



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Χρήση αρωματικών φυτών στη διατροφή του μαγιάτικου (*Seriola dumerili*)  
ως φυσικά αντιφλεγμονώδη, αντιοξειδωτικά, αντιβακτηριακά και αντιπαρασιτικά:  
οικονομικές επιπτώσεις από τη χρήση τους

**Ισίδωρος Κ. Μαρκάκης**

Επιβλέπων καθηγητής  
Δημητρώγλου Αρκάδιος, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ

**ΑΘΗΝΑ 2023**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία**

Χρήση αρωματικών φυτών στη διατροφή του μαγιάτικου (*Seriola dumerili*)  
ως φυσικά αντιφλεγμονώδη, αντιοξειδωτικά, αντιβακτηριακά και αντιπαρασιτικά:  
οικονομικές επιπτώσεις από τη χρήση τους

Use of aromatic plants in the diet of greater amberjack (*Seriola dumerili*)  
as natural anti-inflammatory, antioxidants, antibacterial and antiparasitic:  
economic implications of their use

**Ισίδωρος Κ. Μαρκάκης**

Εξεταστική Επιτροπή

Δημητρόγλου Αρκάδιος, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)

Οικονόμου Γαρυφαλλιά, Καθηγήτρια ΓΠΑ

Νέγκας Ιωάννης, Διευθυντής έρευνας ΕΛΚΕΘΕ-ΙΘΑΒΒΥΚ

**Χρήση αρωματικών φυτών στη διατροφή του μαγιάτικου (*Seriola dumerili*) ως φυσικά αντιφλεγμονώδη, αντιοξειδωτικά, αντιβακτηριακά και αντιπαρασιτικά: οικονομικές επιπτώσεις από τη χρήση τους**

ΔΠΜΣ Επιχειρηματικότητα & Συμβουλευτική στην Αγροτική Ανάπτυξη  
Τμήμα Αγροτικής Οικονομίας & Ανάπτυξης  
Τμήμα Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής

## Περίληψη

Οι υδατοκαλλιέργειες αναδεικνύονται ως ο ταχύτερα αναπτυσσόμενος κλάδος της ζωικής παραγωγής σε παγκόσμιο επίπεδο, αλλά και στην Ελλάδα. Αυτή η ανάπτυξη έχει οδηγήσει στην ένταξη νέων ειδών και στην εντατικοποίηση της παραγωγής, η οποία, παρόλο που αυξάνει την ποσότητα παραγωγής, μπορεί να επιφέρει και προβλήματα, όπως ταχύτερη μετάδοση ασθενειών, κανιβαλισμούς και τραυματισμούς, καθώς και υψηλά ποσοστά θνησιμότητας λόγω παρασίτων. Ακόμα άλλοι παράγοντες που μπορούν να δημιουργήσουν πρόβλημα κατά την διάρκεια εκτροφής είναι η απότομη αλλαγή της θερμοκρασίας, χημικές ουσίες που μπορούν να εντοπιστούν στο νερό από άλλες δραστηριότητες όπως η γεωργία. Τα προαναφερθέντα είναι προβλήματα που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι παραγωγοί. Σε κάποιες περιπτώσεις όπως η απότομη αλλαγή θερμοκρασίας ή τα χημικά η αντιμετώπιση είναι δύσκολη λόγω της ιδιαιτερότητας του προβλήματος. Σε άλλες περιπτώσεις όπως οι παρασιτώσεις οι παραγωγοί χρησιμοποιούν αντιβιοτικά, φορμόλη και υπεροξείδιο του υδρογόνου.

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας είναι η ανάδειξη των αρωματικών φυτών ως φυσικών αντιοξειδωτικών, αντιφλεγμονωδών, αποπαρασιτικών και αντιβακτηριακών πρόσθετων στη διατροφή των μαγιάτικων (*Seriola dumerili*). Ο κύριος στόχος είναι το οικονομικό όφελος που θα προκύψει για τους παραγωγούς από τη μείωση της θνησιμότητας και της μείωσης θεραπειών, καθώς και από τη βελτίωση της συνολικής υγείας των μαγιάτικων όταν τρέφονται συστηματικά με ιχθυοτροφές που περιέχουν αρωματικά φυτά. Ειδικότερα τα αρωματικά φυτά έχουν ενταχθεί συστηματικά στην διατροφή των ιχθύων καθώς φαίνεται ότι η χρήση τους στις υδατοκαλλιέργειες μπορεί να οδηγήσει στην μείωση των αντιβιοτικών και άλλων θεραπευτικών ουσιών, αλλά και στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των υδατοκαλλιεργειών.

Συμπερασματικά, παρόλο που η έρευνα σχετικά με την χρήση αρωματικών φυτών στη διατροφή του μαγιάτικου είναι περιορισμένη με βάση την γενικότερη βιβλιογραφία φαίνεται ότι είναι ένα πολύ αναδυόμενο πεδίο έρευνας.

**Επιστημονική περιοχή:** Υδατοκαλλιέργεια

**Λέξεις κλειδιά:** Αρωματικά φυτά, μαγιάτικο, *Seriola dumerili*, αντιοξειδωτικά, αντιφλεγμονώδη, αποπαρασιτικά, αντιβακτηριακά, οικονομικό όφελος.

# **Use of herbs in the diet of greater amberjack (*Seriola dumerili*) as natural anti-inflammatory, antioxidants, antibacterial and antiparasitic: economic implications of their use**

MSc Farm Business Management  
Department of Agricultural Economics & Rural Development  
Department of Animal Science

## **Abstract**

Aquaculture is emerging as the fastest-growing sector in animal production worldwide, including Greece. This development has led to the inclusion of new species and the intensification of production, which, although it increases the quantity of production, can also lead to problems such as faster disease transmission, cannibalism, injuries, and high mortality rates due to parasites. Other factors that can create problems during farming include abrupt temperature changes and chemical substances that can be detected in the water from other activities such as agriculture. These aforementioned issues are challenges that producers must address. In some cases, such as abrupt temperature changes or chemicals, treatment is difficult due to the specificity of the problem. In other cases, such as parasite infestations, producers use antibiotics, formalin, and hydrogen peroxide.

The purpose of this postgraduate thesis is to highlight aromatic plants as natural antioxidant, anti-inflammatory, anti-parasitic and antibacterial additives in the diet of greater amberjack (*Seriola dumerili*). The main objective is the economic benefit that producers will gain from reducing mortality and treatment costs, as well as improving the overall health of greater amberjack when systematically fed with fish feed containing aromatic plants. Specifically, aromatic plants have been systematically incorporated into fish diets as their use in aquaculture appears to reduce the use of antibiotics and other therapeutic substances, as well as the environmental footprint of aquaculture.

In conclusion, although research on the use of aromatic plants in the diet of greater amberjack is limited based on the general literature, it appears to be a highly emerging field of research.

**Scientific area:** Aquaculture

**Keywords:** Aromatic plants, greater amberjack, *Seriola dumerili*, antioxidant, anti-inflammatory, anti-parasitic, antibacterial, economic benefit

## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	3
Abstract.....	4
Περιεχόμενα .....	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ .....	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	7
ΑΛΦΑΒΗΤΙΚΟ ΓΛΩΣΣΑΡΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ.....	8
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	9
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	10
1.1 Υδατοκαλλιέργεια στην Ελλάδα .....	10
1.2. Περιγραφή βιολογικών στοιχείων μαγιάτικου ( <i>Seriola dumerili</i> ) .....	11
1.3. Γεωγραφική κατανομή της εκτροφής του μαγιάτικου ( <i>Seriola dumerili</i> ).....	13
1.4. Ανάλυση του μαγιάτικου ( <i>Seriola dumerili</i> ) στο Google trend .....	14
1.5. Διατροφή στα πρώτα στάδια ζωής .....	15
1.6. Αναπαραγωγή .....	16
1.7. Εκκολαπτήριο .....	16
1.8. Χρήση αρωματικών φυτών στην διατροφή των ιχθύων.....	18
1.9. Σκοπός .....	19
Κεφάλαιο 2: Αντιοξειδωτικά.....	20
2.1. Ρίγανη .....	21
2.2. Βασιλικός.....	24
Κεφάλαιο 3: Αποπαρασιτικά- Αντιβακτηριακά .....	27
3.1. Θυμάρι.....	31
3.2. Φασκόμηλο.....	34
3.3. Μέντα .....	36
Κεφάλαιο 4. Αντιφλεγμονώδη .....	39
4.1 Δενδρολίβανο .....	40
Κεφάλαιο 5. Οικονομική αποτελεσματικότητα .....	42
Κεφάλαιο 6. Συζήτηση/Σχολιασμός/Προτάσεις.....	46
Κεφάλαιο 7. Συμπέρασμα .....	51
Κεφάλαιο 8. Βιβλιογραφία.....	52

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1: Ποσοστό παραγωγής από την Υδατοκαλλιέργεια συγκριτικά με την αλιεία. Πηγή: ΣΕΘ (2021: 12).....	10
Εικόνα 1.2: Ποσοστό παραγωγής λαβρακίου, τσιπούρας και νέων ειδών. Πηγή: ΣΕΘ (2022:30).....	11
Εικόνα 1.3: Νεαρό ιχθύδιο μαγιάτικου ( <i>Seriola dumerili</i> ). Πηγή: Προσωπικό αρχείο.....	12
Εικόνα 1.4: Ενήλικα μαγιάτικα ( <i>Seriola dumerili</i> ). Πηγή: Προσωπικό αρχείο.....	12
Εικόνα 1.5: Παγκόσμια γεωγραφική κατανομή του μαγιάτικου ( <i>Seriola dumerili</i> ).....	13
Εικόνα 1.6: Στάδια ανάπτυξης του μαγιάτικου ( <i>Seriola dumerili</i> ) από την εκκόλαψη έως και τις 40dph. a) λεκιθοφόρα ιχθύδια ( $2,87 \pm 0,17\text{mm}$ ), b) ατελή ιχθύδια 5 dph πριν από την κάμψη ( $3,87 \pm 0,23\text{ mm}$ ), c) ατελή ιχθύδια 12 dph στο στάδιο κάμψης ( $5,29 \pm 0,24\text{ mm}$ ), d) ατελή ιχθύδια 20dph μετά το στάδιο της κάμψης ( $8,55 \pm 0,83\text{ mm}$ ), e) νεαρά ιχθύδια μαγιάτικου 40dph ( $35,63 \pm 6,52\text{ mm}$ ) Papandroulakis et al., 2004.....	18
Εικόνα 2.1: Ρίγανη ( <i>Origanum L</i> ). Πηγή: Britannica.....	21
Εικόνα 2.2: Βασιλικός ( <i>Ocimum basilicum</i> ). Πηγή: Britannica.....	24
Εικόνα: 3.1: <i>Zeuxapta seriolae</i> (Πηγή Rigos et al., 2004).....	28
Εικόνα 3.2: <i>Paradeontacylix balearicus sp</i> Πηγή: Repullés-Albelda et al., 2008.....	28
Εικόνα 3.3: Νεαρά ιχθύδια μαγιάτικου ( <i>Seriola dumerili</i> ) προσβεβλημένα από <i>Vibrio harveyi</i> . Είναι εμφανή τα έλκη αλλά και οι κόκκινες εστίες στην περιοχή του κεφαλιού. Πηγή: (Rigos et al., 2020).....	29
Εικόνα 3.4: Μαγιάτικο προσβεβλημένο από <i>Benedenia Seriolae</i> . Πηγή: προσωπικό αρχείο.....	29
Εικόνα 3.5: Μαγιάτικο προσβεβλημένο από <i>Neobenedeniagirellae</i> . Πηγή: (Ogawa K., 2014).....	30
Εικόνα 3.6: Θυμάρι ( <i>Thymus vulgaris</i> ). Πηγή: Britannica.....	31
Εικόνα 3.7: Φασκόμηλο ( <i>Salvia officinalis</i> ). Πηγή: Britannica.....	34
Εικόνα 3.8: Μέντα η πιπερώδης ( <i>Mentha piperita</i> ). Πηγή: Britannica.....	36
Εικόνα 4.1: Δεντρολίβανο ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ) Πηγή: Britannica.....	40

## **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ**

Διάγραμμα 1.1: Παραγωγή αλιευτικών προϊόντων στην Ελλάδα 1950-2019. Πηγή: ΣΕΘ

(2022:12). .....	10
Διάγραμμα 1.2: Παγκόσμια αναζήτηση του όρου greater amberjack στο Google trends. ....	14
Διάγραμμα 1.3: Αναζήτηση του όρου μαγιάτικου για την Ελλάδα στο Google trends. ....	14
Διάγραμμα 1.4: Σύγκριση στο Google trends των δύο κυριότερων εκτρεφόμενων ειδών των ελληνικών υδατοκαλλιεργειών (λαβράκι (sea bass), τσιπούρα (seabream)) και του μαγιάτικου (greater amberjack). ....	15

## **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ**

Πίνακας 1.1: Ταξινομική κατάταξη του μαγιάτικου ( <i>Seriola dumerili</i> ) .....	11
Πίνακας 2.1: Ταξινομική κατάταξη της ρίγανης .....	21
Πίνακας 2.2: Ταξινομική κατάταξη του βασιλικού .....	24
Πίνακας 3.1: Ταξινομική κατάταξη του θυμαριού .....	31
Πίνακας 3.2: Ταξινομική κατάταξη του φασκόμηλου .....	34
Πίνακας 1.7: Ταξινομική κατάταξη της μέντας .....	36
Πίνακας 4.1: Ταξινομική κατάταξη του δενδρολίβανου .....	40

## **ΑΛΦΑΒΗΤΙΚΟ ΓΛΩΣΣΑΡΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ**

ABW : Average body weight (Μέσο βάρος)

ADG : Average daily gain (Μέση ημερήσια ανάπτυξη)

CAT : Catalase (Καταλάση)

DGC : Daily growth coefficient (Ημερήσιος συντελεστής ανάπτυξης)

Dph: Days post hatching (Ημέρες από την εκκόλαψη)

FBW : Final body weight (Τελικό σωματικό βάρος)

FCR: Food conversion ratio (Συντελεστής εκμετάλλευσης της τροφής)

FER : Feed efficiency ratio (Συντελεστής αποτελεσματικότητας της τροφής)

FI: Feed intake (Κατανάλωση τροφής)

GPx : Glutathione peroxidase (Υπεροξειδάση γλουταθειόνης)

GST : Glutathione-S-transferase (γλουταθειόνη-S-τρανσφεράση)

PER : Protein efficiency ratio (συντελεστής πρωτεϊνικής αποτελεσματικότητας)

L : Length (μήκος)

LGR : Length gain rate (Ρυθμός αύξησης μήκους)

SGR: Specific growth rate (Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης)

SOD: Superoxide dismutase (Υπεροξειδική δισμουτάση)

WG: Weight Gain (Αύξηση βάρους)

TAC : Total antioxidant capacity (Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα)

WGR : Weight gain rate (Ρυθμός αύξησης βάρους)



## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

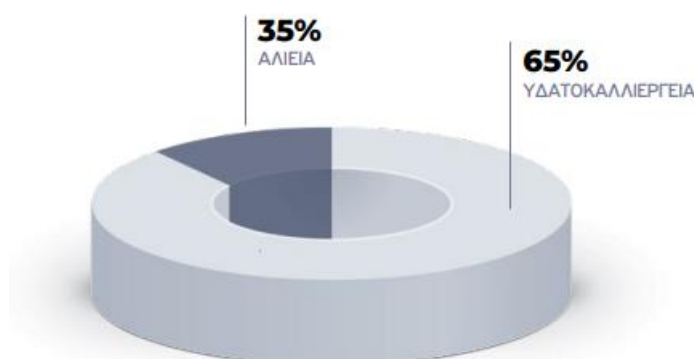
Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Κ. Δημητρόγλου Αρκάδιο, Επίκουρο Καθηγητή ΓΠΑ για την πολύτιμη βοήθεια του και για την πολύ καλή συνεργασία που είχαμε σε κάθε επίπεδο για την εκπόνηση αυτής της εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για τη στήριξη που μου έδειξε το διάστημα των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

# Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

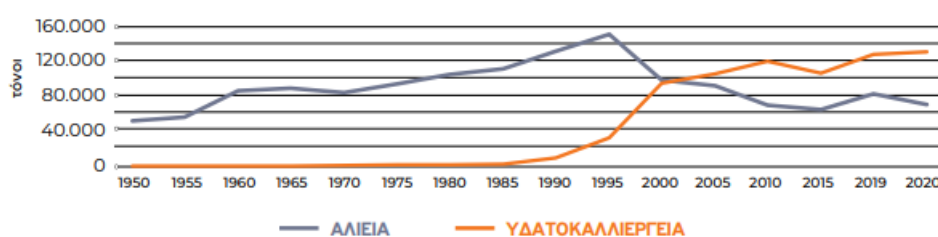
## 1.1 Υδατοκαλλιέργεια στην Ελλάδα

Οι υδατοκαλλιέργειες αλλά κυρίως οι ιχθυοκαλλιέργειες αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους κλάδους της ζωικής παραγωγής στην Ελλάδα καθώς διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην οικονομική ανάπτυξη της χώρας τα τελευταία 40 χρόνια [ΣΕΘ (2022:12)]. Από το 2003 και έπειτα, τα αλιεύματα τα οποία προέρχονται από τις υδατοκαλλιέργειες φτάνουν το 65% της εγχώριας παραγωγής, ενώ τα αλιεύματα που προέρχονται από την αλιεία φτάνουν το 35% (Εικόνα 1.1).



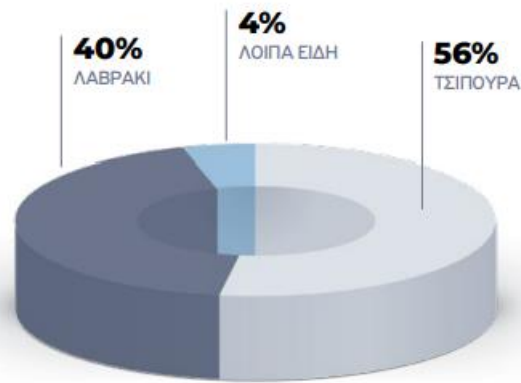
Εικόνα 1.1: Ποσοστό παραγωγής από την Υδατοκαλλιέργεια συγκριτικά με την αλιεία. Πηγή: ΣΕΘ (2021: 12).

Όπως, παρουσιάζεται και στο διάγραμμα 1.1 οι υδατοκαλλιέργειες από το 1950 έως και το 1985 εμφανίζουν μια σταθερή πορεία σε αντίθεση με την αλιεία η οποία εμφανίζει μια αυξητική πορεία. Όμως από το 1985 και έπειτα οι υδατοκαλλιέργειες εμφανίζουν αυξητική πορεία μέχρι και σήμερα σε αντίθεση με την αλιεία που εμφανίζει πτωτικές τάσεις.



Διάγραμμα 1.1: Παραγωγή αλιευτικών προϊόντων στην Ελλάδα 1950-2019. Πηγή: ΣΕΘ (2022:12).

Στις Ελληνικές ιχθυοκαλλιέργειες τα εκτρεφόμενα είδη που συναντώνται είναι το λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*) και η τσιπούρα (*Sparus aurata*) σε ποσοστό 40% και 56% αντίστοιχα, αλλά τα τελευταία χρόνια έχουν εισαχθεί και άλλα είδη όπως κρانيός (*Argyrosomus regius*), μυτάκι (*Diplodus puntazzo*), βραχύπτερο φαγκρί (*Pagrus major*) και μαγιάτικο (*Seriola dumerili*) σε ποσοστό 4% (Εικόνα 1.2).



Εικόνα 1.2: Ποσοστό παραγωγής λαβρακίου, τσιπούρας και νέων ειδών. Πηγή: ΣΕΘ (2022:30).

### 1.2. Περιγραφή βιολογικών στοιχείων μαγιάτικου (*Seriola dumerili*)

Η παρούσα εργασία θα εξετάσει το μαγιάτικο *Seriola dumerili*, το οποίο ανήκει στην οικογένεια *Carangidae*, όπως αναφέρεται στον πίνακα 1.1. Το σχήμα του σώματος είναι επίμηκες, ατρακτόμορφο και συμπιεσμένο πλευρικά, με μικρά κυκλοειδή λέπια. Στα μαγιάτικα, παρατηρείται μείωση του αριθμού των βραγχίων από 15-22 όταν αυτά έχουν μήκος 2-7 cm σε 11-19 όταν φτάσουν τα 20 cm. (FAO 2016). Έπειτα, διαθέτει 2 ραχιαία πτερύγια: στο πρώτο υπάρχουν 7 σκληρές άκανθες ενώ, στο δεύτερο παρατηρείται μία σκληρή άκανθα και πολλές μαλακές ακτίνες οι οποίες ανέρχονται σε (29-35). Το μαγιάτικο μπορεί να αναπτύξει υψηλές ταχύτητες λόγω του εγκολπωμένου ουραίου πτερυγίου του. Στα νεαρά ιχθύδια, οι χρωματισμοί είναι πράσινο-κίτρινοι (Εικόνα 1.3), ενώ στην ενηλικίωση είναι ασημένιοι με μωβ και κίτρινους χρωματισμούς πλευρικά (Εικόνα 1.4) και μια μαύρη γραμμή που ξεκινάει από τα μάτια και καταλήγει στη βάση του ραχιαίου πτερυγίου. Το μήκος τους κυμαίνεται μεταξύ των 32 – 160 cm (Kozul et.al 2001).

Πίνακας 1.1: Ταξινομική κατάταξη του μαγιάτικου (*Seriola dumerili*)

(Πηγή: Britannica).

Βασίλειο:	Ζώα ( <i>Animalia</i> )
Συνομοταξία:	Χορδωτά ( <i>Chordata</i> )
Ομοταξία:	Ακτινοπτερύγιοι ( <i>Actinopterygii</i> )
Τάξη:	Περκόμορφα ( <i>Perciformes</i> )
Οικογένεια:	Καραγγίδες ( <i>Carangidae</i> )
Γένος:	Σεριόλα ( <i>Seriola</i> )
Είδος:	<i>S. dumerili</i>



Εικόνα 1.3: Νεαρό ιχθύδιο μαγιάτικου (*Seriola dumerili*). Πηγή: Προσωπικό αρχείο.

