



## New species for EU aquaculture

### Technisches Handbuch – Wrackbarsch (*Polyprion americanus*)

#### Zusammenfassung in deutscher Sprache



**Species Leader:** Álvarez-Blázquez, Blanca, (Instituto Español de Oceanografía, Vigo, Spain),

**Other Scientists participating:** Mylonas, Constantinos C., Papandroulakis, Nikos, Papadakis, Ioannis (Hellenic Center for Marine Research), Papadakis, Ioannis (Hellenic Center for Marine Research), Linares, Fátima (Centro de Investigaciónes Mariñas, Consellería do Mar, Xunta de Galicia, Spain), Rodríguez Villanueva, J.L. (Instituto Galego de Formación en Acuicultura, Consellería do Mar, Xunta de Galicia, Spain) Vilar, Antonio (Aquarium A Coruña, Museos Coruñeses, Spain), Fauvel, Christian (IFREMER, France), Duncan, Neil (IRTA, Spain), Covadonga Rodríguez (Universidad de La Laguna, Spain), Robles, Rocio (CT-AQUA, Spain).



DIVERSIFY 2018

## 1. Einleitung

Mit einem Gewicht von über 100 kg gehören Wrackbarsche zu den größten Vertretern der Sägebarsche. Dieser Tiefseefisch ist fast auf der ganzen Welt heimisch und verfügt über eine ausgedehnte pelagische Jungtierphase. Der Wrackbarsch ist sehr interessant für die Aquakultur, da er sehr schnell wächst, erst spät die Geschlechtsreife erlangt, hohe Preise erzielt, kaum aus der Fischerei verfügbar ist und in Gefangenschaft leicht zu manipulieren ist. Durch ihre Größe lassen sich Wrackbarsche gut weiterverarbeiten und es lassen sich Produkte mit einer hohen Wertschöpfung entwickeln. Durch die Weiterverbreitung ließen sich außerdem Exportmärkte erschließen.



Abb. Adulter Wrackbarsch

Wrackfische passen sich schnell an Haltungsbedingungen an und gelten als widerstandsfähig. Die Fische akzeptieren bewegungsloses Futter und können binnen 10 Monaten von 1 auf 5 kg abwachsen. Die Geschlechtsreife wird erst mit 5–10 Jahren erreicht. Dies könnte der Reproduktion in Gefangenschaft abträglich sein. Auf der anderen Seite ist die lange juvenile Phase ein Vorteil für die Aquakultur, da Nachteile der Geschlechtsreife, wie langsameres Wachstum oder Qualitätsverlust, vermieden werden können.

Der Wrackbarsch ist weltweit verbreitet, lebt an den kontinentalen Küsten in einer Tiefe von 100–1000 m und es existieren drei genetisch unterscheidbare Populationen. Die Tiere laichen in großen Gruppen am Kontinentalhang (300–500 m Tiefe) und zeigen keinen Sexualdimorphismus.

Die Beschreibung und Kontrolle des Lebenszyklus bzw. des Laichvorgangs ist eine wichtige Grundlage für die Produktion einer Art in Aquakultur. Eine mangelnde Kontrolle der Reproduktion und der Larvenhaltung stellt beim Wrackbarsch zzt. den wichtigsten Engpass bei der Etablierung in Aquakultur dar. Bisher ist es gelungen, geringe Mengen Eier nach Hormonbehandlung in Gefangenschaft oder durch das Abstreifen von Wildfängen zu gewinnen. Die Beschreibung der frühen Ontogenese zeigt, dass die Größe der Eier (Durchmesser von ca. 2 mm) einen signifikanten Vorteil bei der Larvenhaltung darstellt. Der Mangel an Laichfischen ist ein Nachteil, aber das wirtschaftliche Potential rechtfertigt die Aufnahme des Wrackbarschs in das DIVERSIFY-Projekt. Durch die Einbeziehung nahezu sämtlicher Partner, die sich bisher in Europa mit der Aquakultur der Art auseinandergesetzt haben, sollen diese Engpässe überwunden werden.

