte Artemien; ab Tag 18 Futterumstellung (200–800 µm); bei ausbleibender Größenselektion sind zwischen Tag 20 und 30 Verluste von > 90% zu erwarten; Tiere < 15 mm tolerieren kein Keschern.

## 5. Mast

### 5.1 Entwicklung einer Haltungsmethode in Netzgehegen

Die Mast in Netzgehegen ist eine wichtige Anwendung für die Industrie. Verschiedene Methoden wurden getestet. Die Fische wuchsen in verschiedenen Netzgehegen schnell ab. Die Verluste waren jedoch mitunter sehr hoch (25–34%). Die Größenverteilung der Fische ging ebenfalls stark auseinander. Daher wurden zwei Größenklassen (klein und groß) sortiert und die Gruppen weiterverfolgt. Während der Mast kam es zu einer Infektion mit dem Kiemenparasiten *Z. seriolae*. Dies machte eine wiederholte Behandlung der Fische mit Wasserstoffperoxid notwendig. Die Gruppe mit den größeren Tieren wuchs auch nach der Sortierung schneller als die andere Gruppe und erreichte Wachstumsraten von 2,86 g pro Tag (vgl. mit 2,07 g pro Tag).



Abb. Probenahme bei der Großen Bernsteinmakrele

Auch im folgenden Jahr kam es zu großen Verlusten (50%) durch *Z. seriolae*. Aufgrund der Wachstumsunterschiede mussten die Fische wiederum sortiert werden. Nach der Sortierung wuchsen die Fische 1,25 (klein) bzw. 1,83 (groß) g pro Tag. Die Futterumwandlungsrate war 2,46 bzw. 2,35. In beiden Versuchen wurde das kommerzielle Futtermittel problemlos aufgenommen und die Routinearbeiten hatten keinen negativen Effekt. Auch auf den Kanarischen Inseln wurden

Mastversuche unternommen. Hier wurde gezeigt, dass die Fische nach Überführung in die Netzgehege eine Anpassungsphase benötigen, in der das Wachstum geringer ist.

Die Infektion mit artspezifischen Parasiten stellt bei der Großen Bernsteinmakrele eine große Gefahr dar. Als Nebeneffekt konnten so jedoch erste immunologische Charakterisierungen durchgeführt werden. Eine solche Infektion kann langanhaltende Einflüsse auf die Gesundheit des Fisches haben.

### 5.2 Entwicklung von Fütterungsmethoden

Eine optimale Fütterungsstrategie ist essentiell für die Produktion qualitativ hochwertiger Fische. Hierzu zählen u. a. die Größen der Futterrationen, die Häufigkeit der Fütterung, die räumliche und zeitliche Verteilung des Futters. Bestimmte Faktoren wurden bei Fischen der Größenklassen 5 und 200 g getestet. Fische (kleine Größenklasse), die dreimal täglich bis zur Sättigung gefüttert wurden, wuchsen schneller als diejenigen, die nur einmal täglich Futter erhielten. Eine Steigerung der Biomasserate von 2,5 auf 3,5% ergab größere Fische. Verletzungen oder Krankheiten konnten bei den Fischen während des Versuchs nicht

festgestellt werden. Die Futterumwandlungsrate war geringer bei dreimaliger Fütterung bis zur Sättigung und sank mit der Biomasserate. Die Proteinumwandlungsrate verhielt sich gegenteilig zwischen den Gruppen.

In der Gruppe mit den größeren Fischen wurde der Einfluss der Futterfrequenz getestet. Die spezifische Wachstumsrate tendierte dazu, mit der Futterfrequenz anzusteigen. Nach 120 Tagen war die spezifische Wachstumsrate in der Gruppe mit nur einer täglichen Fütterung am geringsten, während sie in den Gruppen mit 2, 3 und 7 Fütterungen am Tag gleich hoch war. Neben der finalen Fischgröße unterschieden sich auch die antioxidativen Abwehrmechanismen zwischen den Gruppen. So war die keimtötende Aktivität und die Peroxidase-Aktivität bei nur einer täglichen Fütterung signifikant geringer. Hämatologische und biochemische Parameter wurden nicht beeinflusst.



Abb. Juvenile Große Bernsteinmakrele

### 5.3 Entwicklung geeigneter Haltungsprotokolle

Zur Optimierung der Haltung der Großen Bernsteinmakrele wurden die Effekte verschiedener Haltungstemperaturen ermittelt. Bei 26 °C wuchsen die Tiere (ca. 20 g Anfangsgewicht) deutlich besser als bei 17 oder 22 °C. Bereits nach 60 Tagen ergaben sich signifikante Unterschiede in der Körpergröße. Auch die Morphologie entwickelte sich unterschiedlich. Bei 26 °C zeigten die Fische eine länglichere Körperform. Auch die Futterumwandlungsrate war bei 26 °C am besten.