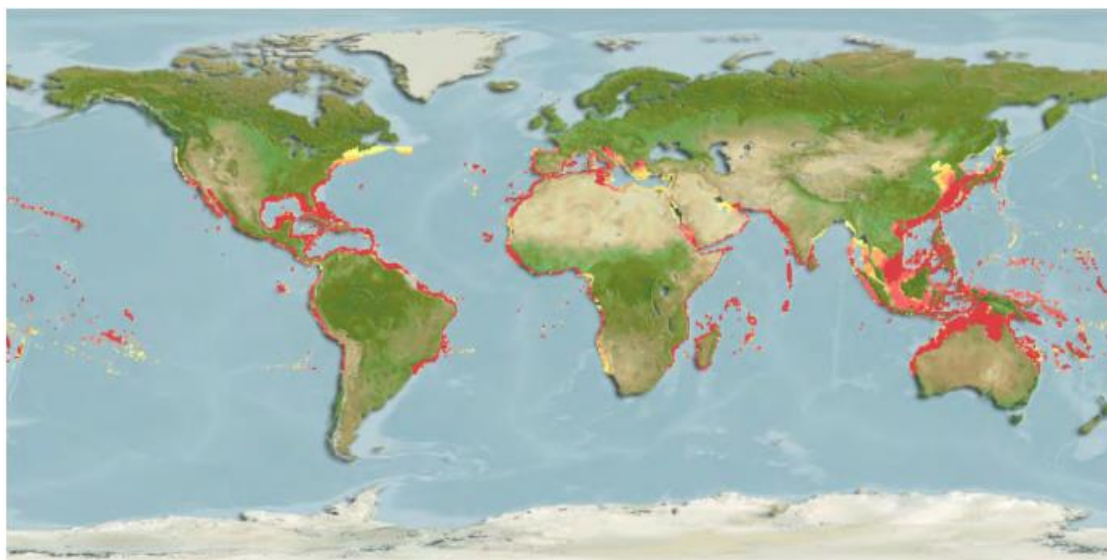


Εικόνα 1.4: Ενήλικα μαγιάτικα (*Seriola dumerili*). Πηγή: Προσωπικό αρχείο

Είναι πελαγικό και επιβενθικό είδος με το εύρος βάθους που εντοπίζεται να είναι από τα 18 έως τα 360 m (FAO, 2016). Μπορεί να βρεθεί κοντά σε βραχώδεις εκτάσεις, σε υφάλους αλλά και στην ανοιχτή θάλασσα ακόμα κατά την διάρκεια που διανύει το στάδιο του νεαρού ιχθυδίου προτιμά να κινείται σε κοπάδια εντός ναυαγίων ή φυκιών. Στην ενήλικη ζωή παρατηρείται ότι προτιμούν έναν πιο μοναχικό τρόπο ζωής καθώς εντοπίζονται είτε μόνα τους είτε σε πολύ μικρές ομάδες (Smith – Vaniz et al. 2015).

### 1.3. Γεωγραφική κατανομή της εκτροφής του μαγιάτικου (*Seriola dumerili*)

Η γεωγραφική κατανομή του εντοπίζεται κυρίως σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές όπως αυτές του Ειρηνικού, του Ινδικού αλλά και του Ατλαντικού ωκεανού. Ακόμα, εντοπίζεται στην κεντρική και νότια Αμερική αλλά και στην Μεσόγειο (16,9 - 29°C, με μέση τιμή 27,1°C) (Εικόνα 1.5).

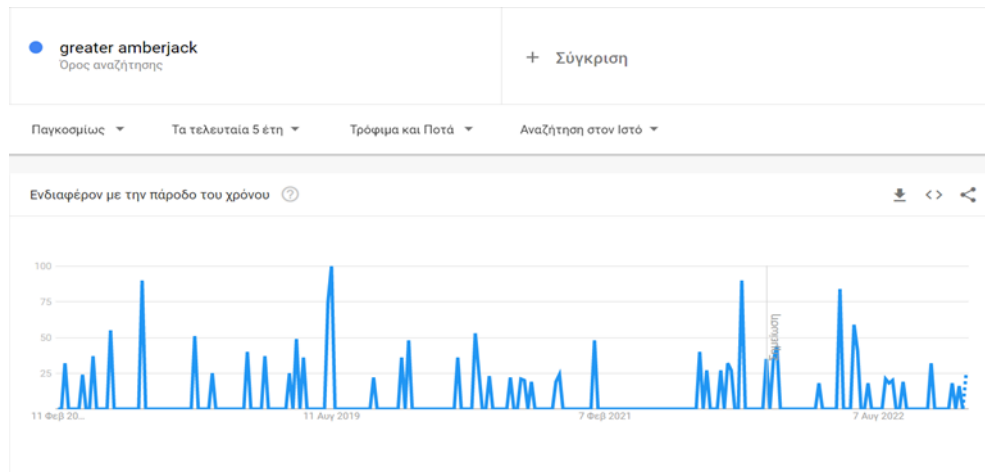


Εικόνα 1.5: Παγκόσμια γεωγραφική κατανομή του μαγιάτικου (*Seriola dumerili*).

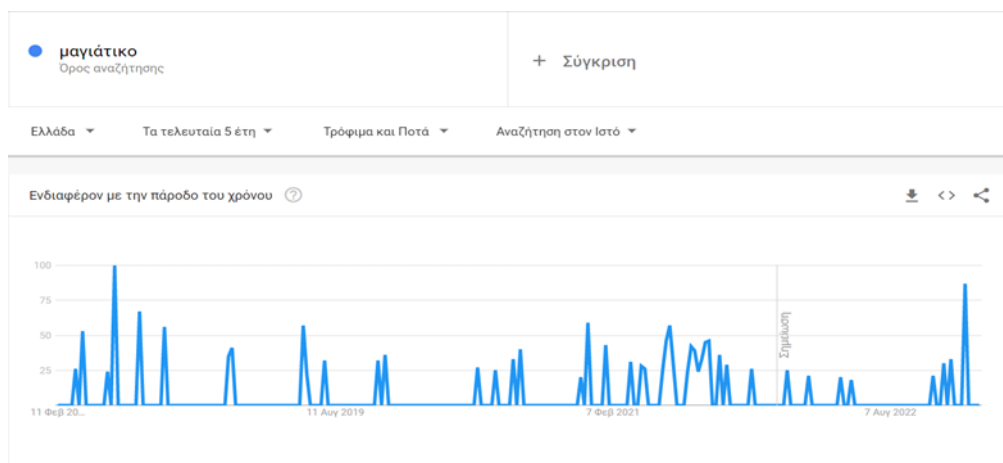
Οι κύριες χώρες στις οποίες εντοπίζεται η εκτροφή ειδών *seriola* είναι η Κίνα, η Ιαπωνία, η Ταϊβάν και η Νότιος Κορέα. Σε αυτές τις χώρες πέρα από την εκτροφή του *Seriola dumerili* (μαγιάτικο), πραγματοποιείται και η εκτροφή του *Seriola quinqueradiata* (Ιαπωνικό μαγιάτικο). Πέρα από τις προαναφερθείσες χώρες, το μαγιάτικο αποτελεί ένα πολύ σημαντικό νέο εκτρεφόμενο είδος τόσο για τις ελληνικές υδατοκαλλιέργειες όσο και για τις παγκόσμιες. Αυτό διότι, η εκτροφή του έχει εμφανίσει αύξηση και σε άλλες χώρες της μεσογείου όπως η Μάλτα, η Ιταλία και η Ισπανία, σε χώρες της Εγγύς ανατολή όπως η Σαουδική Αραβία αλλά και σε χώρες όπως Αμερική και Μεξικό (FAO 2016). Οι λόγοι που συνέβη αυτό οφείλονται στο ότι, εμφανίζει χαρακτηριστικά όπως υψηλό ρυθμό ανάπτυξης, πολύ υψηλή ικανότητα προσαρμογής και το φιλέτο του είναι ιδιαίτερα γευστικό με υψηλή διατροφική αξία. Τα ανωτέρω καθιστούν το είδος αυτό κατάλληλο για εντατική εκτροφή, με υψηλή εμπορική αξία και με μεγάλη ζήτηση (Jover et al., 1999; Mazzola et al., 2000).

#### 1.4. Ανάλυση του μαγιάτικου (*Seriola dumerili*) στο Google trend

Παρακάτω παρατίθεται η παγκόσμια και η ελληνική αναζήτηση του μαγιάτικου στην κατηγορία τρόφιμα και ποτά για τα τελευταία 5 χρόνια (Διαγράμματα 1.2).

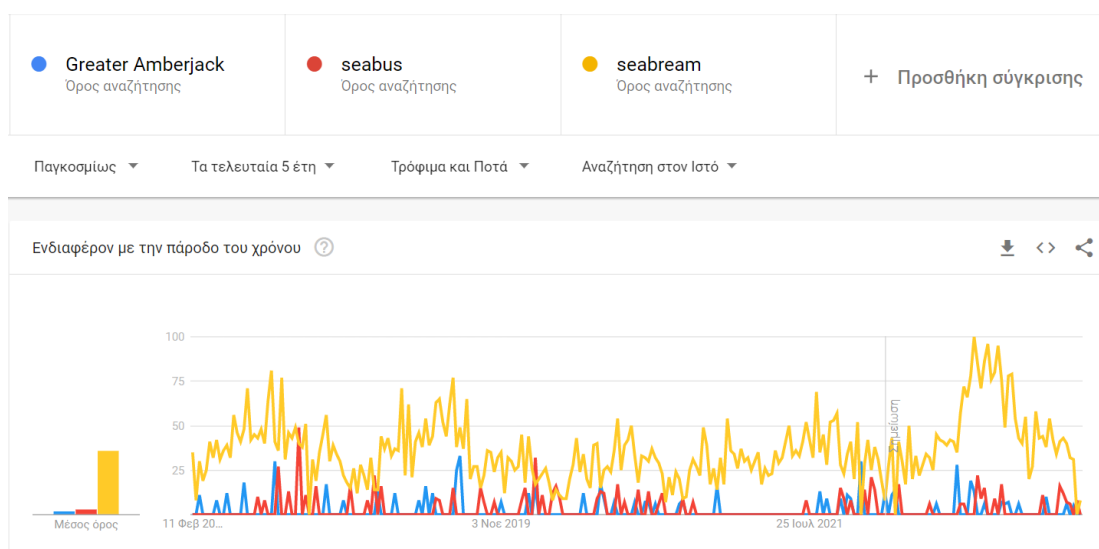


Διάγραμμα 1.2: Παγκόσμια αναζήτηση του όρου greater amberjack στο Google trends.



Διάγραμμα 1.3: Αναζήτηση του όρου μαγιάτικου για την Ελλάδα στο Google trends.

Επίσης, πραγματοποιήθηκε σύγκριση των δύο κυριότερων εκτρεφόμενων ειδών των ελληνικών υδατοκαλλιεργειών (λαβράκι, τσιπούρα) και του μαγιάτικου (Διάγραμμα 1.4) .



Διάγραμμα 1.4: Σύγκριση στο Google trends των δύο κυριότερων εκτρεφόμενων ειδών των ελληνικών υδατοκαλλιεργειών (λαβράκι (sea bass), τσιπούρα (seabream)) και του μαγιάτικου (greater amberjack).

Τα αποτελέσματα από το google trends δείχνουν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αναζήτησης το έχουν οι τσιπούρες (seabream) ακολουθούν τα λαβράκια (sea bass) και στο τέλος είναι το μαγιάτικο (greater amberjack). Τα παραπάνω αποτελέσματα ακολουθούν την αναγνωρισιμότητα που έχουν οι παραπάνω εκτρεφόμενοι ιχθύες. Καθώς η τσιπούρα και το λαβράκι αποτελούν εκτρεφόμενα είδη στη μεσόγειο τουλάχιστον τα τελευταία 40 χρόνια ενώ το μαγιάτικο είναι ένα νέο εκτρεφόμενο είδος.

### 1.5. Διατροφή στα πρώτα στάδια ζωής

Τα νεαρά μαγιάτικα τα οποία έχουν μέγεθος μικρότερο από 8cm τρέφονται κυρίως με ζωοπλαγκτόν. Όταν βρίσκονται σε μέγεθος από 8-12cm διανύουν μια μεταβατική φάση κατά την οποία αρχίζουν να τρέφονται εκτός του ζωοπλαγκτόν με βενθικούς και νηκτικούς οργανισμούς. Ύστερα, έως ότου φτάσουν το μήκος των 12cm τρέφονται επίσης αποκλειστικά με βενθικούς και νηκτικούς οργανισμούς. Τέλος σε μέγεθος 20cm γίνονται αποκλειστικά ιχθυοφάγα καθώς αφήνουν την ανοιχτή θάλασσα και προσεγγίζουν τις ακτές (Badalamenti et al., 1995 ; Pipitone & Andaloro, 1995). Τα είδη ιχθύων με τα οποία τρέφονται είναι *Boops boops* (γόπα), *Sardina pilchardus* (σαρδέλα), *Sardinella aurita* (φρίσσα) , *Loligo vulgaris* (καλαμάρι) (Andaloro & Pipitone 1997).

### **1.6. Αναπαραγωγή**

Το μαγιάτικο είναι γονοχωριστικό είδος στο οποίο δεν παρατηρούνται εμφανισιακές διαφορές μεταξύ των δύο φύλλων. Η φυλετική διαφοροποίηση παρατηρείται όταν οι ιχθύες έχουν μέγεθος μεταξύ 24-26cm ή σε ηλικία 4-5 μηνών (FAO, 2016). Συγκεκριμένα οι Papadaki et al. (2021) αναφέρουν ότι η πρώτη διαφοροποίηση που εμφανίζεται στα θηλυκά είναι στις 101 dph με τον σχηματισμό της ωοθηκικής κοιλότητας. Ενώ τα αρσενικά άτομα εμφάνισαν στις 150 dph τα πρώτα γεννητικά κύτταρα στους αναπτυσσομένους γαμέτες. Ακόμα η φυλετική διαφοροποίηση ολοκληρώθηκε στις 408 dph χωρίς να παρατηρηθεί διαφορά στο μέγεθος μεταξύ των φύλλων. Τα μαγιάτικα τόσο τα θηλυκά όσο και τα αρσενικά φτάνουν στην γενετική ωριμότητα στην ηλικία των 4 με 5 ετών. Ανάλογα με την περιοχή που συναντάται το μαγιάτικο αλλάζει την περίοδο αναπαραγωγής του. Στην μεσόγειο η περίοδος αναπαραγωγής διακυμαίνεται από τον Μάιο έως και τον Ιούλιο. Τα θηλυκά φέρουν ωοθήκες που παράγουν συγχρόνως ωάρια, με τουλάχιστον δύο ομάδες ωοκυττάρων να αναπτύσσονται και τα πελαγικά αυγά να απελευθερώνονται αρκετές φορές κατά την διάρκεια της ίδιας αναπαραγωγικής περιόδου. Το μέγεθος των αυγών ανέρχεται στο 1,1mm. Επίσης, παρατηρείται υψηλή γονιμότητα με 4-9 εκατομμύρια αυγά ανά θηλυκό στην Μεσόγειο (FAO, 2016). Όσον αφορά, την αναλογία θηλυκών και αρσενικών γεννητόρων για την μεσόγειο είναι 1:1.

### **1.7. Εκκόλαπτήριο**

Έχει παρατηρηθεί ότι τα θηλυκά μαγιάτικα σε σύγκριση με άλλα είδη ιχθύων απελευθερώνουν τα αυγά τους με μεγαλύτερη περιοδικότητα (1 φορά την εβδομάδα). Η επώαση των αυγών πραγματοποιείται σε δεξαμενές εκκόλαψης, στις οποίες τοποθετούνται 100 με 500 αυγά στο λίτρο και η εκκόλαψη θα πραγματοποιηθεί σε 30-45 ώρες από την έναρξη της επώασης στους 23°C (πηγή: <http://www.fishbase.org/summary/1005>). Οι δεξαμενές εκκόλαψης τροφοδοτούνται συνεχώς με φιλτραρισμένο θαλασσίνο νερό και με ήπιο αερισμό. Προκειμένου να εξασφαλιστούν οι καλύτερες συνθήκες επώασης, 1 με 2 φορές την ημέρα διακόπτεται τόσο η παροχή νερού όσο και αέρα στην δεξαμενή εκκόλαψης προκειμένου αυγά τα οποία είναι νεκρά ή δεν επιπλέουν να απομακρυνθούν.

Με την εκκόλαψη τους τα λεκιθοφόρα ιχθύδια έχουν μέγεθος 3,5mm και φέρουν τον λεκιθικό σάκο ο οποίος έχει μέγεθος 0,1mm<sup>3</sup> και καλύπτει τις ενεργειακές τους ανάγκες για περίπου 1 εβδομάδα. Οι εξωγενής σίτιση των ατελών ιχθυδίων ξεκινάει πριν απορροφηθεί τελείως ο λεκιθικός σάκος. Προκειμένου να επιτευχθεί η καλύτερη ανάπτυξη των ιχθυδίων σε συνδυασμό με τις βέλτιστες συνθήκες εκτροφής θα εκτραφούν σε δεξαμενές μεγέθους μεγαλύτερο των 20m<sup>3</sup> και σε χαμηλή ιχθυοπυκνότητα 5-10 ατελή ιχθύδια στο λίτρο. Η εξωγενής σίτιση αρχίζει με το άνοιγμα του στόματος. Στην αρχή της εξωγενής σίτισης (3 με 4 εβδομάδες) τα ατελή ιχθύδια τρέφονται με εμπλουτισμένα τροχόζωα (*Brachionus plicatilis*)

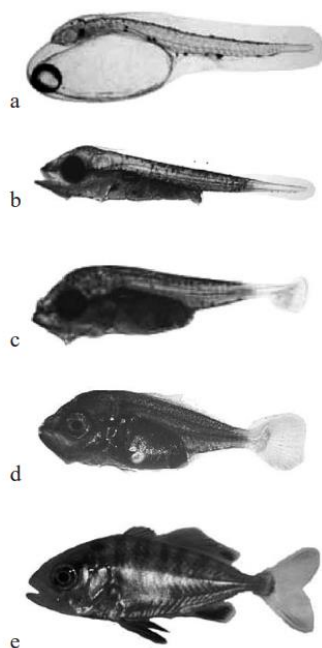


είτε σε συνδυασμό με φύκια τα οποία έχουν καλλιεργηθεί στον ιχθυογεννητικό, είτε βρίσκονται υπό την μορφή συμπυκνωμένου σκευάσματος. Έπειτα, μετά από 12 με 16 dph (μέρες μετά την εκκόλαψη) προστίθενται οι ναύπλιοι αρτέμιας (*Artemia spp*) και μετά από τις ημέρες 20 με 25 έως 40 με 50 από την εκκόλαψη προστίθενται οι μεταναύπλιοι αρτέμιας. Στο διάστημα των 25-30 ημερών από την εκκόλαψη ξεκινάει η χορήγηση ξηράς τροφής της οποίας το μέγεθος συμβαδίζει με την ηλικία και το μέγεθος των ιχθυδίων. Προκειμένου να αυξηθεί ο ρυθμός ανάπτυξης των ιχθυδίων, η θερμοκρασία πρέπει να βρίσκεται πάνω από τους 22 °C και να γίνεται σταδιακή αύξηση της παροχής του νερού. Κατά την διάρκεια τις εκτροφής των ατελών ιχθυδίων παρατηρούνται δύο περίοδοι υψηλής θνησιμότητας. Η πρώτη περίοδος είναι όταν τα ατελή ιχθύδια ανοίγουν το στόμα τους προκειμένου να λάβουν την ζωντανή τροφή μεταξύ της 3 με 4 ημέρας από την εκκόλαψη και όταν φουσκώνει η νηκτική τους κύστη στην 5 με 9 ημέρα από την εκκόλαψη. Η αιτία της συγκεκριμένης θνησιμότητας μπορεί να οφείλεται είτε σε ακατάλληλο μέγεθος τροφής είτε σε ανεπαρκείς συνθήκες εκτροφής για την πρώτη σίτιση. Η δεύτερη περίοδος θνησιμότητα παρατηρείται στις 20 ημέρες από την εκκόλαψη και οφείλεται στην επιθετική συμπεριφορά και τον κανιβαλισμό που εμφανίζουν τα ιχθύδια. Οι επιθετικές συμπεριφορές σε ιχθύες μικρότερου μεγέθους μπορεί να ξεκινήσει και πριν από τις 20dph ένα οι συνθήκες εκτροφής δεν είναι οι κατάλληλες και κυρίως αφορά την θερμοκρασία εκτροφής. Τις πρώτες 20dph ο ρυθμός ανάπτυξης είναι χαμηλός όμως από εκεί και έπειτα παρατηρείται μεγάλη αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης. Τα νεαρά ιχθύδια φτάνουν τα 4cm σε μήκος και τα 0,5 gr σε βάρος στις 40dph με ποσοστό επιβίωσης 3,5% (FAO, 2016).

Παρακάτω αναφέρονται τα διάφορα στάδια της ανάπτυξης του μαγιάτικου έως και τις 40 dph.

1. Λεκιθοφόρο ιχθύδιο: Αναφέρεται στα ιχθύδια από την στιγμή της εκκόλαψης έως και την πλήρη απορρόφηση του λεκιθικού σάκου.
2. Ατελές ιχθύδιο 5dph πριν από την κάμψη: Αναφέρεται στο χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από την απορρόφηση της λεκίθου έως και την κάμψη της νωτοχορδής.
3. Ατελές ιχθύδιο 12dph κάμψης: Είναι το χρονικό διάστημα στο οποίο έχει ολοκληρωθεί η κάμψη της νωτοχορδής και τα πλευρικά οστά έχουν φτάσει στην κατακόρυφη θέση.
4. Ατελές ιχθύδιο 20dph μετά την κάμψη: αναφέρεται στον σχηματισμό του ουραίου πτερυγίου και την εμφάνιση εξωτερικών χαρακτηριστικών όπως το ακτινωτό πτερύγιο.

5. Νεαρό ιχθύδιο μαγιάτικου 40dph: Στο στάδιο αυτό έχει πραγματοποιηθεί πλήρης μεταμόρφωση, δηλαδή οι ιχθύες έχουν την εμφάνιση ενός ενήλικου.



Εικόνα 1.6: Στάδια ανάπτυξης του μαγιάτικου (*Seriola dumerili*) από την εκκόλαση έως και τις 40dph. a) λεκιθοφόρα ιχθύδια ( $2,87 \pm 0,17\text{mm}$ ), b) ατελή ιχθύδια 5 dph πριν από την κάμψη ( $3,87 \pm 0,23\text{ mm}$ ), c) ατελή ιχθύδια 12 dph στο στάδιο κάμψης ( $5,29 \pm 0,24\text{ mm}$ ), d) ατελή ιχθύδια 20dph μετά το στάδιο της κάμψης ( $8,55 \pm 0,83\text{ mm}$ ), e) νεαρά ιχθύδια μαγιάτικου 40dph ( $35,63 \pm 6,52\text{ mm}$ ) Papandroulakis et al., 2004.