## 2. Reproduktion und Genetik

### 2.1 Beschaffung von Wildfängen und Etablierung eines Laichtierbestands

Die demersalen Wrackbarsche leben in Tiefen von bis zu 1000 m. Den ersten Teil ihres Lebens (vom Schlupf bis zu einer Größe von ca. 60 cm) verbringen die Fische allerdings im Freiwasser im küstennahen Umfeld von Treibgut. In den galicischen Häfen sanken die Verkäufe von Wrackbarschen von 60,5 auf 10 mt. Der Preis variiert zwischen 13 und 22 EUR/kg<sup>-1</sup>. Die meisten Fänge stammen von den Azoren.

Die Fische werden entweder mit Netzen (Juvenile bis ca. 3 kg) oder Langleinen (Adulte) gefangen. Die Fangsaison reicht von April bis Juli. Aufgrund des Rückgangs der Fänge in Galicien ist es schwer, an Laichfische zu kommen. Eine kleine Anzahl konnte in Quarantäne überführt werden. Die Schwierigkeit liegt



Abb. Fang von Laichtieren

darin, die Tiere ohne Schäden langsam aus großer Tiefe an die Oberfläche zu befördern. Die Ausdehnung der Schwimmblase kann zum Tod führen. Der Transport in die Quarantänebecken erfordert vorsichtiges Handeln.

## 2.2 Beschreibung des Reproduktionszyklus in Gefangenschaft



**Abb.** Wrackbarsche in Beckenhaltung

Vier verschiedene Laichfischbestände wurden in Griechenland und Spanien aus juvenilen Wildfängen herangezogen. Drei der Bestände wurden bei ähnlichen Temperaturen (12–18 °C) gehalten, der griechische Bestand bei 15–16 °C. Zwischen 03/2015 und 10/2016 wurde der Reifegrad im Abstand von 1–2 Monaten untersucht (insg. zwei Laichzeiten und ein ganzer Laichzyklus). Die Vitellogenese ist beim Wrackbarsch ein langwieriger Prozess, der im Oktober, viele Monate vor der eigentlichen Laichzeit, beginnt. Während der erwarteten Laichzeit erreichen die vitellogenen bzw. in einem frühen Reifegrad befindlichen Oozyten einen Durchmesser von 1200-1600 µm. Die Männchen befinden sich ganzjährig im Zustand der Spermiation.

Die Motilität der Spermien erreichte während beider Jahre hohe und nahezu unveränderte Raten von 60–90%. Die Dauer der Motilität reichte von 2 bis zu 6 min und hielt länger an als bei den meisten marinen Arten der mediterranen Aquakultur. Die Spermiedichte war ganzjährig hoch (4–10 x10<sup>9</sup> Spermatozoen ml<sup>-1</sup>). Die Spermien überlebten bei 4 °C 3–14 Tage. Spontanes Laichen konnte in beiden Jahren beobachtet werden, aber der Befruchtungserfolg war gering und variabel.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich weibliche Wrackbarsche an die Haltung gewöhnen und sowohl bei wechselnden natürlichen als auch bei stabil kalten Umweltbedingungen Eier produzieren. Die Werte der Sexualsteroiden im Blutplasma korrelieren mit dem Reifegrad. Die Eier mancher Weibchen beenden die Entwicklung frühzeitig (kortikale Alveolen) und die Oozyten scheinen nicht größer als 350 µm zu werden oder die Entwicklung stoppt während der Vitellogenese und sie reifen nicht. Die Männchen hingegen produzieren ganzjährig viele qualitativ hochwertige und befruchtungsfähige Spermien. Die Werte der Sexualsteroiden im Blutplasma der Männchen steigen während der Spermiation an. Dies legt nahe, dass diese Werte (bis auf 17,20β-P) mit dem Reifegrad korrelieren. Eine reproduktive Dysfunktion bei den Männchen ist der mitunter sehr geringe Befruchtungserfolg bei spontanen Laichvorgängen. Dies kann dem Laichverhalten der Männchen zugeschrieben werden.