Bei größeren Individuen (350 g) ergaben Temperaturversuche (16, 21 und 26 °C) ein optimales Wachstum bei 21 °C. Bei 26 °C waren die Verluste und Größenunterschiede höher, die Produktion weniger stabil und die Anpassungsphase länger. Die Analyse des Stressparameters Cortisol zeigte deutliche individuelle Unterschiede. Die Analyse der Temperatureffekte wurde durch zwei weitere Versuche erweitert (23 und 26 °C bzw. 20 und 23 °C). Die besten Ergebnisse wurden bei 20 und 23 °C Haltungstemperatur erzielt. Auch die (Protein-)Verdauung wurde von der Temperatur beeinflusst. Diese ist zwischen 22 und 26 °C optimal.

Bei Haltungsversuchen mit verschiedenen Besatzdichten konnten Dichteeffekte auf die spezifische Wachstumsrate festgestellt werden. Diese sank mit steigender Besatzdichte (nicht signifikant). Mit der Futteraufnahme verhielt es sich ähnlich (signifikant). Die Werte waren abhängig von der Anfangsgröße der Fische. Bei Fischen von 5 g hatte die Besatzdichte einen deutlicheren Effekt (geringeres spezifisches Wachstum bei hoher Dichte) und beeinflusste u. U. auch den Immunstatus. In Fischen mit einem Gewicht von 150 g wurde dies jedoch nicht beobachtet.

## 6. Fischgesundheit

### 6.1 Einsichten in das Immunsystem

Da in der näheren Zukunft ein dramatisches Wachstum der Produktion der Großen Bernsteinmakrele zu erwarten ist, wird der Kontrolle von Krankheiten eine Modulation des Immunsystems (Impfungen, Immunstimulanzien) zugrunde liegen. Kenntnisse des Immunsystems sind hierfür als Grundlage notwendig. Daher wurde eine Reihe relevanter Gene sequenziert und qPCR-Assays für diese Gene optimiert. Die Expression dieser Gene kann moduliert werden und sie stellen entsprechend gute Ziele dar.

### 6.2 Einflüsse der Haltung auf die mukosale Abwehr der Großen Bernsteinmakrele

Fische sind durch die sie umgebende Wassersäule dauerhaft verschiedenen Pathogenen (auch Parasiten) ausgesetzt. Die mukosale Barriere stellt den ersten Abwehrmechanismus gegen solche Mikroorganismen dar. Der Einfluss verschiedener Stressoren auf die Immunantwort wurde untersucht. Die Besatzdichte und Stress durch Handling haben hierauf einen negativen Effekt und dies schlägt sich im Fischschleim nieder. Die Lysozym-Aktivität, das wichtigste antimikrobielle Enzym der Schleimhaut, war bei einer Haltungstemperatur von 26 °C im Vergleich zu 22 und 16 °C erhöht. Insgesamt zeigten die Untersuchungen, dass die mukosale Abwehr bei der Großen Bernsteinmakrele äußerst kompetent, aber auch abhängig von Umweltfaktoren ist.

**Epitheliocystis:** Diese Krankheit ist durch multiple Zysten in den Kiemen charakterisiert und verursacht signifikante Mortalitäten, wenn sie in den frühen Lebensstadien oder nach dem Besatz der Fische in Netzgehege auftritt. Obwohl diese Krankheit in Aquakulturen häufig ist, sind die Ursachen und Infektionswege noch nicht genau bekannt. Im Rahmen des DIVERSIFY-Projekts wurden molekulare Methoden zur Frühdiagnose von Epitheliocystis entwickelt. In der Regel ist eine Behandlung der Fische nicht notwendig und die Fische heilen ohne Hilfe von außen, solange keine anderen Pathogene auftreten oder Stress entsteht.

**Vibriose:** Die Große Bernsteinmakrele ist gegenüber Vibriose (primär *Vibrio harveyi*) anfällig (besonders infolge von Temperaturänderungen > 23 °C). Die Fische zeigen Hämorrhagien (bes. im Schwanz- und Afterbereich). Hautgeschwüre treten beim Voranschreiten der Krankheit auf. Vibriose wird mit Antibiotika behandelt.



**Abb.** Juvenile Große Bernsteinmakrele mit *V.-harveyi*-Infektion

**Parasitenbefall:** *Zeuxapta seriolae* (besonders im Sommer) und *Neobenedenia girallae* sind die wichtigsten Parasiten der Großen Bernsteinmakrele. Erstere befallen die Kiemen und verursachen Anämie. *N. girallae* befällt die Haut und führt zu Geschwüren und bakteriellen Sekundärinfektionen. *Z. seriolae* lässt sich mit Wasserstoffperoxid behandeln (75 ppm, 30 min). Hierbei ist auf Grund der Toxizität mit großer Vorsicht zu handeln. Die Kiemen der Fische sollten jeden Monat genau überprüft werden. Da sich die Eier des Parasiten im Bewuchs der Netzgehege einnisten können, sollten diese intensiv gereinigt werden. Bei *N. girallae* haben sich Immunstimulanzien (MOS und cMOS) im Fischfutter als wirksam erwiesen. Diese Stoffe fördern die Schleimbildung als erste Barriere zum Schutz gegen den Parasiten.