### 1.8. Χρήση αρωματικών φυτών στην διατροφή των ιχθύων

Τα αρωματικά φυτά έχουν εισαχθεί πολύ δυναμικά στην διατροφή των ιχθύων. Καθώς έχουν χαρακτηριστικά όπως, προετοιμάζονται ευκολότερα είναι αποτελεσματικότερα, και ασφαλέστερα απ' ό,τι τα αντιβιοτικά και άλλες φαρμακευτικές ουσίες. Ακόμα, οι μικροοργανισμοί και τα παράσιτα δεν μπορούν να αναπτύξουν αντοχή εναντίον τους, ενισχύουν την ανάπτυξη των ιχθύων αλλά και την όρεξη τους για κατανάλωση τροφής (Abdel-Tawwab 2016; Dügenci, Arda, & Candan 2003; Harikrishnan, Balasundaram, & Heo 2010, 2011), έπειτα είναι βιοδιασπώμενα (Syahidah et al., 2014) και μειώνουν την εμφάνιση ασθενειών. Αυτά οφείλονται στο γεγονός ότι τα αρωματικά φυτά μπορούν να ενισχύσουν το ανοσοποιητικό σύστημα των ιχθύων, αλλά και να δράσουν ως φυσικά αντιοξειδωτικά, αποπαρασιτικά και αντιφλεγμονώδη όταν εισαχθούν στις ιχθυοτροφές σε συγκεκριμένη ποσότητα και κάτω από την κατάλληλη επεξεργασία. Με την εισαγωγή τους στην διατροφή των εκτρεφόμενων ιχθύων μπορεί να μειωθεί η χρήση αντιβιοτικών, ορμονών αλλά και άλλων φαρμακευτικών ουσιών. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η χρήση λουΐζας (*Aloysia citrodora*) στην διατροφή των ιχθύων. Οι Hoseinifar et al. (2020) έδειξαν ότι ιχθύες ιριδίζουσας πέστροφας (*Oncorhynchus mykiss*) που διατράφηκαν με σιτηρέσιο που περιείχε 2% λουΐζα για

6 εβδομάδες, είχαν αυξημένες τιμές λυσοζυμικής δραστηριότητας, ολικής ανοσοσφαιρίνης στον ορό και στην βλέννα του δέρμα αλλά και αυξημένη δραστηριότητα των αντιοξειδωτικών ενζύμων (SOD, GST και GPx). Στη συνέχεια, είναι αξιοσημείωτο ότι, τα παραπάνω σκευάσματα (αντιβιοτικά) μετά από μακροχρόνια χρήση μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές βλάβες σε κύρια όργανα όπως το συκώτι και να επηρεάσουν αρνητικά την ανάπτυξη των ιχθύων με αποτέλεσμα την μείωση της παραγωγικότητάς τους. Εν συνεχεία, η παρατεταμένη χρήση των αντιβιοτικών μπορεί να δημιουργήσει ανθεκτικότητα στα βακτήρια, γεγονός το οποίο θα οδηγήσει τελικά σε αποτυχία της θεραπείας. Κάτι που εύκολα μπορεί να αποφευχθεί με την χρήση των αρωματικών φυτών. Έτσι, πέραν της ελαχιστοποίησης της πιθανότητας εμφάνισης αντοχής, η χρήση αρωματικών φυτών στην διατροφή των ιχθύων βοηθάει στο να αποτραπεί και η παραγωγή βλαπτικών ουσιών για το περιβάλλον και τον άνθρωπο καθώς είναι φυσικά προϊόντα. Ειδικότερα λοιπόν, αρωματικά φυτά τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως στην διατροφή των ιχθύων είναι η ρίγανη (*Origanum vulgare*), η δάφνη (*Laurus nobilis*), το δενδρολίβανο (*Salvia rosmarinus*), το φασκόμηλο (*Salvia officinalis*), ο βασιλικό (*Ocimum basilicum*), το θυμάρι (*Thymus vulgaris*), το χαμομήλι (*Matricaria chamomilla*), λουΐζα (*Aloysia citrodora*), ο δυόσμος (*Mentha spicata*), η αλόη βέρα (*Aloe vera*), το σκόρδο (*Allium sativum*), η εχινάκεια (*Echinacea purpurea*) και η αρμπαρόριζα (*Pelargonium graveolens*). Παραδείγματος χάρη οι Turan et al. (2016) αναφέρουν ότι ιχθύες αφρικανικού γατόψαρου (*Clarias gariepinus*) που διατράφηκαν με σιτηρέσιο που περιείχε 1,5% δάφνη για 60 ημέρες, εμφάνισαν βελτιωμένες τιμές για SGR, FCR, PER και υψηλότερα ποσοστά επιβίωσης σε σύγκριση με τις άλλες επεμβάσεις. Ακόμα, οι Rahman et al. (2018) έδειξαν ότι ιχθύες τιλάπιας που διατράφηκαν με εχινάκεια (*Echinacea purpurea*) ( $500 \text{ mg kg}^{-1}$ ) για 28 ημέρες εμφάνισαν βελτιωμένο ανοσοποιητικό σύστημα σε σύγκριση με τον μάρτυρα.

### 1.9. Σκοπός

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας είναι η ανάδειξη των αρωματικών φυτών ως φυσικά αντιοξειδωτικά, αντιφλεγμονώδη και αποπαρασιτικά στην διατροφή του μαγιάτικου. Απώτερος σκοπός είναι το οικονομικό αποτέλεσμα που θα έχουν οι παραγωγοί από την μείωση της θνησιμότητας, των θεραπειών αλλά και από την ενίσχυση της γενικότερης υγείας των μαγιάτικων όταν αυτά διατραφούν συστηματικά με ιχθυοτροφές οι οποίες περιέχουν αρωματικά φυτά.

## Κεφάλαιο 2: Αντιοξειδωτικά

Η χρήση αρωματικών φυτών ως φυσικά αντιοξειδωτικά στις ιχθυοτροφές είναι μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση για την προώθηση της υγείας των ψαριών και την ενίσχυση της ανάπτυξής τους. Τα αντιοξειδωτικά είναι ουσίες που προστατεύουν τα κύτταρα από βλάβες που προκαλούνται από ελεύθερες ρίζες, οι οποίες είναι ασταθή μόρια που μπορούν να προκαλέσουν οξειδωτικό στρες και να συμβάλουν σε διάφορες ασθένειες (Mohiseni 2017). Πολλά αρωματικά φυτά έχουν αποδειχθεί ότι έχουν ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες, όπως το δεντρολίβανο (*Salvia rosmarinus*), η ρίγανη (*Origanum vulgare*), το θυμάρι (*Thymus vulgaris*), το φασκόμηλο (*Salvia officinalis*), ο βασιλικός (*Ocimum basilicum*) και το σκόρδο (*Allium sativum*). Αυτά τα βότανα περιέχουν υψηλά επίπεδα φαινολικών ενώσεων, οι οποίες έχει αποδειχθεί ότι καθαρίζουν τις ελεύθερες ρίζες και μειώνουν το οξειδωτικό στρες (Christaki et al., 2012). Στην ιχθυοκαλλιέργεια, η χρήση βοτάνων ως φυσικών αντιοξειδωτικών στις ζωοτροφές μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της υγείας των ψαριών μειώνοντας την οξείδωση των λιπιδίων και παρατείνοντας τη διάρκεια ζωής. Μπορεί επίσης να μειώσει την ανάγκη για συνθετικά αντιοξειδωτικά, τα οποία μπορεί να έχουν αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και πιθανούς κινδύνους για την υγεία τόσο για τα ψάρια όσο και για τον άνθρωπο. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η αποτελεσματικότητα των φυσικών αντιοξειδωτικών μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με παράγοντες όπως ο τύπος και η συγκέντρωση του βοτάνου, καθώς και η σύνθεση της ιχθυοτροφής. Επομένως, απαιτείται προσεκτική εξέταση και αξιολόγηση πριν από την εφαρμογή της χρήσης των βοτάνων ως φυσικών αντιοξειδωτικών στις ιχθυοτροφές.

Η αντιοξειδωτική απόκριση στους ιχθύες, επηρεάζεται από πολλούς βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες. Η αντιοξειδωτική απόκριση ενός οργανισμού μπορεί να επηρεαστεί από την ηλικία, την φυλογενετική θέση, τις διατροφικές συνήθειες, τις ασθένειες, τα παράσιτα και τους περιβαλλοντικούς παράγοντες (όπως: τύπος διατροφής, η θερμοκρασία, το διαλυμένο οξυγόνο, εμπορικά προϊόντα που μπορούν να υπάρξουν στο νερό). (Martinez et al., 2005). Για τους παραπάνω λόγους η αντιοξειδωτική απόκριση των ιχθύων κάτω από ένα ευρύ φάσμα συνθηκών έχει κινητοποιήσει την διεξαγωγή πολλών ερευνών στο συγκεκριμένο πεδίο. Για τον λόγο αυτό, στα επόμενα δύο υποκεφάλαια θα αναλυθεί η χρήση της ρίγανης και του βασιλικού ως φυσικά αντιοξειδωτικά στις ιχθυοτροφές.

## 2.1. Ρίγανη

Το γένος *Origanum L* περιλαμβάνει μικρούς θάμνους μονοετείς, διετείς ή πολυετείς οι οποίοι συναντώνται κυρίως σε θερμές και ορεινές εκτάσεις. Η συστηματική της ταξινόμηση είναι η εξής:

Πίνακας 2.1: Ταξινομική κατάταξη της ρίγανης

(Πηγή: <https://www.itis.gov/>).

Βασίλειο	Φυτά ( <i>Plantae</i> )
Συνομοταξία:	Αγγειόσπερμα ( <i>Magnoliophyta</i> )
Ομοταξία:	Δικοτυλήδονα ( <i>Magnoliopsida</i> )
Τάξη:	Λαμιώδη ( <i>Lamiales</i> )
Οικογένεια:	Χειλανθή ( <i>Lamiaceae</i> )
Γένος:	Ορίγανον ( <i>Origanum</i> )
Είδος:	<i>O. Vulgare</i>



Εικόνα 2.1: Ρίγανη (*Origanum L*). Πηγή: Britannica

Η ρίγανη είναι γνωστή για τις θεραπευτικές της ιδιότητες οι οποίες οφείλονται στην ύπαρξη πολυφαινολικών ενώσεων αλλά και πικραντικών ουσιών στο αιθέριο έλαιο (Μαρσέλλος 1981). Οι θεραπευτικές ιδιότητες της μπορεί να είναι αντιμικροβιακές, μυκητοκτόνες αλλά και αντιοξειδωτικές. Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες της ρίγανης οφείλονται στη μεγάλη ποσότητα φαινολικών ουσιών που περιέχει (Sivropoulou et al., 1996, Aligiannis et al., 2001; Dorman et al., 2000). Λόγω της αντιοξειδωτικής ικανότητας της ρίγανης έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες οι οποίες αναφέρουν τον ρόλο που έχει στην βελτίωση της αντιοξειδωτικής ικανότητας στο συκώτι των ιχθύων. Μια τέτοια έρευνα πραγματοποιήθηκε

από τους Garcia et al., 2018 σε τσιπούρες (*Sparus aurata*) σε in vitro συνθήκες και απέδειξε ότι η χρήση της ρίγανης βελτιώνει την αντιοξειδωτική ικανότητα του συκωτιού των ιχθύων. Ακόμα, ο ίδιος ερευνητής πραγματοποίησε πείραμα στο οποίο τσιπούρες (*Sparus aurata*) που διατράφηκαν με σιτηρέσια που περιείχαν σκόνη ρίγανης σε αναλογίες (0,5% και 1%) εμφάνισαν μια τάση αύξησης στην ολική αντιοξειδωτική δραστηριότητα στην βλέννα ή στο δέρμα τους σε σύγκριση με τον μάρτυρα (0% σκόνης ρίγανης) (Garcia et al., 2020). Έπειτα, έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Rashidia et al. (2021) έδειξε ότι ιχθύες του είδους *Danio rerio* που προσβλήθηκαν από *Aeromonas hydrophila* και διατράφηκαν με σιτηρέσια που περιείχαν ρίγανη (περιεκτικότητα 0,5%, 1% και 2%) εμφάνισαν καλύτερες τιμές στους συντελεστές ανάπτυξης αλλά και στα ηπατικά αντιοξειδωτικά ένζυμα. Παρόμοια αποτελέσματα εμφάνισαν και νεαρά ιχθύδια τιλάπιας (*Oreochromis niloticus*) όταν διατράφηκαν με σιτηρέσια που περιείχαν ρίγανη (περιεκτικότητα 5% και 10%) και προσβλήθηκαν από *Vibrio alginolyticus* (Abdel-Latif et al., 2014).

Η αντιοξειδωτική ικανότητα της ρίγανης μπορεί να βοηθήσει και στην αύξηση της αντοχής των ιχθύων σε ποικίλους εξωγενείς παράγοντες. Καθώς, η υδατοκαλλιέργεια είναι μια δραστηριότητα η οποία χαρακτηρίζεται από τις συνθήκες εκτροφής σε φυσικό περιβάλλον. Δηλαδή, οι ιχθύες εκτρέφονται κυρίως σε φυσικές υδατοσυλλογές όπως οι θάλασσες, οι λίμνες και ποτάμια. Για τον λόγο αυτό είναι εκτεθειμένοι σε διάφορες βλαπτικές ουσίες οι οποίες μπορούν να καταλήξουν στον υδροφόρο ορίζοντα. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα φυτοφάρμακα τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως στις καλλιέργειες και μπορούν εύκολα να περάσουν στον υδροφόρο ορίζοντα. Τα φυτοφάρμακα μπορούν να βλάψουν τους εκτρεφόμενους ιχθύες και να προκαλέσουν υψηλά ποσοστά θνησιμότητας. Έτσι, έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Rafieerour et al. (2019) έδειξε ότι ιχθύες ιριδίτσουσας πέστροφας οι οποίοι είχαν εκτεθεί σε φυτοφάρμακο (οργανοφωσφορικό παρασιτοκτόνο, diazinon (0,287 mg/l)) αλλά είχαν διατραφεί με σιτηρέσια τα οποία περιείχαν 6 και 10gr ρίγανης/kg (*Origanum vulgare L.*) εμφάνισαν καλύτερες τιμές για τα ηπατικά αντιοξειδωτικά ένζυμα ( SOD, CAT, GPX, TAC ) αλλά και υψηλότερα ποσοστά επιβίωσης σε σύγκριση με τον μάρτυρα ο οποίος είχε διατραφεί με το βασικό σιτηρέσιο. Ακόμα φάνηκε ότι η υψηλή συγκέντρωση ρίγανης στην ιχθυοτροφή (14%) είχε τοξική επίδραση στην αντιοξειδωτική ικανότητα και στα ηπατοκύτταρα των ιχθύων.

Στη συνέχεια, ένας ακόμα εξωγενής παράγοντας ο οποίος μπορεί να επηρεάσει άμεσα τους ιχθύες είναι η θερμοκρασία. Στις συνθήκες εκτροφής στην ανοιχτή θάλασσα στις λίμνες ή στα ποτάμια η θερμοκρασία δεν μπορεί να ελεγχθεί από τον άνθρωπο. Έτσι, η απότομη αλλαγή της ή οι ακραίες τιμές της μπορούν να προκαλέσουν υψηλά ποσοστά θνησιμότητας

αλλά και μειωμένη παραγωγικότητα στους ιχθύες (Hwang et al., 2012). Προκειμένου να μελετηθεί περαιτέρω η επίπτωση του θερμικού στρες στους ιχθύες οι Magouz et al. (2021) πραγματοποίησαν πείραμα κατά το οποίο νεαρά ιχθυδίων τιλάπιας (*Oreochromis niloticus*) εκτράφηκαν σε δεξαμενές σε εξωτερικό περιβάλλον με την θερμοκρασία του νερού να κυμαίνεται από 31-33°C. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ιχθύες που διατράφηκαν με σιτηρέσια που περιείχαν ρίγανη είχαν βελτιωμένες τιμές στους δείκτες ανάπτυξης (FBW, WG, SGR και FCR) αλλά και στα ηπατικά αντιοξειδωτικά ένζυμα (SOD, CAT).

Τέλος, η αύξηση του πληθυσμού στον πλανήτη αποτελεί μια σημαντική πρόκληση για τον γεωργικό τομέα. Καθώς, θα κληθεί να καλύψει τις ολοένα και αυξανόμενες ανάγκες του πληθυσμού για σίτιση. Έτσι, οι υδατοκαλλιέργειες αποτελούν μια από τις κύριες λύσεις για την επίλυση του προβλήματος αυτού καθώς παράγουν πρωτεΐνη τόσο ζωική όσο και φυτική με υψηλή διατροφική αξία. Προκειμένου να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα αυτό οι υδατοκαλλιέργειες έχουν οδηγηθεί στην ολοένα και μεγαλύτερη εντατικοποίηση της παραγωγής. Ενώ αυτή η πρακτική έχει αυξήσει τη διαθεσιμότητα και την οικονομική προσιτότητα των ψαριών ως τροφή, έχει επίσης εγείρει ανησυχίες σχετικά με τον αντίκτυπο στην υγεία των ψαριών. Ένα από τα κύρια προβλήματα με την εντατική υδατοκαλλιέργεια είναι η πιθανότητα εμφάνισης εστιών ασθενειών. Όταν τα ψάρια διατηρούνται σε υψηλή πυκνότητα, είναι πιο ευαίσθητα σε λοιμώξεις και ασθένειες (Shourbela et al., 2021), οι οποίες μπορούν να εξαπλωθούν γρήγορα σε ολόκληρο τον πληθυσμό. Η χρήση αντιβιοτικών και άλλων χημικών ουσιών για την πρόληψη και τη θεραπεία αυτών των ασθενειών μπορεί επίσης να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των ψαριών και στο περιβάλλον. Εκτός από ασθένειες, οι συνθήκες εντατικής εκτροφής μπορούν επίσης να οδηγήσουν και σε άλλα προβλήματα που αφορούν την υγεία των εκτρεφόμενων ιχθύων. Για παράδειγμα, η υψηλή πυκνότητα και η κακή ποιότητα του νερού μπορεί να οδηγήσουν σε στρες, μειωμένους ρυθμούς ανάπτυξης και μειωμένη λειτουργία του ανοσοποιητικού. Προκειμένου να μετριαστεί η επίπτωση της υψηλής πυκνότητας εκτροφής υπάρχουν πολλές διαχειρίσιμες τεχνικές όπως η σίτιση των ιχθύων με το κατάλληλο σιτηρέσιο, ο έλεγχος της ποιότητας του νερού αλλά και ο εμβολιασμός. Οι Shourbela et al. (2021) έδειξαν ότι η σίτιση ιχθύων τιλάπιας με σιτηρέσια που περιείχαν έλαιο ρίγανης μειώνει τις επιπτώσεις της υψηλής πυκνότητας εκτροφής στους ιχθύες.

## 2.2. Βασιλικός

Ο βασιλικός (*Ocimum basilicum*) είναι φυτό το οποίο ανήκει στην οικογένεια *Lamiaceae*. Είναι ένα ετήσιο αρωματικό βότανο που φύεται παγκοσμίως και χρησιμοποιείται για τις θεραπευτικές του ιδιότητες εδώ και αιώνες. Η συστηματική του κατάταξη είναι η εξής:

Πίνακας 2.2: Ταξινομική κατάταξη του βασιλικού

(Πηγή: <https://www.itis.gov/>).

Βασίλειο	Φυτά ( <i>Plantae</i> )
Συνομοταξία:	Αγγειόσπερμα ( <i>Magnoliophyta</i> )
Ομοταξία:	Δικοτυλήδονα ( <i>Magnoliopsida</i> )
Τάξη:	Λαμιώδη ( <i>Lamiales</i> )
Οικογένεια:	Χειλανθή ( <i>Lamiaceae</i> )
Γένος:	<i>Ocimum</i>
Είδος:	<i>O. basilicum</i>



Εικόνα 2.2: Βασιλικός (*Ocimum basilicum*). Πηγή: Britannica.

Ο βασιλικός χαρακτηρίζεται από αντιοξειδωτικές και ανοσοτροποποιητικές ιδιότητες οι οποίες είναι αποτέλεσμα της ύπαρξης ενεργών συστατικών στο αιθέριο έλαιο του όπως: ευγενόλη, μεθυλχαβικόλη, κινναμικό, φαινολικά, τριτερπενοειδή, φλαβονοειδή. Η ευγενόλη, η θυμόλη, η καρβακρόλη και η χαβικόλη (4-allyl phenol) εμφανίζουν τις ισχυρότερες αντιοξειδωτικές ιδιότητες σε σύγκριση με τις υπόλοιπες πτητικές ουσίες που εντοπίζονται στον βασιλικό. Ακόμα, οι συγκεκριμένες ουσίες μπορούν να αντικαταστήσουν συνθετικά αντιοξειδωτικά όπως βουτυλιωμένο υδροξυτολουόλιο αλλά και άλλες ουσίες όπως την α-τοκοφερόλη (βιταμίνη E) (Makri & Kintzios., 2008). Η αντικατάσταση των συνθετικών αντιοξειδωτικών από τον βασιλικό μπορεί να οδηγήσει σε μια διαχείριση της εκτροφής των ιχθύων η οποία θα είναι πιο φυσική αλλά και αειφόρα.



Η προσθήκη του βασιλικού στις ιχθυοτροφές μπορεί να γίνει είτε με την μορφή σκόνης είτε με την μορφή εκχυλίσματος. Πιο συγκεκριμένα, το εκχύλισμα του βασιλικού παρουσιάζει σταθερές και ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες σε εκτεταμένο εύρος pH και θερμοκρασίας (έως 80°C σε ουδέτερα ή όξινα διαλύματα) (Makri & Kintzios., 2008).

Εξαιτίας των πολλών ιδιοτήτων του ο βασιλικός έχει κινήσει το ενδιαφέρον πολλών επιστημόνων. Τόσο για τις πιθανές χρήσεις του στις υδατοκαλλιέργειες αλλά και για τα οφέλη που ενδεχόμενος να έχει για την υγεία και την ανάπτυξη των ιχθύων. Οι ευεργετικές ιδιότητες του βασιλικού στις ιχθυοτροφές μπορεί να αφορούν τον ρυθμό ανάπτυξης: οι El- Dakar et al. (2008) σε πείραμα που πραγματοποίησαν σε νεαρά ιχθύδια υβριδίου τιλάπιας (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*) απέδειξαν την θετική επίδραση που είχε στην ανάπτυξη τους η σίτιση τους με σιτηρέσιο που περιείχε 2% ξερά φύλλα βασιλικού. Παρόμοια αποτελέσματα, προέκυψαν από πείραμα που πραγματοποιήθηκε από τους Brum et al. (2017) κατά το οποίο ιχθύες τιλάπιας (*Oreochromis niloticus*) που διατρέφθηκαν με σιτηρέσιο που περιείχε 0,5% άγριο βασιλικό (*Ocimum gratissimum*) εμφάνισαν βελτιωμένες τιμές στους συντελεστές ανάπτυξης. Ακόμα, οι Amirkhani & Firouzbakhsh (2013) αναφέρουν την θετική επίδραση που είχε στην ανάπτυξη, στο ποσοστό επιβίωσης αλλά και στην αποτελεσματικότητα της τροφής η σίτιση κοινού κυπρίνου (*Cyprinus carpio*) με σιτηρέσιο που περιείχε 400 mg kg<sup>-1</sup> βασιλικού (*Ocimum basilicum*). Όπως αναφέρεται και παραπάνω ο βασιλικός διαθέτει ιδιαίτερες αντιοξειδωτικές ικανότητες. Οι Abdel-Rahman et al. (2022) σε πείραμα που πραγματοποίησαν σε νεαρά ιχθύδια τιλάπιας (*Oreochromis niloticus*) απέδειξαν την θετική επίδραση που είχε στους συντελεστές ανάπτυξης (SGR, WG, FBW, FI, FCR) αλλά και στην αύξηση των ηπατικών ενζύμων (SOD, TAC) η σίτιση των ιχθύων με σιτηρέσια που περιείχαν βασιλικό. Παρεμφερή αποτέλεσμα παρουσιάζονται από τους Abdel-Tawwab et al. (2018) οι οποίοι απέδειξαν ότι νεαρά ιχθύδια αφρικανικού γατόψαρου (*Clarias gariepinus*) που διατρέφθηκαν με σιτηρέσια που περιέχουν 10 και 15g άγριου βασιλικού, εμφάνισαν μεγαλύτερα ποσοστά δραστηριότητα SOD και CAT. Στη συνέχεια, σύμφωνα με τους Megara et al. (2022) ιριδίζουσες πέστροφες (*Oncorhynchus mykiss*) που διατρέφθηκαν με σιτηρέσιο που περιείχε 0.5% εκχύλισμα βασιλικού εμφάνισαν καλύτερες τιμές βιοδεικτών στρες όπως (υπεροξειδική δισμουτάση (SOD), καταλάση (CAT), υπεροξειδάση γλουταθειόνης, S-τρανσφεράση γλουταθειόνης, αναγωγάση γλουταθειόνης, γλυοξαλάση I, γλυοξαλάση II, γαλακτική αφυδρογονάση, γλουταθειόνη και μηλονοδιαλδεΐδη) σε σύγκριση με τον μάρτυρα.