**Abb.** Wrackbarsche in Beckenhaltung

Im letzten Projektjahr wurden hinsichtlich spontanen Laichens bessere Ergebnisse erzielt. Die Produktion befruchtungsfähiger Eier brachte lebensfähige Larven hervor. In einem Fall konnten zwei Männchen 40 Gelege mit einem Erfolg von 80-100% befruchten. Diese Ergebnisse werden zum jetzigen Zeitpunkt weiter untersucht.

## 2.3 Spontanes und induziertes Laichverfahren

Die vier o. g. Laichfischbestände wurden über einen Zeitraum von 2014 bis 2018 verfolgt, um die optimalen Bedingungen für die Reproduktion, Larvenaufzucht und Ernährung zu identifizieren. Die Tiere wurden bei verschiedenen Bedingungen gehalten (Indoor- und Outdoor-Becken mit künstlichen – schwankenden oder konstanten – bzw. natürlichen Licht- und Temperaturverhältnissen). Die Art wächst schnell und passt sich gut an die Haltungsbedingungen an. Während der Laichzeit (März bis Juli) wurde

eine niedrige und im Herbst eine hohe Nahrungsaufnahme beobachtet (0,2–0,5% Aufnahme bei einer halbtrockenen Nahrung, 1–1,8% bei Trockenpellets).

Die Zusammensetzung der Eier und Gonaden wurde als Basis für die Entwicklung eines Laichfischfutters analysiert (s. Details unten). Es wurden Unterschiede bei den Karotinoiden und Vitaminen zwischen Wildfängen und den Zuchtfischen gefunden.

Es gibt drei Möglichkeiten, an Gelege von gehaltenen Wrackfischen zu kommen: (1) Natürliches und spontanes Laichen in großen Becken (> 40 m<sup>3</sup>); (2) Induktion des spontanen Laichens mit Hormonen (GnRH<sub>a</sub>; 500 µg), auch unter kontrollierten photothermalen Bedingungen; (3) Induktion des Laichens in kleinen Becken und anschließendes Abstreifen und *In-vitro*-Befruchtung.

Die Vitellogenese und Reifung der Oozyten konnte spontan in Gefangenschaft beobachtet werden. Mit steigender Erfahrung verbesserten sich hier – vermutlich auf Grund der Anpassung der Weibchen an die Verhältnisse – die Ergebnisse. Das natürliche Laichverhalten der Wrackbarsche zeichnet sich dadurch aus, dass das Männchen das Weibchen bis zur Eiablage verfolgt. Das Abbläuen geschieht meist nachts oder in den Morgenstunden. In den Jahren 2017 und 2018 konnte eine große Anzahl Eier mit zufriedenstellendem Befruchtungserfolg gewonnen werden (50–100% Befruchtung). Die Eiqualität verbesserte sich im Laufe der Laichzeit. Jedes Weibchen produzierte im Durchschnitt 10 Gelege pro Laichsaison.

Die Männchen erreichten Spermiedichten von 25–35 x 10<sup>9</sup> Spermatozoen ml<sup>-1</sup>. Die Motilität ist hoch und dauert im Mittel 2–3 min an. Im Durchschnitt halten sich die Spermien 4 Tage bei 4 °C (bis zu 18 Tage). Ein Männchen befruchtete 30 Gelege über eine Zeit von 150 Tagen.