## 7. Markt, Verbraucherwahrnehmung, neue Produkte und Geschäftsmodelle

Die Marktanalyse in Frankreich, Deutschland, Italien, Spanien und dem Vereinigten Königreich hat gezeigt, dass die Positionierung neuer Arten wie der Großen Bernsteinmakrele neben den bereits vorhandenen Arten sehr schwierig ist. Die Große Bernsteinmakrele ist manchmal als Produkt aus der Fischerei, aber nicht als Aquakulturprodukt bekannt. 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).

In Kooperation mit Verbrauchern wurden für die Zielländer neue Fischprodukte entworfen. Insgesamt wurden 12 Produkte entworfen (3 von der Großen Bernsteinmakrele) und auf die technische Durchführbarkeit und Haltbarkeit hin untersucht. Das frische Filet der Großen Bernsteinmakrele (gegrillt) erreichte von allen Produkten die besten Werte.





**Abb.** Verschiedene Produktideen zur Vermarktung der Großen Bernsteinmakrele (v. l. Filet, marinierte Filets, Tartar)

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“ im Bezug auf die physischen Eigenschaften ein wichtiges Merkmal. Die Große Bernsteinmakrele wurde als säuerlich beschrieben. Die Akzeptanz neuer Produkte beim Verbraucher wird durch die Verfügbarkeit von Information beeinflusst. Hier müsste bei der Großen Bernsteinmakrele noch nachgebessert werden.

### Ausgewählte Referenzen

- Andaloro, F., Pipitone, C., 1997. Food and feeding habits of the amberjack, *Seriola dumerili*, in the Central Mediterranean Sea during the spawning season. *Cah. Biol. Mar.* 38: 91-96.
- Crespo, S., Grau, A., Padrós, F., 1994. The intensive culture of 0+ amberjack in the western Mediterranean is compromised by disease problems. *Aquaculture International* 2: 1-4.
- Cummings, N.J., Turner, S.C., McClellan, D.B., Legault, C.M., 1999. Atlantic greater amberjack abundance indices from commercial handline and recreational charter, private, and headboat fisheries through fishing year 1997. *National Oceanic and Atmospheric Sciences*, 77 pp.
- Fernández-Palacios, H., Schuchardt, D., Roo, J., Hernández-Cruz, C.M., Izquierdo, M., 2015. Multiple GnRHa injections to induce successful spawning of wild caught greater amberjack (*Seriola dumerili*) matured in captivity. *Aquaculture Research* 46, 1748-1759.
- García-Gómez, A., 2000. Recent advances in nutritional aspects of *Seriola dumerili*, in: Basurco, B. (Ed.), *Cahiers Options Méditerranéennes*, vol. 47: Mediterranean Marine Aquaculture Finfish Species Diversification. C.I.H.E.A.M., Zaragoza, Spain, pp. *Seriola*, amberjack, growth, nutrition.
- Grau, A., Crespo, S., Riera, F., Pou, S., Sarasquete, M.C., 1996. Oogenesis in the amberjack *Seriola dumerili* Risso, 1810. A histological, histochemical and ultrastructural study of oocyte development. *Scientia Marina* 60, 391-406.
- Jerez, S., Samper, M., Santamaría, F.J., Villamados, J.E., Cejas, J.R., Felipe, B.C., 2006. Natural spawning of greater amberjack (*Seriola dumerili*) kept in captivity in the Canary Islands. *Aquaculture* 252, 199-207.
- Kozul, V., Skaaramuca, B., Kraljevic, M., Dulcic, J., Glamuzina, B., 2001. Age, growth and mortality of the Mediterranean amberjack *Seriola dumerili* (Risso 1810) from the south-eastern Adriatic Sea. *Journal of Applied Ichthyology* 17, 134-141.
- Mylonas, C.C., Zohar, Y., 2001. Use of GnRHa-delivery systems for the control of reproduction in fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 10, 463-491.
- Mylonas, C.C., Papandroulakis, N., Smboukis, A., Papadaki, M., Divanach, P., 2004. Induction of spawning of cultured greater amberjack (*Seriola dumerili*) using GnRHa implants. *Aquaculture* 237, 141-154.
- Rodríguez-Barreto, D., Jerez, S., Cejas, J.R., Martín, M.V., Acosta, N.G., Bolaños, A., Lorenzo, A., 2012. Comparative study of lipid and fatty acid composition in different tissues of wild and cultured female broodstock of greater amberjack (*Seriola dumerili*). *Aquaculture* 360-361, 1-9.
- Zupa, P., Fauvel, C., Mylonas, C.C., Pousis, C., Santamaría, C.A., Papadaki, M., Fakriadis, I., V., C., 2017. Rearing in captivity affects spermatogenesis and sperm quality in greater amberjack, *Seriola dumerili* (Risso, 1810). *Journal of Animal Science* 95, 4085-4100.

Zupa R., Rodríguez, C., Mylonas, C., Rosenfeld, H., Fakriadis, I., Papadaki, M., Pérez, J.A, Pousis, Ch. Basilone, G., Corriero A. 2017b. Comparative Study of Reproductive Development in Wild and Captive-Reared Greater Amberjack *Seriola dumerili* (Risso, 1810). PLOS ONE, January, 1-28.



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](http://www.diversifyfish.eu)”.