Στη συνέχεια, είναι σύνηθες κατά την διάρκεια διάφορων καταστάσεων οι ιχθύες να τραυματιστούν. Τέτοιες καταστάσεις είναι :

- Μεταφορά από δεξαμενή σε δεξαμενή ή μετακίνηση προς κάποια άλλη μονάδα.

- Ποιότητα νερού: Η κακή ποιότητα νερού μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα στα βράγχια και στο δέρμα και αυτό καθιστά τους ιχθύες πιο επιρρεπείς σε διάφορους τραυματισμούς.
- Θηρευτές: Στην περίπτωση των εκτροφών που βρίσκονται εκτεθειμένες στην ανοικτή θάλασσα, στις λίμνες και στα ποτάμια είναι σύνηθες φαινόμενο οι ιχθύες να δεχθούν επίθεση από άλλα ζώα όπως θαλασσοπούλια, φώκιες κλπ. Πολλές φορές οι κυνηγοί δημιουργούν σοβαρές πληγές στους ιχθύες στην προσπάθεια τους να πάρουν την λεία τους.
- Υψηλή ιχθυοπυκνότητα: Όταν οι ιχθύες εκτρέφονται σε μεγάλες πυκνότητες μπορούν να τραυματιστούν ευκολότερα λόγω του στρες που προκαλείτε (π.χ. κανιβαλισμός).

Όλα τα παραπάνω είναι δυνητικοί λόγοι για υψηλά ποσοστά θνησιμοτήτων και ταυτόχρονα μεγάλων οικονομικών επιπτώσεων. Προκειμένου να μειωθούν οι απώλειες, από τους παραπάνω λόγους θα πρέπει να βελτιωθεί η επουλωτική ικανότητα των ιχθύων. Έτσι, οι Abdel-Tawwab et al. (2019) έδειξαν ότι νεαρά ιχθύδια αφρικανικού γατόψαρου (*Clarias gariepinus*) στα οποία προκλήθηκαν 2 τομές στο σώμα τους με χειρουργικό νυστέρι εμφάνισαν ταχύτερη επούλωση των πληγών τους, όταν αυτά διατράφηκαν με σιτηρέσια που περιείχαν άγριο βασιλικό (*Ocimum gratissimum*) ανεξαρτήτου ποσότητας (5, 10, 15 g/kg) λίγες μόλις μέρες μετά από τον τραυματισμό. Οι ερευνητές αναφέρουν ότι, η διατροφή με άγριο βασιλικό αυξάνει τα αντιοξειδωτικά επίπεδα στο γατόψαρο και αυτό φαίνεται ότι ενισχύει την ταχύτητα επούλωσης του οργανισμού.

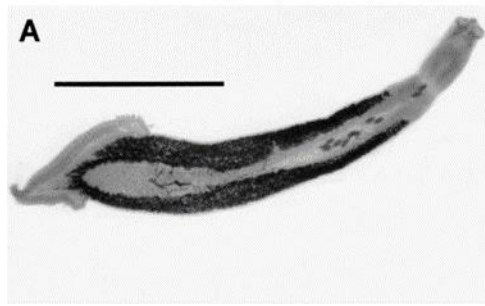
Όπως αναφέρετε και στο υποκεφάλαιο 2.1 ρίγανη, η υδατοκαλλιέργεια είναι μια δραστηριότητα η οποία χαρακτηρίζεται από την εκτροφή σε φυσικό περιβάλλον και επηρεάζεται από πολλούς εξωγενείς παράγοντες. Ένας χαρακτηριστικός παράγοντας είναι η ύπαρξη βαρέων μετάλλων που μπορούν να προκαλέσουν υψηλή θνησιμότητας στους ιχθύες. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι ο χλωριούχος χαλκός. Έτσι, ο Ahmed (2022) απέδειξε ότι νεαρά ιχθύδια τιλάπιας (*Oreochromis niloticus*) που εκτέθηκαν σε χλωριούχο χαλκό και διατράφηκαν με σιτηρέσιο που περιείχε 1% βασιλικού (*Ocimum basilicum*) εμφάνισαν καλύτερους συντελεστές ανάπτυξης αλλά και καλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα εναντίων του βαρέου μετάλλου.

### Κεφάλαιο 3: Αποπαρασιτικά- Αντιβακτηριακά

Οι κύριοι κίνδυνοι για τη βιωσιμότητα της υδατοκαλλιέργειας αφορούν παθογόνους μικροοργανισμούς αλλά και παράσιτα τα οποία καταπονούν τους εκτρεφόμενους ιχθύες προκαλώντας μείωση της ανάπτυξης τους έως και θάνατο. Τα παραπάνω, μπορούν να μεταφραστούν σε μεγάλη οικονομική καταστροφή για τους παραγωγούς. Η αντιμετώπιση αυτών των παθογόνων οργανισμών γίνεται με την χρήση συνθετικών αντιβιοτικών. Όμως, οι οργανισμοί αυτοί μπορούν να εμφανίσουν αντοχή στα αντιβιοτικά όταν γίνεται παρατεταμένη χρήση για την αντιμετώπιση τους. Η αναποτελεσματική αυτή θεραπεία οδηγεί σε παρατεταμένη νοσηρότητα. Ένας ακόμα τρόπος αντιμετώπισης των μικροοργανισμών στους εκτρεφόμενους ιχθύες είναι ο εμβολιασμός τους. Όμως, ο εμβολιασμός είναι μια απαιτητική διαδικασία, υψηλού κόστους, απαιτεί αρκετό και εξειδικευμένο προσωπικό και δεν υπάρχουν εμβόλια που να δρουν προληπτικά για νέες ασθένειες που μπορεί να εμφανιστούν. Έτσι, διαφαίνεται ο σημαντικός βοηθητικός ρόλος που μπορεί να παίξει η χρήση των αρωματικών φυτών ως φυσικά αντιπαρασιτικά για την καταπολέμηση των παρασίτων και των μικροβιολογικών λοιμώξεων. Η χρήση τους ως φυσικά θεραπευτικά μέσα μπορεί να γίνει δια της συστηματικής διατροφής των εκτρεφόμενων ιχθύων με σιτηρέσια που περιέχουν ως συστατικό αρωματικά φυτά, είτε με την μορφή σκόνης, είτε με την μορφή αιθέριου ελαίου. Τα αιθέρια έλαια των αρωματικών φυτών περιέχουν βιοδραστικές χημικές ουσίες όπως τερπένια, τερπενοειδή, φαινυλοπροπένια και ισοθειοκυανικά που έχουν συνεργική σχέση μεταξύ τους. Οι ουσίες αυτές έχουν την ικανότητα να διαπερνούν την πλασματική μεμβράνη των βακτηρίων ή των παρασιτικών κυττάρων και τελικώς να προξενούν κυτταρικές δυσλειτουργίες. (Dawood et al., 2021).

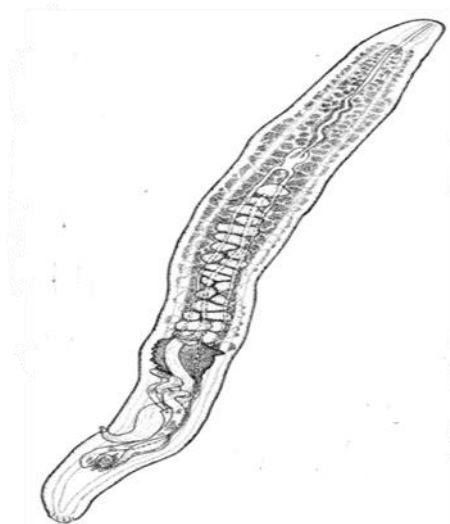
Οι προσβολές από παράσιτα ή από άλλους μικροοργανισμούς αποτελούν τον κυριότερο ανασταλτικό παράγοντα της περεταίρω ανάπτυξης της εκτροφής του μαγιάτικου στην περιοχή της μεσογείου. Κάποια από αυτά τα παράσιτα/βακτήρια είναι το *Zeuxapta seriolae* το οποίο είναι ένα μονογενές της οικογένειας *Heteraxinidae* και μοιάζει με βδέλλα. Προσβάλλει πολλά είδη από το γένος *Seriola*. Το *Z. seriolae* εντοπίζεται στα βράγχια των προσβεβλημένων ιχθύων και στο σημείο που παρασιτεί εμφανίζονται λευκές πλάκες. Ακόμα, ιχθύες μαγιάτικου που προσβλήθηκαν από *Z. seriolae* εμφάνισαν ελαφρόν χλωμό σπλήνα και ήπαρ κάτι που υποδηλώνει πιθανή αναιμία (Montero et al., 2003). Η θεραπεία που ακολουθείτε για την

αντιμετώπιση του είναι μπάνιο με υπεροξείδιο του υδρογόνου είτε με την χρήση praziquantel μέσω της τροφής.



Εικόνα: 3.1: *Zeuxapta seriolae* (Πηγή Rigos et al., 2004).

Ακόμα υπάρχουν τα παράσιτα του γένους *Paradeontacylix spp.* Τα αυγά αυτών των παρασίτων συσσωρεύονται στα βράγχια και προκαλούν καταστροφή του βραγχιακού επιθηλίου με την εκκόλαψη τους και την απελευθέρωση μिरασιδίων (στάδιο προνύμφης). Έτσι προκαλείτε μη φυσιολογική κυκλοφορία του αίματος, αιμορραγίες, υποξία ακόμα και θάνατος (Repullés-Albelda et al., 2008).



Εικόνα 3.2: *Paradeontacylix balearicus sp* Πηγή: Repullés-Albelda et al., 2008.

Το *Vibrio harveyi* είναι βακτήριο της οικογένειας *Vibrionaceae* που μπορεί να επηρεάσει ιχθύες που εκτρέφονται τόσο σε δεξαμενές στην στεριά αλλά και ιχθύες σε κλωβούς. Το συγκεκριμένο βακτήριο μπορεί να προκαλέσει στα ενήλικα μαγιάτικα δερματικές και οφθαλμικές βλάβες ενώ στα ατελή και νεαρά ιχθύδια συνήθως προκαλεί γαστρεντερικές προσβολές. Ακόμα, σε νεαρά μαγιάτικα έχουν εμφανιστεί έλκη και ερυθρότητα στην περιοχή του κεφαλιού. Το ποσοστό θνησιμότητας σε προσβεβλημένου πληθυσμούς μπορεί να φτάσει και το 60% (Rigos et al., 2020).



Εικόνα 3.3: Νεαρά ιχθύδια μαγιάτικου (*Seriola dumerili*) προσβεβλημένα από *Vibrio harveyi*. Είναι εμφανή τα έλκη αλλά και οι κόκκινες εστίες στην περιοχή του κεφαλιού. Πηγή: (Rigos et al., 2020).

Το *Benedenia Seriolae* είναι ένα μονογενές παράσιτο της οικογένειας *Capsalidae*, το οποίο προσβάλλει το δέρμα των ιχθύων. Όταν ο αριθμός των παρασίτων είναι υψηλός, προκαλεί έντονο ερεθισμό στους ιχθύες, οι οποίοι αρχίζουν να τρίβονται είτε στους τοίχους των δεξαμενών είτε στα δίχτυα. Η συμπεριφορά αυτή, έχει ως αποτέλεσμα οι ιχθύες να τραυματίζονται όλ' ένα και περισσότερο με αποτέλεσμα να προκληθούν δευτερογενείς λοιμώξεις από ευκαιριακά παθογόνα. (Baeza et al., 2019).



Εικόνα 3.4: Μαγιάτικο προσβεβλημένο από *Benedenia Seriolae*. Πηγή: προσωπικό αρχείο.

Το *Neobenedenia girellae*. Αυτό το μονογενές παράσιτο προσβάλλει εκτός από το μαγιάτικο (*Seriola dumerili*), και άλλα είδη ιχθύων, όπως το βραχύπτερο φαγκρί (*Pagrus major*), την πράσινη χωματίδα (*Paralichthys olivaceus*), το μαγιάτικο της Αυστραλίας (*Seriola lalandi*) και άλλα. Αυτό αντιπροσωπεύει μια διαφορά από το *Benedenia seriolae* το οποίο προσβάλλει αποκλειστικά το μαγιάτικο (*Seriola dumerili*). Το *Neobenedenia girellae* τρέφεται κυρίως με επιθηλιακά κύτταρα, προκαλώντας αιμορραγίες και υπερπαραγωγή βλέννας. Οι ιχθύες όπως και στην περίπτωση του *Benedenia seriolae* τρίβονται πολύ έντονα πάνω στις επιφάνειες με αποτέλεσμα περεταίρω τραυματισμών (Rigos G et al., 2020).



Εικόνα 3.5: Μαγιάτικο προσβεβλημένο από *Neobenedeniagirellae*. Πηγή: (Ogawa K., 2014).

Οι προαναφερθείσες οργανισμοί μπορούν να προκαλέσουν υψηλά ποσοστά θνησιμότητας και συνάμα εκτεταμένες οικονομικές ζημιές (Rigos et al., 2020). Ως εναλλακτική αντιμετώπιση των παραπάνω θα μπορούσε να είναι η διατροφή του μαγιάτικου με σιτηρέσια που περιέχουν αρωματικά φυτά. Για παράδειγμα, ο Montero (2019) σε έρευνα που πραγματοποίησε έδειξε ότι νεαρά ιχθύδια μαγιάτικου (*Seriola dumerili*) που διατράφηκαν με σιτηρέσιο που περιείχε μείγμα αρωματικών φυτών (σκόρδο και διάφορα χειλανθή) εμφάνισαν μειωμένη κορτιζόλη στο πλάσμα σε σύγκριση με τους ιχθύες που διατράφηκαν με το βασικό σιτηρέσιο. Αλλά και ότι έπειτα από την προσβολή τους από το εκτοπαράσιτο *N.girellae* δεν είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα παρασίτωσης σε σχέση με τον μάρτυρα όμως εμφάνισαν μειούμενη τάση.

### 3.1. Θυμάρι

Το θυμάρι (*Thymus vulgaris*) ανήκει στην οικογένεια των *Lamiaceae*. Η συστηματική του κατάταξη παρατίθεται παρακάτω:

Πίνακας 3.1: Ταξινομική κατάταξη του θυμαριού

(Πηγή: <https://www.itis.gov/>).

Βασίλειο	Φυτά ( <i>Plantae</i> )
Συνομοταξία:	Αγγειόσπερμα ( <i>Magnoliophyta</i> )
Ομοταξία:	Δικοτυλήδονα ( <i>Magnoliopsida</i> )
Τάξη:	Λαμιώδη ( <i>Lamiales</i> )
Οικογένεια:	Χειλανθή ( <i>Lamiaceae</i> )
Γένος:	Θύμος ( <i>Thymus</i> )
Είδος:	<i>Thymus vulgaris</i>



Εικόνα 3.6: Θυμάρι (*Thymus vulgaris*). Πηγή: Britannica.

Το θυμάρι είναι γνωστό για τις θεραπευτικές του ιδιότητες οι οποίες οφείλονται στην ύπαρξη φαινόλης, τερπενοειδών, θυμόλης, ευγενόλης και σπωνίνης. Τόσο το θυμάρι όσο και το αιθέριο έλαιο του χαρακτηρίζονται από ισχυρή αντιμικροβιακή, αντιμυκητιακή και αντική δράση (Kueete 2017). Σύμφωνα με τα παραπάνω, η χρήση του θυμαριού ή του ελαίου του ως συστατικό στις ιχθυοτροφές φαίνεται να έχει ευεργετικές ιδιότητες στην ανάπτυξη των εκτρεφόμενων ιχθύων, αλλά και στην αντιμετώπιση παρασιτικών και μικροβιακών προσβολών σε αυτούς. Για παράδειγμα, σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Sonmez et al. (2015), όταν ιχθύες ιριδίζουσας πέστροφας (*Oncorhynchus mykiss*) διατράφηκαν με σιτηρέσια που περιείχαν έλαιο θυμαριού (500, 1000 και 1500 mg/kg) για 60 ημέρες εμφάνισαν βελτιωμένες τιμές για WG, SGR σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Ακόμα, οι ιχθύες εμφάνισαν βελτίωση στην αξιοποίηση των θρεπτικών συστατικών. Έπειτα, από έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε ιχθύες

τιλάπιας (*Oreochromis niloticus*) φάνηκε ότι η σίτιση τους με σιτηρέσια που περιείχαν 1% και 2% θυμάρι βελτιώνει την ανάπτυξη τους (Zaki et al., 2012). Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρουν και οι Dorojan et al. (2014) οι οποίοι κατά την διάρκεια του πειράματος τους χορήγησαν σε ιχθύες έναστρου οξύρρυγχου (*Acipenser stellatus*) τροφή που περιείχε 2% θυμάρι για 58 ημέρες. Επίσης, οι Yassen et al. (2017) έδειξαν ότι ιχθύες τιλάπιας (*Oreochromis niloticus*) οι οποίοι διατράφηκαν με σιτηρέσιο που περιείχε θυμάρι (1%) για διάστημα 6 εβδομάδων. Εμφάνισαν καλύτερες τιμές στους δείκτες ανάπτυξης (ABW, WGR, WG, SGR, L, LGR) καθόλη την πειραματική διαδικασία, αύξηση στα λευκοκύτταρα την 6<sup>η</sup> εβδομάδα, αλλά και βελτίωση της λυσοζύμικής δραστηριότητα για τις 4 πρώτες εβδομάδες του πειράματος. Ακόμα παρατηρείται μείωση του ποσοστού θνησιμότητας (10% σε σύγκριση με τον μάρτυρα 90%) μετά την προσβολή τους από *Aeromonas hydrophila*. Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Bilen et al. (2011) η λυσοζύμική δραστηριότητα αποτελεί από τους σημαντικότερους παράγοντες για την αντίσταση στα παράσιτα.

Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε από τους Ali et al. (2020) κατά το οποίο ιχθύες τιλάπιας (*Oreochromis niloticus*) διατράφηκαν με σιτηρέσιο που περιείχε θυμάρι (10g) για διάστημα 8 εβδομάδων, εμφάνισαν βελτιωμένες τιμές για την συνολική αύξηση, την ημερήσια αύξηση, τον SGR, την συνολική κατανάλωση τροφής και τον FCR σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Έπειτα παρατηρήθηκε αύξηση των ουδετερόφιλων, των λεμφοκυττάρων και των μονοκυττάρων αλλά και μειωμένη θνησιμότητα από 48% που είναι ο μάρτυρας σε 20%. Επίσης η αντίσταση που μπορούν να εμφανίσουν οι ιχθύες σε ένα βακτήριο όπως η *Aeromonas hydrophila* όταν διατρέφονται με σιτηρέσιο που περιέχει θυμάρι για διάστημα 2 μηνών έχει μελετηθεί και σε νεαρά ιχθύδια πέστροφας από τους Zargar et al. (2019) που έδειξαν ότι, οι ιχθύες που διατράφηκαν με σιτηρέσιο 0,5 ml/kg έλαιου θυμαριού εμφάνισαν υψηλότερες τιμές σχετικά με το WG, ανάπτυξη μήκους, SGR, DGC αλλά και μικρότερο FCR. Ακόμα, οι ιχθύες που διατράφηκαν με τα σιτηρέσια που περιείχαν 0,5 και 1 ml/kg αιθέριου ελαίου είχαν υψηλότερη λυσοζύμική δραστηριότητα στον ορό. Τέλος, οι ιχθύες των επεμβάσεων με τα 0,5 και 2,0 ml/kg εμφάνισαν μεγαλύτερη επιβίωση σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Επιπλέον, οι Ghafarifarsani et al. (2022) έδειξαν ότι νεαρά ιχθύδια κοινού κυπρίνου (*Cyprinus carpio*) που διατράφηκαν με πειραματικά σιτηρέσια που περιείχαν έλαιο θυμαριού σε αναλογίες 0,5%, 1%, 2% για 60 ημέρες και προσβλήθηκαν από *Aeromonas hydrophila* εμφάνισαν βελτίωση για FBW και FCR. Επίσης, εμφάνισαν τις υψηλότερες τιμές λευκοκυττάρων αλλά και ανοσοποιητικών παραμέτρων. Αλλά και τα υψηλότερα ποσοστά επιβίωσης σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Συμπληρωματικά, η αντοχή που μπορεί να προσφέρει η σίτιση με θυμάρι ενάντια κάποιου παθογόνου μικροοργανισμού ή κάποιου παρασίτου εξετάστηκε από τους Al Safah &



Al-Faragi. 2017, όταν πραγματοποιήσαν πείραμα κατά την διάρκεια του οποίου κοινοί κυπρίνοι διατράφηκαν με διαφορετικά επίπεδα θυμαριού 0,5%, 1%, 1,5% και 2% για 56 ημέρες (πριν την προσβολή), παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Όμως, οι καλύτερες τιμές παρουσιάστηκαν στους ιχθύες της επέμβασης 1,5%. Ακόμα, όλοι οι αιματολογικοί παράμετροι (λεμφοκύτταρα, ουδετερόφιλα, μονοκύτταρα, ηωσινόφιλα) ήταν αυξημένοι τόσο πριν την προσβολή τόσο και μετά την προσβολή από *Saprolegnia spp.* Επίσης, οι Mathiessen et al. (2020) αναφέρουν ότι νεαρά ιχθύδια ιριδιζουσας πέστροφας (*Oncorhynchus mykiss*) τα οποία για 7 ημέρες είχαν διατραφεί με σιτηρέσιο που περιείχε 60g/kg θυμάρι και έπειτα προσβλήθηκαν από *Ichthyophthirius multifiliis*. Εμφάνισαν, χαμηλότερα ποσοστά παρασίτωσης απ' ότι ο μάρτυρας (0g/kg) μετά από 5 ημέρες από την προσβολή. Έπειτα, νεαρά ιχθύδια ιριδιζουσας πέστροφας (*Oncorhynchus mykiss*) τα οποία προσβλήθηκαν από *Yersinia Ruckeri* και διατράφηκαν με σιτηρέσιο που περιείχε μείγμα αρωματικών φυτών όπως θυμάρι και μάραθο (*Foeniculum vulgare*) για 1 εβδομάδα. Εμφάνισαν, ενισχυμένη βακτηριοκτόνο δραστηριότητα, αυξημένες τιμές σε κάποιους βιοχημικούς δείκτες όπως ολική πρωτεΐνη, λευκωματίνη (αλβουμίνη), χοληστερόλη και ηλεκτρολύτες (K, Na, Ca). Τέλος, το συμπέρασμα του συγκεκριμένου πειράματος είναι ότι η αύξηση κάποιων βιοχημικών δεικτών αλλά και ηλεκτρολυτών μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της αντίστασης στις ασθένειες (Gulec et al., 2013).