Die Eier des Wrackbarschs haben einen Durchmesser von 1,996±0,034 mm mit einem großen Lipidtropfen. Die Larven schlüpfen bei ca. 16 °C nach 5 Tagen. Die Verwendung von GnRH<sub>a</sub> zur Laichinduktion muss noch genauer untersucht werden. Es scheint, dass die Oozyten eine Größe von > 1200 µm haben müssen, damit die Behandlung richtig anschlägt. Die Verwendung von FSH und LH ist ebenfalls interessant, denn dies konnte die Reifung in Individuen hervorrufen, welche vorab in Gefangenschaft keinerlei Fortschritt zeigten. Das Abstreifen der Weibchen ist auf Grund der Körpergröße schwierig. Der Stress könnte zu einem Verlust der Eiqualität führen.

## 2.4 Eigenschaften der Spermien und Cryo-Konservierung

Zur Bestimmung der Spermienqualität beim Wrackfisch wurde mit Hilfe von CASA (Computer Assisted Sperm Analysis) ein Protokoll erstellt. Diese Prozedur wird in einem Video auf der Website [www.diversifyfish.eu](http://www.diversifyfish.eu) erklärt. Die Spermien des Wrackbarschs ähneln in ihren Eigenschaften anderen marinen Fischarten (Aktivierung bei Kontakt mit Umgebungswasser, rasante Abnahme der Beweglichkeit mit der Zeit und dann langsames Ausklingen). Die mittlere Spermiedichte lag im Januar bei 2,41 x 10<sup>10</sup> Spermatozoa pro ml und war im Sommer geringer. Die Standardabweichung zwischen und innerhalb von Männchen unterschiedlichen geografischen Ursprungs war hoch. Der prozentuale Anteil beweglicher Spermien war sehr hoch und die VAP (average path velocity) lag bei ungefähr 230 µm/s. Die Spermien bewegen sich zunächst in relativ gerader Linie und erst mit langsamerer Geschwindigkeit beginnen sie zu kreisen (Abnahme der Linearität).

## 3. Ernährung

### 3.1 Effektivität von Lebendfutter und Einfluss von Anreicherung

Auf Basis der biochemischen Analyse von Eiern und Larven wurden neue Produkte zur Anreicherung von Lebendfutter entwickelt. Es wurden drei experimentelle Anreicherungsprodukte für Rotiferen und Artemien hergestellt, welche besonders den Fettsäuremengen an ARA, DHA und EPA im Gewebe von



Wildfängen entsprechen. Beide Futterorganismen zeigten ein verbessertes Nährstoffprofil nach der Anreicherung. Ein Futtermittelversuch mit Wrackbarsch-Larven steht noch aus.

### 3.2 Effekte von Laichfischfutter auf die Fekundität und die Laichqualität

Der Nährstoffbedarf von Wrackbarschen ist derzeit noch weitestgehend unbekannt. Die Entwicklung speziell angepasster Futtermittel ist allerdings eine wichtige Voraussetzung für die Aquakultur. Lipide und Fettsäuren in der Nahrung spielen eine große Rolle bei der Produktion von Eiern und Spermien. Im DIVERSIFY-Projekt wurde Folgendes untersucht: Vorläufige Studie zur biochemischen Zusammensetzung wildlebender Wrackbarsche und Vergleich mit Zuchtfischen; Biochemische Zusammensetzung von Laichfischfuttermitteln (bes. Fettsäuren); Einfluss der Fütterung und Futtermenge auf die Eizusammensetzung, die Fekundität und die Qualität der Gameten.

Wrackbarsche haben einen hohen muskulären Proteinanteil und Wildfänge (Azoren) haben weniger muskuläre Lipide als Fische aus Aquakultur. Die Zusammensetzung mehrfach ungesättigter, langkettiger Fettsäuren war ebenfalls unterschiedlich. Im DIVERSIFY-Projekt wurden verschiedene Laichfischfuttermittel getestet und verglichen. Besonders die unterschiedlichen Lipidgehalte schlugen sich in der Zusammensetzung der Gonaden nieder. Der höchste Anteil von Omega-3-Fettsäuren in den Gonaden konnte durch ein halbtrockenes Futter (Seehecht/Tintenfisch) erzielt werden. Der Anteil von Omega-6-Fettsäuren war jedoch bei Fischen höher, die mit Trockenfutter ernährt wurden. Diese Tiere produzierten mehr Eier und Gelege. Die Ergebnisse müssen jedoch noch in Versuchen mit einer größeren Anzahl an Laichtieren bestätigt werden. Insgesamt hat sich gezeigt, dass Wrackbarsche einen hohen Bedarf an Protein und Omega-3-Fettsäuren haben und wenig Lipid benötigen.

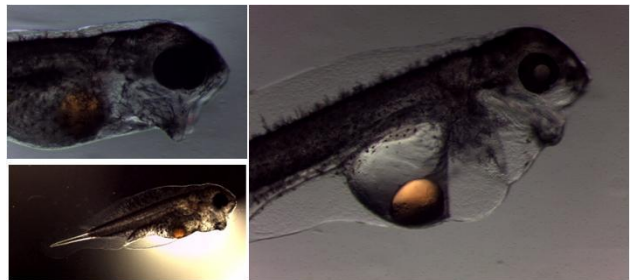
## 4. Larvenhaltung

### 4.1 Entwicklung des Verdauungsapparates

Die Aufzucht der Larven stellt auf Grund der hohen Sterblichkeit ein erhebliches Problem für die Aquakultur des Wrackbarschs dar. Ein gutes Halteprotokoll ist besonders während der frühen Ontogenese kritisch, damit sich die Sicht und der Verdauungstrakt optimal entwickelt. Die meisten Organe entwickeln sich beim Wrackbarsch bis zum Tag 8 nach dem Schlupf. Die Entwicklung des Verdauungsapparates kann grob in zwei Phasen aufgeteilt werden.

- (1) Tag 0–5: In der prälarvalen Phase ernährt sich die Larve von endogenen Reserven (großer Dottersack und Öltropfen) und nimmt keine externe Nahrung auf. Am Tag 5 öffnen sich Mund und Anus, Leber und Pankreas entwickeln sich.
- (2) Tag 5–23: Die Öffnung des Mundes leitet diese zweite Phase ein. Bis zum Tag 23 ist der endogene Dottersack sichtbar (lange autotrophe Phase). Der Verdauungstrakt bildet sich weiter aus. Die Oberkieferzähne werden als letztes Merkmal am Tag 19 sichtbar.

Im Vergleich zu anderen Arten verläuft die Entwicklung des Verdauungstraktes beim Wrackbarsch langsam. Sie wird von externen Faktoren (bes. Temperatur) beeinflusst, ist aber genetisch vorgegeben. Am Tag 23 ist die Organogenese noch nicht beendet und das visuelle System noch nicht final ausgebildet. Allerdings ist der Verdauungstrakt so weit entwickelt, dass die Larve externe Nahrung aufnehmen kann.



**Abb.** Larven des Wrackbarschs mit sichtbarem Eingeweidessack und Fetttropfen

Die beobachtete Entwicklung der Retina legt nahe, dass ab Tag 5 nach dem Schlupf eine Lichtquelle für die Larvenaufzucht benötigt wird, damit die Larven die Beuteorganismen (Rotiferen, Artemia) wahrnehmen können. Aufgrund der Größe des Dottersacks und des Öltropfens und deren Abnahme über die Zeit verändert sich die Auftriebskraft der Larven. Zu Beginn schwimmen die Larven ohne großen Aufwand in der Nähe der Oberfläche.