### 3.2. Φασκόμηλο

Το φασκόμηλο (*Salvia officinalis*) ανήκει στην οικογένεια των *Lamiaceae*.

Πίνακας 3.2: Ταξινομική κατάταξη του φασκόμηλου

(Πηγή: <https://www.itis.gov/>).

Βασίλειο	Φυτά ( <i>Plantae</i> )
Συνομοταξία:	Αγγειόσπερμα ( <i>Magnoliophyta</i> )
Ομοταξία:	Δικοτυλήδονα ( <i>Magnoliopsida</i> )
Τάξη:	Λαμιώδη ( <i>Lamiales</i> )
Οικογένεια:	Χειλανθή ( <i>Lamiaceae</i> )
Γένος:	Ελελίφασκος ( <i>Salvia</i> )
Είδος:	Ελελίφασκος ο φαρμακευτικός ( <i>Salvia officinalis</i> L)



Εικόνα 3.7: Φασκόμηλο (*Salvia officinalis*). Πηγή: Britannica.

Το συγκεκριμένο φυτό εντοπίζεται στις περιοχές της μεσογείου αλλά και στην μέση ανατολή. Όμως, τις τελευταίες δεκαετίες η καλλιέργεια του εντοπίζεται σε ολόκληρο τον κόσμο (Ghorbani & Esmailizadeh, 2017). Αυτό οφείλετε στην μεγάλη εξάπλωση του αλλά και λόγω των εφαρμογών που βρίσκει η χρήση του σε διάφορες βιομηχανίες όπως η υδατοκαλλιέργεια. Η χρήση του φασκόμηλου ως μέσο θεραπείας έχει μελετηθεί ευρέως τόσο στον άνθρωπο όσο και στα ζώα (Eidi et al., 2005; Alkam et al., 2011) Καθώς, είναι γνωστό για τις θεραπευτικές του ιδιότητες οι οποίες οφείλονται στην ύπαρξη φλεβονοειδών, τανίνων, λιπαρών οξέων, στεροειδών, τερπενών κτλ. (Ghorbani & Esmailizadeh, 2017a; Hrebien-Filisinska & Bartkowiak, 2022; Roulios et al., 2020). Σύμφωνα με μελέτες τόσο το εκχύλισμα όσο και το αιθέριο έλαιο του φασκόμηλο έχουν αντιμικροβιακές, αντιφλεγμονώδης και αντιοξειδωτικές ιδιότητες κλπ. (Pop et al., 2013) αλλά μπορούν να συμβάλλουν και στην

καλύτερη ανάπτυξη των ιχθύων. Η χρήση του φασκόμηλου μπορεί να γίνει είτε με την μορφή εκχυλίσματος το οποίο θα χρησιμοποιείται ως αυτούσιο μέσο θεραπείας. Για παράδειγμα, οι Miljanovic et al. (2021) έδειξαν την θετική επίδραση που έχει το αιθέριο έλαιο του φασκόμηλου στην μείωση του μυκηλίου δύο παθογόνων ωομυκήτων (*Saprolegnia parasitica*, *Aphanomyces astaci*) των οποίων η ανάπτυξη μπορεί να προκαλέσει μεγάλες οικονομικές καταστροφές στις υδατοκαλλιέργειες (πχ σαπρολεγκνίωση των ιχθύων (*Saprolegnia parasitica*) και πανούκλα των καραβίδων (*Aphanomyces astaci*)). Είτε ως πρόσθετο ζωοτροφών. Παραδείγματος χάρη, οι Nica et al. (2021) σε πείραμα που πραγματοποίησαν, απέδειξαν ότι η σίτιση κοινού κυπρίνου (*Cyprinus Carpio L.*) με σιτηρέσιο που περιέχει φασκόμηλο (*Salvia officinalis*) σε ποσοστό 1% για 49 ημέρες βελτίωσε τον SGR, τον FCR και την PER. Ακόμα, οι Salomón et al. (2020) ανέφεραν ότι η σίτιση νεαρών ιχθυδίων τσιπούρας (*Sparus aurata*) με σιτηρέσιο που περιέχει εκχύλισμα από φασκόμηλο (*Salvia officinalis*) και λουΐζα (*Lippia citriodora*) σε περιεκτικότητα 0,1% για 92 ημέρες. Βελτίωσε την ανοσοποιητική προστασία των ιχθύων, την ανάπτυξη τους αλλά και την αποτελεσματικότητα της τροφής. Από τον ίδιο ερευνητή Salomón et al. (2022) έχει πραγματοποιηθεί πείραμα στο οποίο νεαροί ιχθύες σολομού (*Salmo salar*) διατράφηκαν για 133 ημέρες με σιτηρέσιο που περιείχε 0,1% εκχύλισμα από φασκόμηλο (*Salvia officinalis*) και λουΐζα (*Lippia citriodora*). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ιχθύες που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο με το φασκόμηλο και τη λουΐζα είχαν κατά 11,5% μεγαλύτερο σωματικό βάρος, μικρότερο FCR και υψηλότερα ποσοστά επιβίωσης μετά την προσβολή από το *Aeromonas. Salmonicida* από εκείνους του μάρτυρα. Ακόμα οι Tafi et al (2019) έδειξαν ότι νεαρά ιχθύδια ιριδίζουσας πέστροφας που διατράφηκαν με σιτηρέσια που περιείχαν φασκόμηλο (0,5 , 1 και 1,5%) για 10 ημέρες εμφάνισαν θετική επίδραση στον έλεγχο του *Streptococcus iniae*. Έπειτα, οι Abdel Rahman et al. (2022) έδειξαν ότι κυπρίνοι (*Cyprinus carpio*) που διατράφηκαν με τα πειραματικά σιτηρέσια που περιείχαν 4 και 8% σκόνη φασκόμηλου για διάστημα 8 εβδομάδων. Εμφάνισαν, καλύτερες τιμές σχετικά με το WG, SGR, FI, PER και μειωμένο FCR σε σύγκριση με τον μάρτυρα αλλά και τα μικρότερα ποσοστά θνησιμότητας (20% και 13,33% αντίστοιχα) μετά την προσβολή από *Aeromonas sobria*. Επιπρόσθετα, από πείραμα που πραγματοποίησαν οι Hussein et al. (2023) σε νεαρά ιχθύδια λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*), έδειξαν ότι, οι ιχθύες που διατράφηκαν με τα σιτηρέσια που περιείχαν 2g/kg φασκόμηλου εμφάνισαν καλύτερες τιμές για WG, ADG, SGR, FI, PER, FCR και ποσοστό επιβίωσης. Όμως τα υψηλότερα ποσοστά λυσοζύμικής και φαγοκυτταρικής δραστηριότητας εμφανίστηκαν στους ιχθύες που διατράφηκαν με τα σιτηρέσια που περιείχαν 4g/kg φασκόμηλου. Στη συνέχεια οι Dedras et al. (2020) έδειξαν ότι ιχθύες οξύρρυγχου (*Huso huso*), οι οποίοι διατράφηκαν με σιτηρέσια που περιείχαν φασκόμηλο (30, 60, και 120 ml/kg τροφής) για 6 εβδομάδες εμφάνισαν αυξημένες τιμές λεμφοκυττάρων, ολικής πρωτεΐνης,

αλβουμίνης και γλοβουλίνης το οποίο δείχνει την βελτίωση του ανοσοποιητικού συστήματος των ιχθύων. Σε αντιδιαστολή με τις παραπάνω έρευνες οι Aydin & Harmantepe (2017) αναφέρουν ότι ιχθύες τιλάπιας (*Oreochromis niloticus*) που διατράφηκαν για 30 ημέρες με σιτηρέσια που περιείχαν τα παρακάτω ποσοστά φασκόμηλου (0,25 , 0,5 and 1 %). Εμφάνισαν μειωμένα ποσοστά ανάπτυξης από τον μάρτυρα. Το συγκεκριμένο αποτέλεσμα το αποδίδουν στην αύξηση της περιεκτικότητας του ελαίου στις ιχθυοτροφές. Δηλαδή, παρατήρησαν ότι οι ιχθύες δυσκολεύονταν με την κατανάλωση της τροφής όσο αυξανόταν η περιεκτικότητα του φασκόμηλου λόγω της έντονης αρωματικής οσμής που έβγαινε από αυτήν. Η μειωμένη κατανάλωσή τροφής προκάλεσε τον καταβολισμό των πρωτεϊνών στους ιχθύες προκειμένου να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες.

### 3.3. Μέντα

Η μέντα η πιπεράτη (*Mentha piperita*) είναι ένα πολύ σημαντικό φυτό το οποίο ανήκει στην οικογένεια των *Lamiaceae*. Η συστηματική της κατάταξη παρατίθεται παρακάτω:

Πίνακας 1.7: Ταξινομική κατάταξη της μέντας

(Πηγή: <https://www.itis.gov/>).

Βασίλειο	Φυτά ( <i>Plantae</i> )
Συνομοταξία:	Αγγειόσπερμα ( <i>Magnoliophyta</i> )
Ομοταξία:	Δικοτυλήδονα ( <i>Magnoliopsida</i> )
Τάξη:	Λαμιώδη ( <i>Lamiales</i> )
Οικογένεια:	Χειλανθή ( <i>Lamiaceae</i> )
Γένος:	<i>Mentha L.</i>
Είδος:	<i>Mentha X piperita</i>



Εικόνα 3.8: Μέντα η πιπερώδης (*Mentha piperita*). Πηγή: Britannica.

Το συγκεκριμένο είδος έχει προκύψει από την διασταύρωση της *Mentha spicata* (δυόσμος) και *Mentha aquatica* (νερόμεντα). Η μέντα και κυρίως το έλαιο της χρησιμοποιούνται για τις αντισπασμωδικές, αρωματικές αλλά και για τις αντισηπτικές τους

ιδιότητες (Briggs 1993). Ακόμα, από φαρμακολογικές μελέτες έχει προκύψει ότι η *Mentha piperita* διαθέτει αντιοξειδωτικές, κυτταροτοξικές, αντιαλλεργικές, αντιαλλεργικές, αντιαλλεργικές, αντιαλλεργικές, αντιαλλεργικές, αλλά και αντιβακτηριακές ιδιότητες (McKay et al., 2006 & Liu et al., 2014). Ακόμα, το αιθέριο έλαιο της εμφανίζει αντιφλεγμονώδεις, αντιμυκητιακές αλλά και αντιβακτηριακές ιδιότητες (Sun et al 2014 ; Inoue et al., 2002). Σχετικά με τις ιδιότητες του ελαίου έχουν πραγματοποιηθεί πειράματα κατά την διάρκεια των οποίων χρησιμοποιήθηκε για θεραπείες κατά του εξωπαράσιτου *Piscinoodinium pillulare* σε νεαρά ιχθύδια γκαμιτάνας (*Colossoma macropomum*), και κατά των μονογενών εξωπαράσιτων *Cichlidogyrus tilapiae*, *Cichlidogyrus thurstonae*, *Cichlidogyrus halli*, και *Scutogyrus longicornis* σε νεαρά ιχθύδια τιλάπιας. Τα αποτελέσματα έδειξαν την θετική επίδραση που είχε η θεραπεία στην μείωση των εξωπαράσιτων στους προσβεβλημένους ιχθύες (Ferreira et al., 2019; Hashimoto et al., 2016).

Συμπληρωματικά, το έλαιο του είδους *Mentha piperita* μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο ζωοτροφών στη διατροφή των ιχθύων, με σκοπό την προστασία τους από παράσιτα και άλλους παθογόνους μικροοργανισμούς. Το έλαιο αυτό ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα των ιχθύων και αυξάνει την αντοχή τους σε αυτούς τους παθογόνους μικροοργανισμούς. Για παράδειγμα, νεαρά ιχθύδια ινδικού κυπρίνου (*Labeo rohita*) τα οποία διατράφηκαν με σιτηρέσιο που περιείχε 2% μέντα για 90 ημέρες εμφάνισαν βελτιωμένες τιμές για το WG, για τον SGR αλλά και για τον FCR. Επίσης η ίδια ομάδα ιχθύων εμφάνισε αύξηση του αριθμού των λευκοκυττάρων τόσο πριν την προσβολή από *Aeromonas hydrophila* όσο και μετά την προσβολή (Padala et al., 2021). Έπειτα, οι Ribeiro et al. (2018) έδειξαν ότι νεαρά ιχθύδια γκαμιτάνα (*Colossoma macropomum*) που διατράφηκαν με σιτηρέσια που περιείχαν 1,0% αιθέριο έλαιο μέντας για 30 ημέρες και μετά από προσβολή τους από *Aeromonas hydrophila* εμφάνισαν την υψηλότερη δραστηριότητα της καταλάσης. Επίσης στις επεμβάσεις με 0,5 και 1,0% έλαιο μέντας εμφανίστηκε ο μικρότερος αριθμός παρασίτων *Anacanthorus spathulatus*, *Notozothecium janauachensis* και *Mymarothecium boegeri*. Πέρα από αυτό, οι ιχθύες που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο που περιείχε 1,5% αιθέριο έλαιο μέντας είχαν τα υψηλότερα ποσοστά λυσοζυμικής δραστηριότητας έπειτα από την προσβολή τους από *Aeromonas hydrophila*. Στη συνέχεια πείραμα που έχει πραγματοποιηθεί στο ίδιο είδος ιχθύ με προηγούμενος έδειξε ότι οι ιχθύες που διατράφηκαν με σιτηρέσια που περιείχαν μέντα (περιεκτικότητα: 0,54gkg<sup>-1</sup> και 2,88gkg<sup>-1</sup>) για 30 ημέρες και είχαν προσβληθεί από *Neoechinorhynchus buttnerae* εμφάνισαν στατιστικά σημαντική μείωση του αριθμού των παρασίτων σε σύγκριση με τον μάρτυρα (Costa et al., 2020). Σε ατελή ιχθύδια του είδους *Rutilus frissi kutum* (λευκός ιχθύς της Κασπίας) αυξήθηκαν οι τιμές για WG και SGR όταν αυτά διατράφηκαν με σιτηρέσια που περιείχαν μέντα για 8 εβδομάδες. Παρόλα αυτά τις

καλύτερες τιμές τις εμφάνισαν οι ιχθύες που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο που περιείχε 3% μέντα. Έπειτα τις καλύτερες τιμές για τον FCR τις εμφάνισαν οι επεμβάσεις με 2% και 3% μέντα. Ακόμα οι συγκεκριμένες ομάδες ιχθύων εμφάνισαν αύξηση των λευκοκυττάρων. Επίσης παρατηρήθηκε αύξηση της αντιβακτηριακής δραστηριότητας της βλέννας του δέρματος εναντίων όλων των παθογόνων μικροοργανισμών που εξετάστηκαν (*Streptococcus iniae*, *Yersinia ruckeri*, *Listeria monocytogenes* και *Escherichia coli*) σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Τέλος, στατιστικά αυξημένες είναι οι τιμές της ολικής πρωτεΐνης, της λυσοζύμικής δραστηριότητας και της ανοσοσφαιρίνης (IgM) σε όλες τις ομάδες που διατράφηκαν με μέντα σε σύγκριση με τον μάρτυρα αλλά τις υψηλότερες τιμές τις εμφανίζουν οι ιχθύες που διατράφηκαν με σιτηρέσιο που περιείχε 3% εκχυλίσματος μέντας (Adel et al., 2015). Ο ίδιος ερευνητής έχει πραγματοποιήσει το ίδιο πείραμα και σε νεαρά ιχθύδια καστανής πέστροφας (*Salmo trutta caspius*) για 8 εβδομάδες. Φάνηκε ότι και στο συγκεκριμένο πείραμα οι ιχθύες της επέμβασης 3% είχαν τις καλύτερες τιμές WG και SGR. Όπως και ότι οι ιχθύες των επεμβάσεων 2% και 3% εμφάνισαν την καλύτερη τιμή για τον FCR. Έπειτα η επέμβαση με το 3% εμφάνισε βελτιωμένες τιμές για την συγκέντρωση της πρωτεΐνης αλλά και της λυσοζύμικής δραστηριότητας στη βλέννα του δέρματος, όπως και για τον αριθμό των ουδετερόφιλων αλλά και για την ολική πρωτεΐνη, την λυσοζύμική δραστηριότητα και την ανοσοσφαιρίνη (IgM) στον ορό του αίματος (Adel et al., 2015). Στη συνέχεια, νεαρά ιχθύδια τιλάπια τα οποία διατράφηκαν με σιτηρέσιο που περιείχε 0,25% *Mentha piperita* για 50 ημέρες, εμφάνισαν υψηλότερο αριθμό λευκοκυττάρων αλλά και υψηλότερα ποσοστά επιβίωσης έπειτα από την προσβολή τους με *Streptococcus agalactiae* (Silva et al., 2019). Ακόμα, οι Panknejad et al. (2020) σε πείραμα που έκαναν έδειξαν ότι νεαρά ιχθύδια βόμπλας (*Rutilus caspicus*) που διατράφηκαν με σιτηρέσιο που περιέχει 4g/kg μέντας για 8 εβδομάδες είχαν καλύτερες τιμές για FW, WG ,SGR αλλά και λυσοζύμικής δραστηριότητας. Τέλος όλες οι ομάδες ανεξάρτητος ποσότητας μέντας (2g/kg, 3g/kg , 4g/kg) εμφάνισαν βελτιωμένες τιμές FCR.

## Κεφάλαιο 4. Αντιφλεγμονώδη

Η φλεγμονή είναι μια φυσική απόκριση του ανοσοποιητικού συστήματος σε πολλούς διαφορετικούς οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένων των ψαριών. Όταν ένα ψάρι βιώσει έναν τραυματισμό ή μια μόλυνση, το ανοσοποιητικό του σύστημα ενεργοποιείται και ξεκινά τη διαδικασία της φλεγμονής. Ο στόχος της φλεγμονής είναι να προστατεύσει το σώμα από περαιτέρω βλάβες και να διευκολύνει τη διαδικασία επούλωσης (Magnadottir 2004). Στα ψάρια, η φλεγμονή μπορεί να εκδηλωθεί με διάφορους τρόπους. Ένα κοινό σύμπτωμα είναι η παρουσία ερυθρότητας και οιδήματος στο σημείο του τραυματισμού ή της μόλυνσης. Αυτό προκαλείται από την αύξηση της ροής του αίματος στην περιοχή, η οποία φέρνει κύτταρα του ανοσοποιητικού και άλλους θεραπευτικούς παράγοντες στην περιοχή (Campos-Sánchez & Esteban 2020). Εκτός από το πρήξιμο, η φλεγμονή στα ψάρια μπορεί επίσης να προκαλέσει πόνο και δυσφορία, καθώς και αλλαγές στη συμπεριφορά και την όρεξη. Ενώ η φλεγμονή είναι απαραίτητο μέρος της ανοσολογικής απόκρισης, μπορεί επίσης να έχει αρνητικά αποτελέσματα εάν γίνει χρόνια ή υπερβολική. Η φλεγμονή που επιμένει για μεγάλα χρονικά διαστήματα μπορεί να προκαλέσει βλάβη στους ιστούς και να συμβάλει στην ανάπτυξη χρόνιων ασθενειών. Στα ψάρια, η χρόνια φλεγμονή μπορεί επίσης να οδηγήσει σε μείωση του ρυθμού ανάπτυξης και της αναπαραγωγικής επιτυχίας των ιχθύων (Campos-Sánchez & Esteban 2020). Προκειμένου να μετριαστεί η αρνητική επίπτωση που μπορεί να εμφανίσει η παρατεταμένη φλεγμονή, ενεργοποιείται η αντιφλεγμονώδης αντίδραση που αποσκοπεί στην διατήρηση ενός υγιούς ανοσοποιητικού συστήματος αλλά και τον μετριασμό της φλεγμονής. Μια σημαντική αντιφλεγμονώδης διαδικασία στα ψάρια είναι η παραγωγή αντιφλεγμονωδών κυτοκινών. Αυτές οι κυτοκίνες δρουν για να μειώσουν την ανοσολογική απόκριση και να αποτρέψουν την υπερβολική φλεγμονή. Συγκεκριμένα, η κυτοκίνη ιντερλευκίνη-10 (IL-10) έχει αποδειχθεί ότι έχει ισχυρά αντιφλεγμονώδη αποτελέσματα στα ψάρια, μειώνοντας τη φλεγμονή και τη βλάβη των ιστών σε διάφορα πλαίσια. Παραδείγματος χάρη, οι Yousefi et al. (2020) έδειξαν ότι ιχθύες κοινού κυπρίνου (*Cyprinus carpio*) που εκτέθηκαν σε στρες συνωστισμού για 3 ώρες εμφάνισαν βελτιωμένες τιμές για IL-10 και για τον αυξητικό παράγοντα μεταμόρφωσης β (transforming growth factor beta) TNG-b όταν διατράφηκαν με σιτηρέσια που περιείχαν 1.0% και 1.5% εκχυλίσματος λεβάντας (*Lavandula angustifolia*) για διάστημα 70 ημερών. Ακόμα οι Ibrahim et al. (2022) έδειξαν ότι ιχθύες τιλάπιας (*Oreochromis niloticus*) οι οποίοι διατράφηκαν με σιτηρέσια που περιείχαν μείγμα θυμόλης και θυμοκινόνης (200 mg/kg) για 12 εβδομάδες, εμφάνισαν μείωση της φλεγμονής που συνοδευτικέ με μείωση των ιντερλευκινών β, 6 και 8. Το οποίο οφείλετε στην αύξηση της αντιφλεγμονώδης ιντερλευκίνης 10 (IL-10).

#### 4.1 Δενδρολίβανο

Το δεντρολίβανο (*Rosmarinus officinalis*) είναι ένα αρωματικό αειθαλές βότανο ιθαγενές στην περιοχή της Μεσογείου. Είναι μέλος της οικογένειας *Lamiaceae* και χρησιμοποιείται ευρέως στη μαγειρική, την αρωματοθεραπεία και τη βοτανοθεραπεία.

Πίνακας 4.1: Ταξινόμική κατάταξη του δενδρολίβανου

(Πηγή: <https://www.itis.gov/>)

Βασίλειο:	Φυτά ( <i>Plantae</i> )
Συνομοταξία:	Αγγειόσπερμα ( <i>Magnoliophyta</i> )
Ομοταξία:	Δικοτυλήδονα ( <i>Magnoliopsida</i> )
Τάξη:	Λαμιώδη ( <i>Lamiales</i> )
Οικογένεια:	Χειλανθή ( <i>Lamiaceae</i> )
Γένος:	Ροσμαρίνος ( <i>Rosmarinus</i> )



Εικόνα 4.1: Δεντρολίβανο (*Rosmarinus officinalis*) Πηγή: Britannica.