#### 4.2 Optimale Bedingungen für die Larvenhaltung

In Aufzuchtexperimenten wurden zwei Gelege (Schlupfrate 14%) in Becken mit angeschlossener Wasseraufbereitung beobachtet. Am Tag 10 nach dem Schlupf kam es zur ersten Aufnahme von Rotiferen und Artemien (ab Tag 13). Die Larven überlebten bis Tag 20 bzw. 24 nach dem Schlupf. Als Problem wurde ein Syndrom ähnlich dem sog. *swollen yolk sac syndrom* (SYSS) identifiziert, welches mit inadäquater Fütterung assoziiert ist. Ein ähnliches Erscheinungsbild ergibt sich bei der *Blue Sac Disease* (BSD), die häufig bei Forellen auftritt. Als Ursachen gelten toxische Stickstoffverbindungen (Ammonium) und oxidativer Stress.



Abb. Eiinkubation und Schlupf

Im Folgejahr zeigte die Laichqualität eine deutliche Steigerung. Die Larven hatten beim Schlupf eine Länge von 4,70 mm und wachsen innerhalb von 10 Tagen auf ca. 6,0 mm heran. Der Dottersack war je nach Temperatur nach 11 (14–17 °C) oder 8 (17–20 °C) Tagen aufgebraucht. In einem Temperaturversuch (Ei) konnten die besten Ergebnisse in der Inkubation bei 16 °C beobachtet werden (normale Embryonalentwicklung und Schlupfrate). Im Vergleich zur Inkubation bei 14 °C schlüpften die Eier einen Tag früher und der Schlupferfolg war höher (insg. 11,9%). Auch in einem weiteren Experiment zeigte sich, dass niedrigere (13,7 °C) oder höhere (19,5 °C) Temperaturen zu Deformationen und niedrigem Schlupferfolg führen.

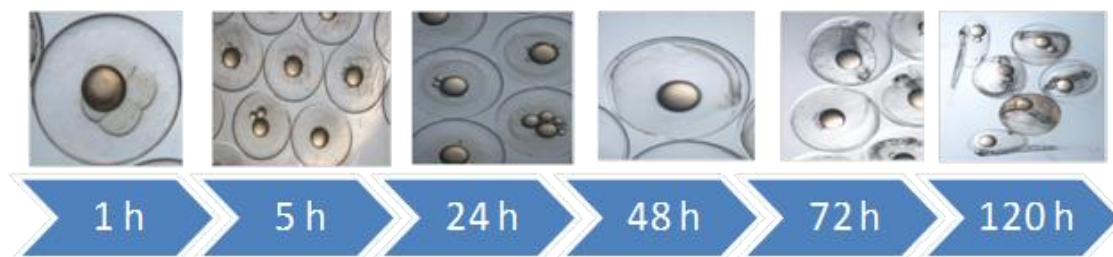


Abb. Embryonalentwicklung bei ca. 16 °C

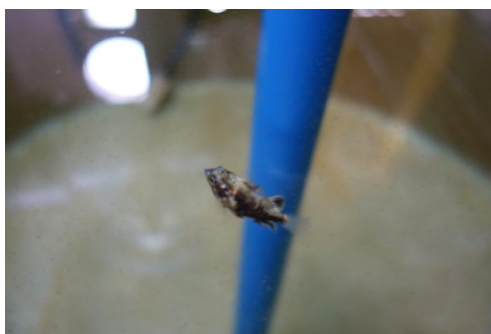


Abb. Juveniler Wrackbarsch

Bei einer Temperatur von 13,7 °C starben ca. 30% der Eier am Tag (Tag 1–3). Bei 16,6 °C lagen die Verluste bei 75% innerhalb der ersten beiden Tage. Bei 19,5 °C kam es am ersten Tag zu großen Verlusten. Besonders in den ersten Tagen müssen die Umweltbedingungen also perfekt an die Bedürfnisse angepasst werden.

Auch für die weitere Larvenaufzucht wurden die Effekte der Haltungstemperatur experimentell bestimmt (15–17 °C und 19–21 °C). Nur in der kälteren Umgebung konnte eine Längenzunahme beobachtet werden. Nach 8 (warm) bzw. 10 (kalt) Tagen wurde eine große Anzahl deformierter Larven

gefunden. In der Folge kam es zu hohen Verlusten. Eine Nahrungsaufnahme konnte nicht beobachtet werden.

Im Jahr 2018 konnten Fortschritte bei der Aufzucht natürlicher Gelege verzeichnet werden. Die Schlupfraten lagen bei 42–82% und am Tag 34–37 nach dem Schlupf gab es noch lebende Larven. Ein Meilenstein wurde mit der Aufzucht von Juvenilen bis Tag 90 erreicht. Die Larven konnten auf ein bewegungsloses Futter umgestellt werden. Dieser Versuch trägt entscheidend zur Identifikation der optimalen Inkubations- und Aufzuchtbedingungen bei.

## Referenzen

- Álvarez-Blázquez, B., Rodríguez, J.L., Vilar, A., Mylonas, C., Papandroulakis, C., Pérez Rial, E., N. Lluch, G. Pazos and F. Linares. Progress in the wreckfish intensive culture. new candidate species for aquaculture. Aquaculture Europe 2017 (EAS), 17-20 October, Dubrovnik, Croatia.
- Anderson, S.A., Salinas, I., Walker, S.P., Gublin, Y., Pether, S., Kohn, Y.Y., Symonds, J.E., 2012. Early development of New Zealand hapuku *Polyprion oxygeneios* eggs and larvae. Journal of Fish Biology 80, 555-571.
- Ball, A.O., Sedberry, G.R., Zatzoff, M.S., Chapman, R.W., Carlin, J.L., 2000. Population structure of wreckfish *Polyprion americanus* determined with microsatellite genetic markers. Mar. Biol. 137: 1077-1090.
- Brick Peres & Haimovi, 2003. Alimentação do cherne-poveiro *polyprion americanus* (polyprionidae, teleostei) no sul do Brasil. Atlântica. Rio Grande 25 (2):201-208.
- Fischer, W., Bauchot, M.L., Schneider, M., 1987. Fiche FAO d'identification des especes pour les besoins de la peche, Rev 1. Mediterranee et Mer Noire (zone de peche 37) FAO, Rome.
- Kamler, E., 2002. Ontogeny of yolk-feeding fish: an ecological perspective. Rev. Fish. Biol. Fish. 12, 79-103.
- Izquierdo, M.S., Fernandez-Palacios, H., Tacon, A.G.J., 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. Aquaculture 197: 25-42.
- Linares, F., Rodríguez, J.L. Peleteiro, J. B., Cal, R., Pazos, G. and B. Álvarez-Blázquez. 2015. Biochemical composition of wild wreckfish (*Polyprion americanus*). EAS 2015
- Papandroulakis N, M. Suquet, M.T. Spedicato, A. Machias, C. Fauvel and P. Divanach. 2004. Feeding rates, growth performance and gametogenesis of wreckfish (*Polyprion americanus*) kept in captivity. Aquaculture International 12: 395-407.
- Papandroulakis, N., Mylonas, C.C., Syggelaki, E., Katharios, P., Divakaran, S., 2008. First reproduction of captive-reared wreckfish (*Polyprion americanus*) using GnRH implants, European Aquaculture 2008, Krakow, Poland.
- Peleteiro, J.B., Saavedra Penas, C., Pérez Rial, E., Álvarez-Blázquez, B., Soares, E.C., Vilar Perón, A., 2011. Diversificación de especies en acuicultura. Estudio preliminar de la reproducción de la cherna (*Polyprion americanus*) en cautividad, Congreso Nacional de Acuicultura, Castelldefels, Spain.
- P Brzuzan, M Wozny, S Dobosz, H Kuzminski, M K Łuczynski and M Gora, 2007. Blue sac disease in larval whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.): pathological changes in mRNA levels of CYP1A, ERα, and p53. Journal of Fish Diseases 2007, 30, 169–173
- Pérez Rial, E.; Giménez, I.; Rodríguez Villanueva, J.L.; Álvarez-Blázquez, B.; Chaves-Pozo, E.; Lluch, N.; Pazos, G. y Linares, F. 2017. Primeras experiencias de inducción a la maduración con

gonadotropinas recombinantes en reproductores de cherna (*Polyprion americanus*). CNA, Spain. 3-5 October. Zaragoza, Spain.