Το δεντρολίβανο περιέχει αντιοξειδωτικές ουσίες όπως ροσμαρινικό οξύ, καρνοσόλη, ροσμαρικινόνη κτλ (Karatas et al., 2020). Ακόμα μελέτες έχουν αποκαλύψει ότι το δεντρολίβανο έχει διάφορες ευεργετικές επιδράσεις τόσο στον άνθρωπο όσο και στα ζώα, συμπεριλαμβανομένων αντιφλεγμονωδών, ηπατοπροστατευτικών, αντιθρομβωτικών, αντιδιαβητικών, αντικαρκινικών και αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων (Yousefia et al., 2020). Λόγω όλων αυτών των ιδιοτήτων η χρήση του δενδρολίβανου ως πρόσθετο στις ιχθυοτροφές έχει μελετηθεί από πολλούς ερευνητές. Παραδείγματος χάρη οι Ebrahimi et al. (2020) έδειξαν ότι όταν νεαροί οξύρρυγχοι μπελούγκα (*Huso huso*) διατράφηκαν με σιτηρέσια που περιείχαν δενδρολίβανο (0,01 , 0,1 , 1 και 2%) για 8 εβδομάδες εμφάνισαν καλύτερες τιμές για τους αιματολογικούς παραμέτρους αλλά εμφάνισαν και ενισχυμένο ανοσοποιητικό σύστημα. Έπειτα οι Yadollahi et al. (2021) αναφέρουν ότι ιχθύες ιριδίζουσας πέστροφας που διατράφηκαν για 4 μήνες με σιτηρέσιο που περιείχε 500mg kg<sup>-1</sup> εκχυλίσματος δενδρολίβανου.



Εμφάνισαν βελτιωμένες τιμές για λευκοκύτταρα, ερυθροκύτταρα και για ποσοστό επιβίωσης. Έτσι οι ερευνητές αναφέρουν ότι το δενδρολίβανο προάγει την υγεία ιχθύων ιριδίζουσας πέστροφας. Αντίθετα οι Turan & Yiğitarslan (2016) αναφέρουν ότι η σίτιση αφρικάνικου γατόψαρου (*Clarias gariepinus*) για 60 ημέρες με σιτηρέσια που περιείχαν δενδρολίβανο δεν επηρέασε την κατάσταση υγείας των ιχθύων. Όμως, η σίτιση με το σιτηρέσιο που περιείχε 0,5% εκχύλισμα δενδρολίβανου εμφάνισε τις υψηλότερες τιμές για WG, SGR και FCR ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό επιβίωσης (100%) το εμφάνισαν οι ιχθύες με το 0,25% εκχύλισμα δενδρολίβανου. Έπειτα οι Naiel et al. (2020) έδειξαν ότι ιχθύες τιλάπιας που διατράφηκαν για 60 ημέρες με σιτηρέσια που περιέχουν δενδρολίβανο εμφάνισαν καλύτερη ανάπτυξη η οποία προκύπτει από την καλύτερη αξιοποίηση της τροφής. Ακόμα εμφάνισαν βελτιωμένη αντιοξειδωτική αντίδραση, ενισχυμένο ανοσοποιητικό σύστημα αλλά και μεγαλύτερη αντίσταση στην *Aeromonas hydrophila*. Επιπρόσθετα οι ερευνητές προτείνουν ως ιδανική ποσότητα δενδρολίβανου τα 10g/kg. Στη συνέχεια οι Karatas et al. (2020) έδειξαν ότι ιχθύες ιριδίζουσας πέστροφας (*Oncorhynchus mykiss*) που διατράφηκαν για 40 ημέρες με σιτηρέσια που περιείχαν δενδρολίβανο σε διάφορες αναλογίες (0,4 , 0,7 , 1 και 3 g/kg) εμφάνισαν βελτιωμένες τιμές SGR, WG, FCR και FER όσο αυξανόταν η περιεκτικότητα σε δενδρολίβανο. Ακόμα ενισχύθηκε η αντιοξειδωτική αντίδραση, τα πεπτικά ένζυμα και τα επίπεδα ανοσοποίησης. Επίσης ένα αποτέλεσμα που χρήζει ιδιαίτερη αναφορά είναι η μείωση του ποσοστού στεάτωσης (μη φυσιολογική συσσώρευση λίπους στο συκώτι) στο συκώτι των ιχθύων. Τέλος, οι Reyes-Cerpa et al., (2018) αναφέρουν ότι ιχθύες σολομού του ατλαντικού (*Salmo salar*) που διατράφηκαν με σιτηρέσια που περιείχαν είτε *Xanthophyllomyces dendrorhous* είτε βάλσαμο, δενδρολίβανο και μελισσόχορτο για 30 ημέρες και εκτράφηκαν σε στρες συνωστισμού για 10 ημέρες. Έδειξαν ότι είχαν βελτιωμένες τιμές για IL-10.

## Κεφάλαιο 5. Οικονομική αποτελεσματικότητα

Τα σιτηρέσια με βάση τα αρωματικά φυτά έχουν αποκτήσει υψηλή δημοτικότητα στη βιομηχανία της υδατοκαλλιέργειας ως πιθανή λύση στην αυξανόμενη ζήτηση για την διατροφή των εκτρεφόμενων ιχθύων. Η οικονομική αποδοτικότητα των σιτηρεσίων με βάση τα αρωματικά φυτά στις υδατοκαλλιέργειες είναι μια σημαντική πτυχή που πρέπει να ληφθεί υπόψη, καθώς μπορεί να επηρεάσει τη συνολική κερδοφορία των δραστηριοτήτων υδατοκαλλιέργειας. Ένα παράδειγμα φυσικών πρόσθετων που χρησιμοποιούνται στις υδατοκαλλιέργειες είναι αυτό των μπαχαρικών. Από μελέτη που έχει πραγματοποιηθεί φαίνεται ότι η χρήση μπαχαρικών στις ιχθυοτροφές έχει την δυνατότητα να μειώσει το κόστος των ζωοτροφών λόγω της βελτίωσης των συντελεστών ανάπτυξης (Ahmad et al. 2011). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί πείραμα που πραγματοποίησαν οι Ahmad et al. (2011). Οι ερευνητές έδειξαν ότι ιχθύες τιλάπιας (*Oreochromis niloticus*) που διατράφηκαν με σιτηρέσιο που περιείχε 1% κανέλα (*Cinnamomum zeylanicum*), εμφάνισαν ανοχή στο παράσιτο *Aeromonas hydrophila* αλλά και βελτιωμένο FCR το οποίο σημαίνει μείωση του κόστους για διατροφή κατά 10%.

Με βάση τις έρευνες που έχουν προαναφερθεί σε προηγούμενα κεφάλαια αρωματικά φυτά όπως η ρίγανη, το θυμάρι, η μέντα κλπ. Μπορούν να βελτιώσουν τον δείκτη μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR), πράγμα που σημαίνει ότι τα ψάρια καταναλώνοντας μικρότερη ποσότητα τροφής αυξάνουν το σωματικό τους βάρος. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στην μείωση της ποσότητας της τροφής που απαιτείται για την παραγωγή μιας συγκεκριμένης βιομάζας, γεγονός που με τη σειρά του οδηγεί στη μείωση του κόστους των ζωοτροφών και βελτίωση της κερδοφορίας, με ταυτόχρονη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της ιχθυοκαλλιέργειας ελαχιστοποιώντας την ποσότητα της περίσσειας ζωοτροφών και περιττωμάτων. Παραδείγματος χάρη οι Zaher et al. (2009) έδειξαν ότι νεαρά ιχθύδια τιλάπιας που διατράφηκαν με σιτηρέσιο που περιείχε 1% άλευρο σπόρων τριγωνέλλας (*Trigonella foenum-graecum*) για 90 ημέρες εμφάνισαν βελτιωμένες τιμές για BW, WG, SGR και FCR ταυτόχρονα με την μεγαλύτερη μείωση του κόστους σίτισης των ιχθύων σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Επίσης, οι Stoyanova et al. (2018) αναφέρουν ότι ιχθύες κοινού κυπρίνου (*Cyprinus carpio L.*) που διατράφηκαν με σιτηρέσιο που περιέχει 1% εκχύλισμα θρούμπης (*Satureja hortensis*) για 45 ημέρες εμφάνισαν βελτιωμένο FCR κατά 67,11% και δείκτη οικονομικής μετατροπής κατά 42,42% σε σύγκριση με τον μάρτυρα.

Ένας άλλος τρόπος με τον οποίο τα σιτηρέσια με βάση τα αρωματικά φυτά μπορούν να συμβάλουν στην οικονομική απόδοση είναι η βελτίωση της υγείας των ψαριών. Όπως έχει προαναφερθεί πολλά αρωματικά φυτά έχουν φυσικές αντιμικροβιακές ιδιότητες, οι οποίες

μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση της συχνότητας εμφάνισης ασθενειών στις ιχθυοκαλλιέργειες. Αυτό μπορεί να μειώσει το κόστος διαχείρισης και θεραπείας ασθενειών, καθώς και να μειώσει τον κίνδυνο θνησιμότητας των ψαριών. Τα υγιή ψάρια τείνουν επίσης να αναπτύσσονται πιο γρήγορα και πιο αποτελεσματικά, γεγονός που μπορεί να βελτιώσει τη συνολική απόδοση παραγωγής. Οι Ibrahim et al. (2022) έδειξαν ότι ιχθύες τιλάπιας (*Oreochromis niloticus*) οι οποίοι διατράφηκαν με σιτηρέσια που περιείχαν μείγμα θυμόλης και θυμοκινόνης (200 mg/kg) για 12 εβδομάδες, εμφάνισαν καλύτερους ρυθμούς ανάπτυξης, αυξημένη αντιοξειδωτική ικανότητα αλλά και αυξημένη αντοχή εναντίων της *Aeromonas sobria*. Ακόμα, ο μάρτυρας εμφάνισε μείωση του καθαρού κέρδους αλλά και μειωμένη οικονομική αποτελεσματικότητα. Έπειτα, οι Zayed et al. (2015) αναφέρουν ότι ιχθύες τιλάπιας που διατράφηκαν με σιτηρέσια που περιείχαν ή μελάνθιο (*Nigella sativa*) ή κρεμμύδι ή σκόρδο για 10 εβδομάδες εμφάνισαν αντοχή ενάντια της αφλατοξίνης λόγω της αύξησης της φαγοκυτταρικής δραστηριότητας. Ακόμα, η οικονομική αποτελεσματικότητα βελτιώθηκε στις ομάδες ιχθύων που διατράφηκαν με τα προαναφερθείσα σιτηρέσια. Επίσης, η Georgieva (2018) έδειξε ότι ιχθύες κοινού κυπρίνου (*Cyprinus carpio L.*) που διατράφηκαν με ιχθυοτροφή που περιείχε 1% ρίγανης για 60 ημέρες εμφάνισαν βελτιωμένη τιμή για FCR. Τέλος, το σιτηρέσιο με την ρίγανη εμφάνισε καλύτερη οικονομική αποτελεσματικότητα από τον μάρτυρα.

Ενώ τα σιτηρέσια με βάση τα αρωματικά φυτά έχουν πολλά πιθανά οφέλη για την υδατοκαλλιέργεια, υπάρχουν επίσης ορισμένες προκλήσεις που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Μία από τις κύριες προκλήσεις είναι η ανάγκη για περισσότερη έρευνα για την πλήρη κατανόηση των επιπτώσεων των διαφορετικών αρωματικών φυτών στην ανάπτυξη και την υγεία των ψαριών. Επιπλέον, η επεξεργασία των αρωματικών φυτών μπορεί να είναι πιο περίπλοκη από τα παραδοσιακά συστατικά ιχθυοτροφών, γεγονός που μπορεί να αυξήσει το κόστος παραγωγής. Αρκετές έρευνες έχουν δείξει ότι η εισαγωγή αρωματικών φυτών στις ιχθυοτροφές αυξάνει το κόστος ανά κιλό τροφής όμως αυτό είναι ένα κόστος που υπερκαλύπτεται από τις βελτιωμένες αποδόσεις των ιχθύων. Παραδείγματος χάρη, οι Hussein et al. (2016) αναφέρουν ότι η προσθήκη σκόρδου (*Allium sativum*) και κρεμμυδιού (*Allium cepa L.*) στις ιχθυοτροφές τιλάπιας (*Oreochromis niloticus*) αύξησε το κόστος ανά kg τροφής όμως αντισταθμίστηκε μέσω της καλύτερης αύξησης βάρους που είχαν οι ιχθύες ως αποτέλεσμα της αύξησης του κέρδους. Στη συνέχεια, ο Sadek (2020) αναφέρει ότι ιχθύες τιλάπιας (*Oreochromis niloticus*) οι οποίοι διατράφηκαν με σιτηρέσιο που περιείχε μείγμα τζίντζερ (*Zingiber officinale*) και γλυκόριζα (*Glycyrrhiza glabra L.*) για 120 ημέρες. Εμφάνισαν βελτιωμένες τιμές για τους δείκτες ανάπτυξης. Επίσης οι ιχθύες που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο το οποίο περιείχε το μείγμα των αρωματικών φυτών εμφάνισαν τις καλύτερες τιμές για καθαρό κέρδος και

οικονομική αποτελεσματικότητα. Στη συνέχεια η χρήση της γλυκόριζας (*Glycyrrhiza glabra* L.) εξεταστική και από τους Abdel-Tawwab & El-Araby (2020). Οι οποίοι έδειξαν, ότι η σίτιση ιχθύων τιλάπιας (*Oreochromis niloticus*) για 60 ημέρες με σιτηρέσιο που περιέχει 10 g/kg σκόνη γλυκόριζας βελτιώνει WG, SGR, FI, τους βιοχημικούς παραμέτρους και ενισχύει την ανοσοποιητική αντίδραση. Ακόμα μειώνει κατά 8,5% το κόστος διατροφής σε σύγκριση με τον μάρτυρα (0%). Επίσης, οι Seden M et al. (2009) αναφέρουν ότι η βέλτιστη περιεκτικότητα ρίγανης (*Origanum vulgare*) σε ένα σιτηρέσιο τιλάπιας (*Oreochromis niloticus*) είναι το 1%. Καθώς οι ιχθύες σε διάστημα 13 εβδομάδων εμφάνισαν βελτιωμένες τιμές ανάπτυξης, μειωμένη θνησιμότητα μετά από την προσβολή από *Aeromonas hydrophila* αλλά μείωση του κόστους διατροφής σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Σε αντίθεση, με τις προαναφερθείσες έρευνες που δείχνουν αύξηση του κόστους παραγωγής ιχθυοτροφών που περιέχουν αρωματικά φυτά ο Khalafalla (2009) έδειξε ότι, οι ιχθυοτροφές που περιείχαν ξερά φύλλα ματζουράνας ή άλευρο από σπόρους κύμινου ή άνθη χαμομηλιού ή άλευρο από σπόρου μάραθου είχαν χαμηλότερο κόστος παραγωγής από την ιχθυοτροφή του μάρτυρα και βελτίωσαν την ανάπτυξη των ιχθύων. Συγκεκριμένα, το χαμηλότερο κόστος είχε το σιτηρέσιο που περιείχε 1% άλευρο από σπόρους κύμινου και εξοικονόμησε περίπου το 21% του κόστους διατροφής ανά μονάδα ψαριού.

Ο υπολογισμός των οικονομικών αποτελεσμάτων σύμφωνα με τους Ibrahim et al. (2022) είναι:

- Κόστος τροφής = συνολική κατανάλωση τροφής ανά ψάρι x τιμή 1kg τροφής (Η συνολική κατανάλωση τροφής: αναφέρεται στην συνολική ποσότητα τροφής που κατανάλωσαν όλοι οι ιχθύες σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Ανά ψάρι: αναφέρεται στον αριθμό των ψαριών που ταΐστηκαν. Είναι απαραίτητο να ληφθεί υπόψη ολόκληρος ο πληθυσμός των ψαριών στον υπολογισμό για να προσδιοριστεί με ακρίβεια το κόστος τροφής ανά μεμονωμένο ψάρι. Τιμή τροφής 1 κιλού: Αυτό είναι το κόστος ενός κιλού (ή μιας μονάδας) τροφής ψαριών. Αντιπροσωπεύει την τιμή που πληρώνετε για να αγοραστεί μια συγκεκριμένη ποσότητα τροφής για τα ψάρια.)
- Κεφαλαιακή περιστροφή = κόστος πώλησης/ συνολικό κόστος (συγκρίνει τις ετήσιες πωλήσεις μιας επιχείρησης με το συνολικό ποσό των ιδίων κεφαλαίων της.).
- Καθαρό κέρδος = κόστος πωλήσεων – συνολικό κόστος ( Κόστος πώλησης: Το κόστος πώλησης αναφέρεται στα έξοδα που σχετίζονται άμεσα με την πώληση των ψαριών, όπως τα έξοδα μάρκετινγκ, τα έξοδα συσκευασίας, τα έξοδα μεταφοράς και οι προμήθειες πωλήσεων. Αυτά τα έξοδα πραγματοποιούνται για να φέρουν τα ψάρια στην αγορά και να δημιουργήσουν έσοδα. Συνολικό κόστος: Το συνολικό κόστος

αντιπροσωπεύει όλα τα έξοδα που πραγματοποιήθηκαν κατά τη λειτουργία της ιχθυοκαλλιέργειας. Αυτό περιλαμβάνει το κόστος των ιχθυοτροφών, το κόστος εργασίας, τα γενικά έξοδα, τη συντήρηση του εξοπλισμού, τα έξοδα κοινής ωφέλειας και άλλες σχετικές δαπάνες που σχετίζονται με την παραγωγή ψαριών.).

- Οικονομική αποτελεσματικότητα = καθαρό κέρδος / συνολικό κόστος τροφής (Καθαρό κέρδος: Το καθαρό κέρδος αντιπροσωπεύει το ποσό των εσόδων που απομένουν μετά την αφαίρεση όλων των εξόδων, συμπεριλαμβανομένων των δαπανών ζωοτροφών, από τα συνολικά έσοδα που παράγονται από τη λειτουργία ιχθυοκαλλιέργειας. Είναι ένας δείκτης της κερδοφορίας της επιχείρησης. Συνολικό κόστος τροφής: Το συνολικό κόστος τροφής αναφέρεται στο συνολικό κόστος που προκύπτει για την αγορά ή την παραγωγή της ιχθυοτροφής που απαιτείται για τη λειτουργία της ιχθυοκαλλιέργειας. Περιλαμβάνει το κόστος των συστατικών ζωοτροφών, το κόστος κατασκευής ή αγοράς και τυχόν πρόσθετα έξοδα που σχετίζονται με την παραγωγή ή την προμήθεια ζωοτροφών.).
- Κέρδη/ζημία = (συνολική απόδοση x αριθμό νεκρών ιχθύων) – [ολικό κόστος ιχθύων (οι οποίοι εκτράφηκαν μέχρι και τον θάνατο) x αριθμό νεκρών ιχθύων] (Συνολική απόδοση: Η συνολική απόδοση αναφέρεται στα έσοδα που παράγονται από την πώληση των ιχθύων αντιπροσωπεύει το συνολικό χρηματικό ποσό που ελήφθη από την πώληση ιχθύων που παρήχθη στο πλαίσιο της ιχθυοκαλλιέργειας. Αριθμός νεκρών ιχθύων: Αυτός αντιπροσωπεύει τον αριθμό των ιχθύων που πέθαναν κατά τη λειτουργία ιχθυοκαλλιέργειας. Είναι σημαντικό να παρακολουθείτε το ποσοστό θνησιμότητας για να αξιολογήσετε τον αντίκτυπο στην κερδοφορία. Συνολικό κόστος εκτροφής των ιχθύων μέχρι θανάτου: Αυτό αναφέρεται στο συνολικό κόστος που προέκυψε για την εκτροφή των ιχθύων μέχρι το θάνατό τους. Περιλαμβάνει διάφορα έξοδα, όπως το κόστος των ιχθύων, τις ιχθυοτροφές, το εργατικό δυναμικό, τα γενικά έξοδα, τη διαχείριση ασθενειών και άλλα έξοδα που συνδέονται άμεσα με την εκτροφή των ιχθύων).
- Κόστος θνησιμότητας = αριθμός νεκρών ιχθύων – (μέσο κόστος εκτροφής ιχθύων (οι οποίοι εκτράφηκαν μέχρι και τον θάνατο) + σταθερό κέρδος).

Σύμφωνα με τους ερευνητές όσο βελτιώνεται η αύξηση του σωματικού βάρους και η αξιοποίηση της τροφής τόσο βελτιώνεται το καθαρό κέρδος αλλά και η οικονομική αποτελεσματικότητα (Ibrahim et al., 2022).

## Κεφάλαιο 6. Συζήτηση/Σχολιασμός/Προτάσεις

Η χρήση των αρωματικών φυτών στις ιχθυοτροφές μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό εργαλείο στα χέρια των παραγωγών. Το κέρδος που θα αποκομίσουν από την χρήση των συγκεκριμένων πρόσθετων αφορά στην βελτίωση της υγείας των ιχθύων, την μείωση της θνησιμότητας, την μείωση των θεραπειών, την αύξηση των συντελεστών ανάπτυξης, την βελτίωση του παραγόμενου προϊόντος αλλά και την βελτίωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης της μονάδας.

Στην παρούσα εργασία αναλύθηκε η χρήση των αρωματικών φυτών ως πρόσθετα ιχθυοτροφών και οι ευεργετικές ιδιότητες που μπορούν να έχουν στους ιχθύες. Έτσι, με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τις έρευνες που αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια μπορεί να γίνει αντιστοίχιση με την χρήση αυτών των ιχθυοτροφών στην διατροφή του μαγιάτικου. Και αυτό να οδηγήσει στην εισαγωγή των αρωματικών φυτών στην διατροφή του συγκεκριμένου είδους με σκοπό την αντιμετώπιση προβλημάτων που προκύπτουν κατά την διάρκεια της εκτροφής του.

Ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες της εκτροφής των ιχθύων είναι η θερμοκρασία, η οποία επηρεάζει την ανάπτυξή τους και τα ποσοστά επιβίωσης. Ωστόσο, η θερμοκρασία μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα κατά τη διάρκεια της εκτροφής, ειδικά όταν εμφανίζει απότομες αλλαγές ή ακραίες τιμές. Παραδείγματος χάρη οι Hwang et al. (2012) αναφέρουν ότι η χαμηλή θερμοκρασία του νερού μπορεί να προκαλέσει μεγάλα ποσοστά θνησιμότητας στο βραχύπτερο φαγκρί (*Pagrus major*). Παρόλα αυτά υπάρχουν ιχθύες όπως το μαγιάτικο (*Seriola dumerili*) το οποίο εμφανίζει χαμηλή θερμική ευαισθησία στους 28.23°C (Engelhard et al., 2022). Σύμφωνα με μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί (Fernández-Montero et al., 2020; Fernández-Montero et al., 2017) φαίνεται ότι η βέλτιστη θερμοκρασία εκτροφής του μαγιάτικου (*Seriola dumerili*) στο στάδιο του νεαρού ιχθυδίου είναι οι 26°C. Βάσει των δεδομένων αυτών, μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι εφικτός ένας συνδυασμός υψηλής θερμοκρασίας εκτροφής με διατροφή που περιέχει ρίγανη για τα νεαρά ιχθύδια μαγιάτικου, καθώς έχει αποδειχθεί σε άλλα είδη ιχθύων η θετική επίδραση της στους δείκτες ανάπτυξης, ακόμα και σε υψηλές θερμοκρασίες (31-33°C). (Magouz et al., 2021). Αυτό για τον παραγωγό πρακτικά σημαίνει ότι η διάρκεια εκτροφής των ιχθύων μέχρι το εμπορεύσιμο μέγεθος μειώνεται άρα θα μπορέσει μέσα σε συντομότερο χρονικό διάστημα να πουλήσει το προϊόν του αλλά και να ξεκινήσει έναν νέο κύκλο εκτροφής. Ακόμα, θα μειωθεί η ποσότητα ιχθυοτροφών που θα χορηγούνται σε έναν κύκλο εκτροφής αφού βελτιώνονται οι συντελεστές ανάπτυξης των ιχθύων που διατρέφθηκαν με αρωματικά φυτά {(Abdel Rahman et al. 2022; Hussein et al. 2023; Padala et al., 2021; Turan & Yiğitarslan 2016)}. Έτσι, θα υπάρξει μείωση του κόστους που σχετίζεται

με τις ιχθυοτροφές ανά περίοδο εκτροφής αλλά και ταυτόχρονη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος που αφήνει η μονάδα μέσω της χρήσης των ιχθυοτροφών.

Ένας, ακόμα παράγοντας που εξετάστηκε είναι αυτός της πυκνότητας εκτροφής. Η πυκνότητα εκτροφής αναφέρεται στον αριθμό των ψαριών που εκτρέφονται σε ένα συγκεκριμένο χώρο. Ενώ η πυκνότητα εκτροφής μπορεί να αυξήσει την παραγωγή ψαριών, αυξάνει επίσης τον αριθμό των αρνητικών επιπτώσεων που μπορούν να επηρεάσουν την υγεία των ψαριών. Η υψηλή πυκνότητα εκτροφής μπορεί να οδηγήσει σε ανταγωνισμό για τροφή και να εμφανιστούν μη επιθυμητές συμπεριφορές όπως κανιβαλισμός, προκαλώντας ανεπαρκή σίτιση, άγχος και τραυματισμούς στα ψάρια (Aksungur et al., 2007). Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της ανοσίας τους και να αυξήσει την ευαισθησία τους σε ασθένειες και παθογόνους παράγοντες. Επιπλέον, η υψηλή πυκνότητα εκτροφής μπορεί να προκαλέσει αύξηση της κατανάλωσης οξυγόνου στο νερό, οδηγώντας σε αρνητικές συνέπειες για την ποιότητα του νερού και για την υγεία των ψαριών (Cardia & Lovatelli 2015). Άλλες αρνητικές επιπτώσεις που σχετίζονται με την υποβάθμιση της ποιότητας του νερού αφορούν την αύξηση της παραγωγής περιττωμάτων από τα ψάρια, που οδηγεί σε αύξηση των επιπέδων αμμωνίας, νιτρικών και φωσφορικών ενώσεων στο νερό. Η πυκνότητα εκτροφής είναι ένα ζήτημα που απασχολεί και την εκτροφή του μαγιάτικου καθώς οι Fernández-Montero et al. (2020) έδειξαν ότι η υψηλή πυκνότητα εκτροφής επηρεάζει αρνητικά το σωματικό βάρος του μαγιάτικου. Μια αποτελεσματική λύση για αυτό το πρόβλημα μπορεί να είναι η χρήση ρίγανης στις ιχθυοτροφές. Εφόσον έρευνες έχουν δείξει την θετική επίδραση της ρίγανης στη μείωση των επιπτώσεων της υψηλής πυκνότητας εκτροφής (Shourbela et al., 2021). Έτσι, ο παραγωγός παρατηρώντας τους ιχθύες και δίνοντας τους τις κατάλληλες ιχθυοτροφές μπορεί να αυξήσει με μια τόσο απλή διαδικασία την παραγωγή του χωρίς να ανησυχεί για αρνητικές επιπτώσεις λόγω της αύξησης της ιχθυοπυκνότητας. Αυτό σημαίνει καλύτερη διαχείριση της μονάδας καθώς αυξάνοντας τον αριθμό των ιχθύων σε μια δεξαμενή ή σε έναν κλωβό δεν θα χρειαστεί να μοιράζει τους ιχθύες σε μεγαλύτερο αριθμό δεξαμενών ή κλωβών. Έτσι θα έχει διαθέσιμο χώρο για να αυξήσει τον αριθμό των εκτρεφόμενων ιχθύων με φιλικότερο τρόπο και προς τους εκτρεφόμενους οργανισμούς αλλά και προς το περιβάλλον. Βέβαια θα πρέπει πάντα να υπάρχει όριο διότι η υπερβολική αύξηση μπορεί να οδηγήσει σε αρνητικές επιπτώσεις ακόμα και στην περίπτωση σίτισης με ιχθυοτροφές που περιέχουν αρωματικά φυτά.

Στη συνέχεια, η πυκνότητα εκτροφής μπορεί να οδηγήσει στον τραυματισμό των ιχθύων, μαζί με άλλους παράγοντες όπως η ποιότητα του νερού, οι θηρευτές, διάφορες ανθρωπίνες παρεμβάσεις και κάποια παράσιτα όπως έχει αναφερθεί και στο υποκεφάλαιο 2.2 (βασι-

λικός). Οι τραυματισμοί μπορούν να οδηγήσουν σε μείωση της παραγωγικότητας και να επιφέρουν δευτερογενείς λοιμώξεις, καθώς και να προκαλέσουν τον θάνατο των εκτρεφόμενων ιχθύων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα όπως έχει ήδη αναφερθεί αποτελεί η προσβολή του μαγιάτικου (*Seriola dumerili*) από *Vibrio harveyi*, *Benedenia Seriolae* και *Neobenedenia girellae*. Τα παράσιτα αυτά όπως αναφέρεται και στο κεφάλαιο 3 προκαλούν εκτεταμένες πληγές στα μαγιάτικα. Για τον λόγο αυτό πέρα από τις κλασικές θεραπείες που ακολουθούνται πρέπει να αναπτυχθούν νέες πιο στοχευμένες λύσεις. Μια πιθανή λύση για την αντιμετώπιση ή την μείωση της έντασης των τραυματισμών που προκαλούνται από τα παράσιτα αυτά στους ιχθύες είναι η διατροφή των μαγιάτικων με ιχθυοτροφές που περιέχουν βασιλικό (*Ocimum gratissimum*). Μια τέτοια διαχειριστική τεχνική μπορεί ενδεχόμενος να μειώσει την αρνητική επίδραση των τραυματισμών στην εμπορική αξία του προϊόντος, στην εμφάνιση δευτερογενών λοιμώξεων και να μειώσει τη θνησιμότητα, πάντα σε συνδυασμό με τη θεραπεία που πρέπει να πραγματοποιηθεί για την αντιμετώπιση των παράσιτων. Η παραπάνω πρόταση απαιτεί περαιτέρω έρευνα καθώς δεν υπάρχει σχετική βιβλιογραφία.

Τα 5 παράσιτα που εμφανίζονται στην εκτροφή του μαγιάτικου (*Seriola dumerili*) αποτελούν μείζονος σημασίας, καθώς μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές οικονομικές απώλειες. Για την αντιμετώπιση τους, προτείνονται διάφορες θεραπευτικές μέθοδοι. Για το *Neobenedenia girellae*, το *Benedenia seriolae* και το *Zeuxapta seriolae* προτείνονται μπάνια με υπεροξειδίου του υδρογόνου (75 ppm για 30 λεπτά), ενώ για το *Vibrio harveyi*, η θεραπεία περιλαμβάνει τη χορήγηση δοξυκυκλίνης μέσω της τροφής. Τέλος, για την αντιμετώπιση παρασίτων του γένους *Paradeontacylix spp* προτείνεται η χορήγηση praziquantel μέσω του στόματος. Όλες οι θεραπείες είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές εναντίων των παρασίτων όμως, υπάρχει η τάση αύξησης των θεραπειών που πραγματοποιούνται μέσω της σίτισης των ιχθύων όπως στην περίπτωση του *Vibrio harveyi* και του *Paradeontacylix spp* (Rigos et al., 2020). Η προσθήκη των αρωματικών φυτών στην διατροφή των ιχθύων είναι ένας ευκολότερος τρόπος πρόληψης ή και θεραπείας ο οποίος δεν απαιτεί εξειδικευμένη γνώση από τους υπαλλήλους που απασχολούνται στην σίτιση των ιχθύων αλλά ούτε επιβαρύνει την μονάδα με επιπλέον έξοδα εργασίας. Εφόσον η χορήγηση γίνεται σύμφωνα με το πρόγραμμα διατροφής που ακολουθεί η εκάστοτε μονάδα. Μέσω της χορήγησης των αρωματικών φυτών προάγεται η υγεία των ιχθύων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μειώνονται σημαντικά οι θεραπείες που πραγματοποιούνται για την αντιμετώπιση των ασθενειών. Οι θεραπείες (πχ <<μπάνια>> ή αντιβίωση) είναι απαιτητικές, χρειάζονται γνώση και ιδιαίτερη προσοχή καθώς μπορούν να φέρουν αντίθετα αποτελέσματα από αυτά που αναμένονται. Η διαδικασία του <<μπάνιου>> κοστίζει στη μονάδα σε πολλά επίπεδα. Αρχικά, ετησίως δαπανούνται πολλές ώρες εργασίας προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι θεραπείες



κάτι που όπως αναφέρθηκε παραπάνω δεν υπάρχει στην θεραπεία-πρόληψη με αρωματικά φυτά καθώς είναι ενταγμένη στη σίτιση των ιχθύων δηλαδή, σε μια εργασία που είναι στο πρόγραμμα εργασιών σε καθημερινή βάση συνήθως και δεν επιβαρύνει με επιπλέον ώρες εργασίας την μονάδα. Έπειτα, η μείωση των <<μπάνιων>> αφορά και την μείωση των θεραπευτικών μέσων όπως φορμόλη και υπεροξειδίου του υδρογόνου αλλά και άλλων θεραπειών όπως αντιβιώσεις. Ο παραγωγός, μειώνοντας την εξάρτηση της εκτροφής από συνθετικά σκευάσματα και αντιβιοτικά αλλά και εισάγοντας φυσικές πρώτες ύλες όπως τα αρωματικά φυτά επιτυγχάνει να ευθυγραμμίζεται με τις αρχές της βιώσιμης υδατοκαλλιέργειας. Η υιοθέτηση της βιώσιμης υδατοκαλλιέργειας θα προσελκύσει καταναλωτές οι οποίοι είναι ευαισθητοποιημένοι σε θέματα που αφορούν το περιβάλλον και που προτιμούν να αγοράζουν προϊόντα από αειφόρες επιχειρήσεις. Επίσης, ο παραγωγός θα έχει την δυνατότητα να λάβει πιστοποιήσεις όπως αυτές των antibiotic free προϊόντων και την GLOBALG.A.P.. Επιπλέον, οι παραγωγοί θα έχουν τη δυνατότητα να πιστοποιήσουν τη μονάδα του ως βιολογική, ακολουθώντας μια αναδυόμενη τάση στη γεωργία που κερδίζει ολοένα και περισσότερο έδαφος. Με τις πιστοποιήσεις αυτές θα μπορούσαν να αυξήσουν ακόμα περισσότερο τις πωλήσεις και την προστιθέμενη αξία του προϊόντος καθώς οι καταναλωτές πλέον προτιμούν να αγοράζουν προϊόντα από μονάδες οι οποίες ακολουθούν την βιώσιμη ανάπτυξη, οι εκτρεφόμενοι οργανισμοί διαβιούν σε καλές συνθήκες και γίνεται περιορισμένη χρήση τεχνικών σκευασμάτων θεραπευτικού χαρακτήρα. Οι πιστοποιήσεις αυτές αναγράφονται και στις συσκευασίες πώλησης των προϊόντων κάτι που πολλοί καταναλωτές παρατηρούν και τους κάνει να προτιμούν το προϊόν σε σύγκριση με κάποιο άλλο. Ακόμα, οι παραγωγοί με την προσθήκη αρωματικών φυτών στο σιτηρέσιο των εκτρεφόμενων ιχθύων θα έχουν την δυνατότητα να δώσουν στους καταναλωτές να καταλάβουν ότι οι εκτρεφόμενοι ιχθύες διατρέφονται με φυσικά προϊόντα που οι ευεργετικές τους ιδιότητες θα περάσουν και στο παραγόμενο προϊόν. Τα αρωματικά φυτά έχουν βιοδραστικές ουσίες οι οποίες μπορούν να προσδώσουν καλύτερη γεύση, υφή, θρεπτική αξία αλλά και αύξηση του χρόνου διατήρησης σε συνθήκες ψύξης (Khallafa F et al., 2015).

Η προσβολή των μαγιάτικων από παράσιτα αλλά και οι τραυματισμοί που μπορεί να προκληθούν είτε εξαιτίας των προσβολών είτε εξαιτίας διάφορων χειρισμών μπορούν να προκαλέσουν φλεγμονή. Η φλεγμονή μπορεί να ενεργοποιηθεί μετά από μερικά λεπτά ή και ώρες από την προσβολή ή τον τραυματισμό και να διαρκέσει κάποιες μέρες έως και εβδομάδες (Campos-Sánchez & Esteban 2020). Όσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια της φλεγμονής στους ιχθύες, τόσο πιο σοβαρές επιπτώσεις έχει αυτή στην υγεία και στην ανάπτυξή τους. Οι αρνητικές επιπτώσεις της φλεγμονής μπορεί να έχουν αρνητικές συνέπειες στο οικονομικό αποτύπωμα του παραγωγού. Όσο η φλεγμονή παραμένει ανεπίλυτη, η ανάπτυξη των ιχθύων σταματά

και υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα να εμφανιστούν δευτερογενών λοιμώξεων, ακόμη και θάνατος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μια μακρύτερη περίοδο εκτροφής των ιχθύων, μείωση της εμπορικής τους αξίας και αύξηση της χρήσης φαρμακευτικών σκευασμάτων για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Όλα αυτά έχουν ως αποτέλεσμα αυξημένο κόστος παραγωγής που πρέπει να αντιμετωπίσει ο παραγωγός. Προκειμένου να αποφευχθούν ή και να μετριαστούν όλα αυτά τα προβλήματα προτείνεται η σίτιση του μαγιάτικου με ιχθυοτροφές οι οποίες περιέχουν λεβάντα, ή συνδυασμό δενδρολίβανου, βάλσαμου και μελισσόχορτου. Καθώς τα προαναφερθέντα φυτά ενισχύουν την αύξηση των αντιφλεγμονωδών κυτοκινών ιντερλευκίνη 10 (IL-10) και αυξητικού παράγοντα μεταμόρφωσης β (transforming growth factor beta) TNG-b σε ιχθύες τιλάπιας (*Oreochromis niloticus*) και σολομού του ατλαντικού (*Salmo salar*). Η συγκεκριμένη πρόταση χρήζει έρευνας προκειμένου να υπάρχουν αποτελέσματα και για το μαγιάτικο.

Ακόμα, η βελτίωση της υγείας των ιχθύων από την σίτιση τους με τροφές που περιέχουν αρωματικά φυτά μεταφράζεται και σε μειωμένα ποσοστά θνησιμότητας. Όπως, έδειξαν οι Rafieerour et al. (2019) σε ιχθύες ιριδίζουσας πέστροφας που διατράφηκαν με σιτηρέσιο που περιείχε ρίγανη, οι Yassen et al. (2017) σε ιχθύες τιλάπιας που διατράφηκαν με σιτηρέσιο που περιείχε θυμάρι (10% θνησιμότητα), οι Ali et al. (2020) μείωση θνησιμότητας της τάξης του 48% σε ιχθύες τιλάπιας που διατράφηκαν με σιτηρέσιο που περιείχε θυμάρι και οι Abdel Rahman et al. (2022) μείωση της θνησιμότητας κατά 20% σε ιχθύες κοινού κυπρίνου που διατράφηκαν με σκόνη φασκόμηλου. Αυτό σημαίνει ότι ο παραγωγός θα έχει στη διαθεσιμότητα του περισσότερους ιχθύες προς πώληση άρα μεγαλύτερο κέρδος οπότε και κάλυψη του αυξημένου κόστους των ιχθυοτροφών λόγω της εισαγωγής των αρωματικών φυτών.

Οι παραγωγοί μέσω της χρήσης αρωματικών φυτών στις ιχθυοτροφές, οδηγούνται στην εξοικονόμηση χρημάτων και μείωσης του κόστους εκτροφής με έναν πολύ απλό τρόπο που δεν διαταράσσει την λειτουργία της μονάδας. Με τα χρήματα που κερδίζουν θα έχουν την δυνατότητα να επενδύσουν και σε άλλους τομείς για την βελτίωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της μονάδας. Παραδείγματος χάρη, μέσω της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πάνελ, η μονάδα μπορεί να καλύψει μέρος των ενεργειακών της αναγκών από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή ενέργεια. Έτσι, μειώνεται και το υψηλό κόστος ενέργειας που απαιτεί μια μονάδα για να λειτουργήσει. Στη συνέχεια οι παραγωγοί μπορούν να επενδύσουν μέρος των χρημάτων που κερδίζουν από την πρακτική των αρωματικών φυτών στις συσκευασίες που τοποθετείται το προϊόν. Οι συσκευασίες μπορούν να είναι από ανακυκλώσιμα υλικά ή ακόμα και από βιοδιασπώμενα και με αυτό τον τρόπο να τονιστεί η φιλοπεριβαλλοντική πολιτική της μονάδας. Τέλος, οι μονάδες οι οποίες ακολουθούν φιλικές πρακτικές προς το περιβάλλον χαίρουν φοροελαφρύνσεων άρα περαιτέρω εξοικονόμηση χρημάτων.

## **Κεφάλαιο 7. Συμπέρασμα**

Παρόλο που η χρήση αρωματικών φυτών στην εκτροφή ιχθύων, όπως η τιλάπια, έχει μελετηθεί εκτενώς, η έρευνα τους σε είδη ιχθύων που συναντώνται στις ελληνικές υδατοκαλλιέργειες είναι περιορισμένη, ειδικά για το μαγιάτικο. Τα δεδομένα όμως φαίνεται να υποδεικνύουν ότι οι ιδιότητες των αρωματικών φυτών θα μπορούσαν να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά τα προβλήματα που σχετίζονται με την εκτροφή του μαγιάτικου και να αυξήσουν την παραγωγικότητα και την περιβαλλοντική βιωσιμότητα των μονάδων.

## Κεφάλαιο 8. Βιβλιογραφία

- Ετήσια έκθεση υδατοκαλλιεργειών (2022), Σύνδεσμος Ελληνικών Θαλασσοκαλλιεργειών.
- Μαρσελλος, Μ. 1981. Οδηγός των Φαρμακευτικών Φυτών. Εκδόσεις Μόσχος Γκούρας, Αθήνα, 432 σελ.
- Abdel Rahman, A., Elshopakey, G., Behairy, A., Altohamy, D., Ahmed, A., Farroh, K., Al-kafafy, M., Shahin, S., & Ibrahim, R. (2022). Chitosan-*Ocimum basilicum* nanocomposite as a dietary additive in *Oreochromis niloticus*: Effects on immune-antioxidant response, head kidney gene expression, intestinal architecture, and growth. *Fish & Shellfish Immunology*, 128, 425–435. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2022.08.020>
- Abdel Rahman, A. N., Khalil, A. A., Abdallah, H. M., & ElHady, M. (2018). The effects of the dietary supplementation of *Echinacea purpurea* extract and/or vitamin C on the intestinal histomorphology, phagocytic activity, and gene expression of the Nile tilapia. *Fish & Shellfish Immunology*, 82, 312–318. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.08.024>
- Abdel Rahman, A. N., Van Doan, H., Elsheshtawy, H. M., Dawood, A., Salem, S. M. R., Sheraiba, N. I., Masoud, S. R., Abdelnaeim, N. S., Khamis, T., Alkafafy, M., & Mahboub, H. H. (2022). Dietary *Salvia officinalis* leaves enhances antioxidant-immune-capacity, resistance to *Aeromonas Sobria* Challenge, and growth of *Cyprinus carpio*. *Fish & Shellfish Immunology*, 127, 340–348. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2022.06.030>
- Abdel-Tawwab, M., Adeshina, I., Emikpe, B. O., Jenyo-Oni, A., Ajani, E. K., & Tihamiyu, L. O. (2019). Effect of dietary clove basil, *Ocimum gratissimum*, leaves extract on healing of artificially wounded African catfish, *Clarias Gariepinus*(b.), Juveniles. *Journal of Applied Aquaculture*, 31(4), 289–300. <https://doi.org/10.1080/10454438.2019.1574690>
- Abdel-Tawwab, M., Adeshina, I., Jenyo-Oni, A., Ajani, E. K., & Emikpe, B. O. (2018). Growth, physiological, antioxidants, and immune response of African catfish, *Clarias Gariepinus* (b.), to Dietary Clove Basil, *Ocimum gratissimum*, leaf extract and its susceptibility to *Listeria monocytogenes* infection. *Fish & Shellfish Immunology*, 78, 346–354. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.04.057>
- Abdel-Tawwab, M. 2016. Feed supplementation to freshwater fish: Experimental approaches. Berlin, Germany: Lambert Academic Publishing.
- Abdel-Tawwab, M., & El-Araby, D. A. (2021). Immune and antioxidative effects of dietary licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) on performance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) and its susceptibility to *Aeromonas hydrophila* infection. *Aquaculture*, 530, 735828. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735828>
- Abdel-Latif, H. M. R., Khalil R H. (2014). Evaluation of two Phytobiotics, *Spirulina platensis* and *Origanum vulgare* extract on Growth, Serum antioxidant activities and Resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to pathogenic *Vibrio alginolyticus*. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 1(5):250-255.
- Abdel Wahab, A. M., M. M. E. Hassouna, A. M. S. Abd El-Maksoud, A. Abd El Tawab, and A. M. M. Abu-Seef. 2007. Cinnamon as a feed supplemented in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) diets reared in earthen ponds. *Egypt. J. Nutr. Feeds*. 10(2): 881–890.
- Adel, M., Abedian Amiri, A., Zorriehzahra, J., Nematollahi, A., & Esteban, M. Á. (2015). Effects of dietary peppermint (*Mentha piperita*) on growth performance, chemical body composition and hematological and immune parameters of Fry Caspian white fish (*Rutilus Frisii Kutum*). *Fish & Shellfish Immunology*, 45(2), 841–847. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2015.06.010>