- R. M. Gunasekera, G. J. Gooley, S. S. De Silva, 1998. Characterisation of 'swollen yolk-sac syndrome' in the Australian freshwater fish Murray cod, *Maccullochella peelii peelii*, and associated nutritional implications for large scale aquaculture. *Aquaculture* 169 \_1998. 69–85
- Rodriguez, J.L., Alvarez-Blázquez, B., Pérez Rial, E., Martínez, J.M., Pazos, G., Fátima Linares. 2017. Evaluation of wreckfish (*Polyprion americanus*) growth in Galicia (Spain) *Aquaculture Europe 2017 (EAS)*, 17-20 October, Dubrovnik, Croatia.
- Rodriguez-Villanueva, J.L., Peleteiro, J.B., Perez-Rial, E., Soares, E.C., Álvarez-Blázquez, B., Mariño, C., Linares, F., Mañanós, E., 2011. Growth of wreckfish (*Polyprion americanus*) in Galicia, Spain. *Aquaculture Europe 2011 (EAS)*, 18-21 October, Rhodes, Greece.
- Roncarati, A, Cappuccinelli, R., Stocchi, L., Melotti, P.2014. Wreckfish, *Polyprion americanus* (Bloch and Schneider, 1801), a promising species for aquaculture: Proximate composition, fatty acid profile and cholesterol content of wild Mediterranean specimens. *Journal of Food Composition and Analysis* ,Vol.36 , 1-2 pp.104-110
- Sargent, J.R., Tocher, D.R., Bell, J.G., 2002. The Lipids. in: Halver, J.E., Hardy, R.W. (Eds.), *Fish Nutrition*. Academic Press, San Diego, pp. 182-257.
- Sedberry, G.R., Andrade, C.A.P., Carlin, J.L., Chapman, R.W., Luckhurst, B.E., Manooch, C.S. III, Menezes, G., Thomsen, B., Ulrich, G.F., 1999. Wreckfish *Polyprion americanus* in the North Atlantic: fisheries, biology and management of a widely distributed and long-lived fish. *American Fisheries Society Symposium*. Life in slow lane: ecology and conservation of long lived marine animals, nº23, pp. 27-50.
- Suquet, M., La Pomèlie, Ch., 2002. Le cernier (*Polyprion americanus*): biologie, pêche, marché et potentiel aquacole. Plouzané: IFREMER, cop. 2002. 279 h. (Ressources de la mer). ISBN 2-84433-075-4.
- Symonds, J.E., Walker, S.P., Pether, S., Gublin, Y., McQueen, D., King, A., Irvine, G.W., Setiawan, A.N., Forsythe, J.A., Bruce, M., 2014. Developing yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*) and hapuku (*Polyprion oxygeneios*) for New Zealand aquaculture. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 48, 371-384.
- Wylie, M.J., Setiawan, A.N., Irvine, G.W., Symonds, J.E., Elizur, A., Dos Santos, M., Lokman, P.M., 2018a. Ovarian development of captive F1 wreckfish (hapuku) *Polyprion oxygeneios* under constant and varying temperature regimes - Implications for broodstock management. *Gen Comp Endocrinol* 257, 86-96.
- Wylie, M.J., Setiawan, A.N., Irvine, G.W., Symonds, J.E., Elizur, A., Lokman, P.M., 2018b. Effects of neuropeptides and sex steroids on the pituitary-gonadal axis of pre-pubertal F1 wreckfish (hapuku) *Polyprion oxygeneios* in vivo: Evidence of inhibitory effects of androgens. *Gen Comp Endocrinol* 257, 113-121.



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)”.