- Adel, M., Safari, R., Pourgholam, R., Zorriehzakra, J., & Esteban, M. Á. (2015). Dietary peppermint (*Mentha piperita*) extracts promote growth performance and increase the main humoral immune parameters (both at Mucosal and systemic level) of Caspian brown trout (*Salmo trutta Caspius Kessler, 1877*). *Fish & Shellfish Immunology*, 47(1), 623–629. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2015.10.005>
- Aksungur, N., Aksungur, M., Akbulut, B., Kutlu, I. (2007). Effects of Stocking Density on Growth Performance, Survival and Food Conversion Ratio of Turbot (*Psetta maxima*) in the Net Cages on the Southeastern Coast of the Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 7: 147 – 152.
- Ahmad, M. H., El Mesallamy, A. M., Samir, F., & Zahran, F. (2011). Effect of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) on growth performance, Feed Utilization, whole-body composition, and resistance to *Aeromonas hydrophila* Nile tilapia. *Journal of Applied Aquaculture*, 23(4), 289–298. <https://doi.org/10.1080/10454438.2011.626350>
- Ahmed Abdel Zaher M, M, Mohammad H A., Amani, M., Asmaa, S., (2009) Effect of Using Dried Fenugreek Seeds as Natural Feed Additives on Growth Performance, Feed Utilization, Whole-body Composition and Entropathogenic *Aeromonas Hydrophila* challenge of Monsex Nile Tilapia *O. Niloticus* (L) Fingerlings. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(2): 1234-1245
- Ahmed, S. A. A., Ibrahim, R. E., Elshopakey, G. E., Khamis, T., Abdel-Ghany, H. M., Abdelwarith, A. A., Younis, E. M., Davies, S. J., Elabd, H., & Elhady, M. (2022). Immune-antioxidant trait, growth, splenic cytokines expression, apoptosis, and histopathological alterations of *Oreochromis niloticus* exposed to sublethal copper toxicity and fed thyme and/or basil essential oils enriched diets. *Fish & Shellfish Immunology*, 131, 1006–1018. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2022.11.013>
- AL safah, A., & AL-Faragi J. (2017). Influence of thyme (*Thymus vulgaris*) as feed additives on growth performance and antifungal activity on *Saprolegnia spp.* in *Cyprinus carpio* L. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(6), 1598-1602.
- Ali, G., Abeer, E., El-Shenway, A., Naena, N., El Gohary MS. (2020). Using of some phyto-biotics and probiotics as promoters to cultured Nile Tilapia. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 8(3), 148-159
- Aligiannis, N, E. Kalpoutzakis, S. Mitaku & I. B. Chinou 2001. Composition and antimicrobial activity of the essential oils of two *Origanum* spices. *J. agric. Food chem.* 49(9): 4168-4170
- Amirkhani, N., & Firouzbakhsh, F. (2013). Protective effects of basil (*Ocimum basilicum*) ethanolic extract supplementation diets against experimental *Aeromonas hydrophila* infection in common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture Research*, 46(3), 716–724. <https://doi.org/10.1111/are.12217>
- 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
- Aydin, F., & Harmantepe, F. B. (2018). Effects of sage oil (*Salvia officinalis* L.) on hematological and growth parameters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Pakistan Journal of Zoology*, 50(3). <https://doi.org/10.17582/journal.pjz/2018.50.3.921.928>
- Azaza, M. S., Dhraïef, M. N., & Kraïem, M. M. (2008). Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. *Journal of Thermal Biology*, 33(2), 98–105. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2007.05.007>
- Badalamenti, F., D'Anna, G., Lopiano, L., Scilipoti, D., & Mazzola, A. (1995). Feeding habits of greater amberjack *Seriola dumerili* (Risso, 1810) along the N/W Sicilian Coast

- Baeza, J. A., Sepúlveda, F. A., & González, M. T. (2019). The complete mitochondrial genome and description of a new cryptic species of *Benedenia* Diesing, 1858 (*Monogenea: Capsalidae*), a major pathogen infecting the yellowtail Kingfish *Seriola Lalandi* Valenciennes in the south-east Pacific. *Parasites & Vectors*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3711-5>
- Bilen, S., Bulut, M., & Bilen, A. M. (2011). Immunostimulant effects of *Cotinus coggyria* on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish & Shellfish Immunology*, 30(2), 451–455. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2010.12.013>
- Briggs, C., 1993. Peppermint: medicinal herb and flavoring agent. *CPI* 126, 89–92
- Brum, A., Pereira, S. A., Owatari, M. S., Chagas, E. C., Chaves, F. C., Mouriño, J. L., & Martins, M. L. (2017). Effect of dietary essential oils of clove basil and ginger on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) following challenge with *Streptococcus agalactiae*. *Aquaculture*, 468, 235–243. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.10.020>
- Campos-Sánchez, J. C., & Esteban, M. Á. (2020). Review of inflammation in fish and value of the zebrafish model. *Journal of Fish Diseases*, 44(2), 123–139. <https://doi.org/10.1111/jfd.13310>
- Christaki, E., Bonos, E., Giannenas, I., & Florou-Paneri, P. (2012). Aromatic plants as a source of bioactive compounds. *Agriculture*, 2(3), 228–243. <https://doi.org/10.3390/agriculture2030228>
- Costa, C. M., da Cruz, M. G., Lima, T. B., Ferreira, L. C., Ventura, A. S., Brandão, F. R., Chagas, E. C., Chaves, F. C., Martins, M. L., & Jerônimo, G. T. (2020). Efficacy of the essential oils of *Mentha piperita*, *Lippia alba* and *Zingiber officinale* to control the *Acanthocephalan* *Neoechinorhynchus buttnerae* in *Colossoma macropomum*. *Aquaculture Reports*, 18, 100414. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100414>
- Dadras, H., Hayatbakhsh, M. R., & Golpour, A. (2020). Dietary administration of common sage (*Salvia officinalis*) and coneflower (*Echinacea angustifolia*) extracts affects growth, blood parameters and immune responses of beluga, *Huso huso*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20(5). [https://doi.org/10.4194/1303-2712-v20\\_5\\_05](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v20_5_05)
- Dawood, M. A., El Basuini, M. F., Zaineldin, A. I., Yilmaz, S., Hasan, M. T., Ahmadifar, E., El Asely, A. M., Abdel-Latif, H. M., Alagawany, M., Abu-Elala, N. M., Van Doan, H., & Sewilam, H. (2021). Antiparasitic and antibacterial functionality of essential oils: An alternative approach for Sustainable Aquaculture. *Pathogens*, 10(2), 185. <https://doi.org/10.3390/pathogens10020185>
- de Souza Silva, L. T., de Pádua Pereira, U., de Oliveira, H. M., Brasil, E. M., Pereira, S. A., Chagas, E. C., Jesus, G. F., Cardoso, L., Mouriño, J. L., & Martins, M. L. (2019). Hemato-immunological and zootechnical parameters of Nile tilapia fed essential oil of *Mentha piperita* after challenge with *Streptococcus agalactiae*. *Aquaculture*, 506, 205–211. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.03.035>
- de Oliveira Hashimoto, G. S., Neto, F. M., Ruiz, M. L., Acchile, M., Chagas, E. C., Chaves, F. C., & Martins, M. L. (2016). Essential oils of *Lippia sidoides* and *Mentha piperita* against monogenean parasites and their influence on the hematology of Nile Tilapia. *Aquaculture*, 450, 182–186. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.07.029>
- Dorman, H. J. D., P. Surai & S. G. Deans 2000. In vitro antioxidant activity of plant essential oil and phytoconstituents. *J. ess. Oil Res.* 12(2): 241-248
- Dorojan, O., Cristea, V., Cretu, M., Coadă, M., Dediu, L., Grecu, I., Placinta, S. 2014. Effect of thyme (*Thymus vulgaris*) and vitamin E on growth performance and body composition of *Acipenser stellatus* juveniles. *International Journal of the Bioflyx Society*.

- Düğenci, S. K., N. Arda, and A. Candan. 2003. Some medicinal plants as immunostimulant for fish. *Journal of Ethnopharmacology* 88 (1):99–106. doi:10.1016/S0378-8741(03)00182-X.
- Encyclopedia Britannica, inc. (2023, February 11). Oregano. Encyclopedia Britannica. Ανάκτηση Μάρτιο 31, 2023, 2023, from <https://www.britannica.com/plant/oregano>
- Encyclopedia Britannica, inc. (n.d.). Thyme. Encyclopedia Britannica. Ανάκτηση 31 Μαρτίου, 2023, from <https://www.britannica.com/plant/thyme>
- Encyclopedia Britannica, inc. (2023, March 2). Sage. Encyclopedia Britannica. Ανάκτηση 1 Απριλίου, 2023, from <https://www.britannica.com/plant/sage-plant>
- Encyclopedia Britannica, inc. (n.d.). Encyclopedia Britannica. Ανάκτηση 31 Μαρτίου, 2023, from <https://www.britannica.com/search?query=peppermint>
- Engelhard, G. H., Howes, E. L., Pinnegar, J. K., & Le Quesne, W. J. F. (2022). Assessing the risk of climate change to aquaculture: A national-scale case study for the Sultanate of Oman. *Climate Risk Management*, 35, 100416. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2022.100416>
- El-Dakar, A., Hassanien, G., Gad, S., & Sakr, S. (2008). Use of dried basil leaves as a feeding attractant for hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus x Oreochromis aureus*, fingerlings. *Mediterranean Aquaculture Journal*, 1(1), 35–44. <https://doi.org/10.21608/maj.2008.2662>
- Ebrahimi, E., Haghjou, M., Nematollahi, A., & Goudarzian, F. (2020). Effects of rosemary essential oil on growth performance and hematological parameters of young great sturgeon (*Huso Huso*). *Aquaculture*, 521, 734909. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734909>
- Fao Fisheries & Aquaculture *Seriola Dumerili*. (2016, January 1). Ανάκτηση 3 Απριλίου, 2023, from [https://firms.fao.org/fi/website/FIRRetrieveAction.do?dom=culture-species&xml=Seriola\\_dumerili.xml&lang=en](https://firms.fao.org/fi/website/FIRRetrieveAction.do?dom=culture-species&xml=Seriola_dumerili.xml&lang=en)
- Fernández-Montero, A., Caballero, M. J., Torrecillas, S., Tuset, V. M., Lombarte, A., Ginés, R. R., Izquierdo, M., Robaina, L., & Montero, D. (2017). Effect of temperature on growth performance of Greater Amberjack (*Seriola dumerili* risso 1810) juveniles. *Aquaculture Research*, 49(2), 908–918. <https://doi.org/10.1111/are.13537>
- Fernández-Montero, Á., Torrecillas, S., Acosta, F., Kalinowski, T., Bravo, J., Sweetman, J., Roo, J., Makol, A., Docando, J., Carvalho, M., Izquierdo, M. S., & Montero, D. (2021). Improving greater amberjack (*Seriola dumerili*) defenses against monogenean parasite *Neobenedenia girellae* infection through functional dietary additives. *Aquaculture*, 534, 736317. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736317>
- Fernández-Montero, Á., Torrecillas, S., Izquierdo, M., Caballero, M. J., Milne, D. J., Secombes, C. J., Sweetman, J., Da Silva, P., Acosta, F., & Montero, D. (2019). Increased parasite resistance of Greater Amberjack (*Seriola Dumerili* Risso 1810) juveniles fed a CMOS supplemented diet is associated with upregulation of a discrete set of immune genes in mucosal tissues. *Fish & Shellfish Immunology*, 86, 35–45. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.10.034>
- Fernández-Montero, A., Torrecillas, S., Tort, L., Ginés, R., Acosta, F., Izquierdo, M. S., & Montero, D. (2020). Stress response and skin mucus production of Greater Amberjack (*Seriola dumerili*) under different rearing conditions. *Aquaculture*, 520, 735005. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735005>
- Ferreira, L. C., Cruz, M. G., Lima, T. B., Serra, B. N., Chaves, F. C., Chagas, E. C., Ventura, A. S., & Jerônimo, G. T. (2019). Antiparasitic activity of *Mentha piperita* (*Lamiaceae*)

essential oil against *Piscinoodinium pillulare* and its physiological effects on *Colosoma macropomum* (cuvier, 1818). *Aquaculture*, 512, 734343.  
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734343>

- García Beltrán, J. M., Silvera, D. G., Ruiz, C. E., Campo, V., Chupani, L., Faggio, C., & Esteban, M. Á. (2020). Effects of dietary *Origanum vulgare* on gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) immune and antioxidant status. *Fish & Shellfish Immunology*, 99, 452–461. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2020.02.040>
- Gerrgieva, K. (2018). Effect Of Dietary Phytoextracts Supplementation On Growth Performance And Production Efficiency Of Common Carp (*Cyprinus Carpio* L.), Cultivated In Recirculation System. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 132-139
- Ghafariarsani, H., Hoseinifar, S. H., Sheikhlar, A., Raissy, M., Chaharmahali, F. H., Maneepitaksanti, W., Faheem, M., & Van Doan, H. (2022). The effects of dietary thyme oil (*Thymus vulgaris*) essential oils for common carp (*Cyprinus carpio*): Growth performance, digestive enzyme activity, antioxidant defense, tissue and mucus immune parameters, and resistance against *Aeromonas Hydrophila*. *Aquaculture Nutrition*, 2022, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2022/7942506>
- Ghorbani, A., & Esmailizadeh, M. (2017). Pharmacological properties of *Salvia officinalis* and its components. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 7(4), 433–440. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2016.12.014>
- Gulec, A. K., Danabas, D., Ural, M., Seker, E., Arslan, A., & Serdar, O. (2013). Effect of mixed use of thyme and fennel oils on biochemical properties and electrolytes in rainbow trout as a response to *Yersinia ruckeri* infection. *Acta Veterinaria Brno*, 82(3), 297–302. <https://doi.org/10.2754/avb201382030297>
- Harikrishnan, R., C. Balasundaram, and M.-S. Heo. 2010. Herbal supplementation diets on hematology and innate immunity in goldfish against *Aeromonas hydrophila*. *Fish & Shellfish Immunology* 28 (2):354–61. doi:10.1016/j.fsi.2009.11.013
- Harikrishnan, R., C. Balasundaram, and M.-S. Heo. 2011. Impact of plant products on innate and adaptive immune system of cultured finfish and shellfish. *Aquaculture* 317 (1):1–15. doi:10.1016/j.aquaculture.2011.03.039.
- Hoseinifar, S. H., Shakouri, M., Doan, H. V., Shafiei, S., Yousefi, M., Raeisi, M., Yousefi, S., Harikrishnan, R., & Reverter, M. (2020). Dietary supplementation of Lemon Verbena (*Aloysia Citrodora*) improved immunity, immune-related genes expression and antioxidant enzymes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish & Shellfish Immunology*, 99, 379–385. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2020.02.006>
- Hong, J., Fu, Z., Hu, J., Zhou, S., Yu, G., & Ma, Z. (2022). Dietary curcumin supplementation enhanced ammonia nitrogen stress tolerance in Greater Amberjack (*Seriola dumerili*): Growth, serum biochemistry and expression of stress-related genes. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(11), 1796. <https://doi.org/10.3390/jmse10111796>
- Hrebien-Filisińska, A.M., Bartkowiak, A., 2022. Antioxidative effect of sage (*Salvia officinalis* L.) macerate as “green extract” in inhibiting the oxidation of fish oil. *Antioxidants* 11, 100. <https://doi.org/10.3390/antiox11010100>.
- Hussein, M., El-Zaiat, A. M & El-Saiad S.M. (2016). Effects of garlic and onion oil extracts as a natural growth promoters on growth performance, nutrient utilization, whole body composition and hematological parameters of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. *Journal of the Egyptian Academy of Environmental Development*. 17(1): 141-155
- Hussein, E. E., El Basuini, M. F., Ashry, A. M., Habiba, M. M., Teiba, I. I., El-Rayes, T. K., Khattab, A. A. A., El-Hais, A. M., Shahin, S. A., El-Ratel, I. T., Badr, M. R., &



- Dawood, M. A. O. (2023). Effect of dietary sage (*Salvia officinalis* L.) on the growth performance, feed efficacy, blood indices, non-specific immunity, and intestinal microbiota of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture Reports*, 28, 101460. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101460>
- Hwang, H. K., Park, K. I., Park, S. W., Choi, M. S., Kim, E. O., Do J. W., και Oh B. S. 2012. Physiological response of juvenile red sea bream *Pagrus major* exposed to low temperature shock. 34, *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, 32(1) 2012.
- Integrated Taxonomic Information System. (n.d.). Ανάκτηση 31 Μαρτίου, 2023, από <https://www.itis.gov/>
- Inoue T, Sugimoto Y, Masuda H, Kamei C. (2002) Antiallergic effect of flavonoid glycosides obtained from *Mentha piperita* L. *Biol. Pharm. Bull.* 25: 256–259.
- Jover, M., García-Gómez, A., Tomás, A., De la Gándara, F., & Pérez, L. (1999). Growth of mediterranean yellowtail (*Seriola dumerilii*) fed extruded diets containing different levels of protein and lipid. *Aquaculture*, 179(1), 25-33. doi: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00149-0](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00149-0)
- Karataş, T., Korkmaz, F., Karataş, A., & Yildirim, S. (2020). Effects of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on growth, blood biochemistry, immunity, antioxidant, digestive enzymes and liver histopathology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture Nutrition*, 26(5), 1533–1541. <https://doi.org/10.1111/anu.13100>
- Khalafalla, F. A., Ali, F. H. M., & Hassan, A.-R. H. A. (2015). Quality Improvement and shelf-life extension of refrigerated Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets using natural herbs. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(1), 33–40. <https://doi.org/10.1016/j.bjbas.2015.02.005>
- Khalafalla, M.M.E. (2009). Utilization of Some Med *Oreochromis Niloticus* ical Plants as Feed Additives for Nile Tilapia, *Oreochromis Niloticus*, Feeds. *Mediterranean Aquaculture Journal*, 2(1); 9-18.
- Kožul, Skaramuca, Kraljević, Dulčić, & Glamuzina. (2001). Age, growth and mortality of the Mediterranean amberjack *Seriola dumerili* (Risso 1810) from the south-eastern Adriatic Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 17(3), 134-141. doi: 10.1111/j.1439-0426.2001.00301.x
- Kuete, V. (2017). *Thymus vulgaris*. Medicinal Spices and Vegetables from Africa, 599–609. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-809286-6.00028-5>
- Liu, X., Sun, ZL., Jia, A.R., Shi, Y.P., Li, R.H., Yang, P.M., (2014). Extraction, Preliminary characterization and evaluation of in vitro antitumor and antioxidant activities of polysaccharides from *Mentha piperita*. *Int. J. Mol. Sci.* 15: 16302–16319
- Magara, G., Prearo, M., Vercelli, C., Barbero, R., Micera, M., Botto, A., Caimi, C., Caldaroni, B., Berteza, C. M., Mannino, G., Barceló, D., Renzi, M., Gasco, L., Re, G., Dondo, A., Elia, A. C., & Pastorino, P. (2022). Modulation of antioxidant defense in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed with a diet supplemented by the waste derived from the supercritical fluid extraction of Basil (*Ocimum basilicum*). *Antioxidants*, 11(2), 415. <https://doi.org/10.3390/antiox11020415>
- Magnadóttir, B. (2006). Innate immunity of fish (overview). *Fish & Shellfish Immunology*, 20(2), 137–151. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2004.09.006>
- Magouz, F. I., Amer, A. A., Faisal, A., Sewilam, H., Aboelenin, S. M., & Dawood, M. A. O. (2022). The effects of dietary oregano essential oil on the growth performance, intestinal health, immune, and antioxidative responses of Nile tilapia under acute heat stress. *Aquaculture*, 548, 737632. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737632>

- Makri, O., & Kintzios, S. (2008). *Ocimum sp.* (basil): Botany, cultivation, pharmaceutical properties, and biotechnology. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 13(3), 123–150. [https://doi.org/10.1300/j044v13n03\\_10](https://doi.org/10.1300/j044v13n03_10)
- Malheiros, D. F., Maciel, P. O., Videira, M. N., & Tavares-Dias, M. (2016). Toxicity of the essential oil of *Mentha piperita* in *Arapaima gigas* (pirarucu) and antiparasitic effects on *Dawestrema spp.* (*Monogenea*). *Aquaculture*, 455, 81–86. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.01.018>
- Martínez-Álvarez, R. M., Morales, A. E., & Sanz, A. (2005). Antioxidant defenses in fish: Biotic and abiotic factors. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 15(1-2), 75–88. <https://doi.org/10.1007/s11160-005-7846-4>
- Mathiessen, H., Jaafar, R. M., Al-Jubury, A., Gersdorff Jørgensen, L., Kania, P. W., & Buchmann, K. (2021). Comparative in vitro and in vivo effects of feed additives on rainbow trout response to *Ichthyophthirius multifiliis*. *North American Journal of Aquaculture*, 83(2), 67–77. <https://doi.org/10.1002/naaq.10167>
- Mazzola, A., Favalaro, E., & Sarà, G. (2000). Cultivation of the Mediterranean amberjack, *Seriola dumerili* (Risso, 1810), in submerged cages in the Western Mediterranean Sea. *Aquaculture*, 181(3), 257–268. doi: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00243-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00243-4)
- Mazzola, A., Favalaro, E., & Sarà, G. (2000). Cultivation of the Mediterranean amberjack, *Seriola dumerili* (Risso, 1810), in submerged cages in the Western Mediterranean Sea (Vol. 181).
- McKay DL, Blumberg JB. A review of the bioactivity and potential health benefits of peppermint tea (*Mentha piperita* L.). *Phytother. Res.* 20: 619–633 (2006).
- Miljanović, A., Grbin, D., Pavić, D., Dent, M., Jerković, I., Marijanović, Z., & Bielen, A. (2021). Essential oils of sage, rosemary, and bay laurel inhibit the life stages of oomycete pathogens important in aquaculture. *Plants*, 10(8), 1676. <https://doi.org/10.3390/plants10081676>
- Mohiseni, M. (2017). "Medicinal herbs, strong source of antioxidant in Aquaculture: A mini review". *Modern Applications in Pharmacy & Pharmacology*, 1(1). <https://doi.org/10.31031/mapp.2017.01.000504>
- Montero, F. (2004). Effects of the gill parasite *Zeuxapta seriolae* (*Monogenea: Heteraxinidae*) on the Amberjack *Seriola Dumerili* Risso (Teleostei: *Carangidae*). *Aquaculture*, 232(1-4), 153–163. [https://doi.org/10.1016/s0044-8486\(03\)00536-2](https://doi.org/10.1016/s0044-8486(03)00536-2)
- Naiel, M. A. E., Ismael, N. E. M., Negm, S. S., Ayyat, M. S., & Al-Sagheer, A. A. (2020). Rosemary Leaf Powder–supplemented diet enhances performance, antioxidant properties, immune status, and resistance against bacterial diseases in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 526, 735370. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735370>
- Nica, D., Petrea, M., Mogodan, A., Simionov., I, Cristea., V, (2021). Effects of dietary vitamin E and sage (*Salvia officinalis* L.) on growth performance of koi carp (*Cyprinus carpio* L., 1758). *Scientific Papers. Series D. Animal Science. Vol. LXIV.*
- Ogawa, K. (2014). Diseases of cultured marine fishes caused by Platyhelminthes (*Monogenea, Digenea, Cestoda*). *Parasitology*, 142(1), 178–195. <https://doi.org/10.1017/s0031182014000808>
- Padala, D., Marakini, G. N., Kokkam Valappil, A., Prabhakaran, P. L., Muhammad Abdullah Al, M., & Kavalagiriyannahalli Srinivasiah, R. (2021). Effect of dietary peppermint (

*Mentha piperita*) on growth, survival, disease resistance and haematology on fingerlings of rohu (*Labeo rohita*). *Aquaculture Research*, 52(6), 2697–2705.  
<https://doi.org/10.1111/are.15120>

- Paknejad, H., Hosseini Shekarabi, S. P., Shamsaie Mehrgan, M., Hajimoradloo, A., Khorshidi, Z., & Rastegari, S. (2020). Dietary peppermint (*Mentha piperita*) powder affects growth performance, hematological indices, skin mucosal immune parameters, and expression of growth and stress-related genes in Caspian roach (*Rutilus Caspicus*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 46(5), 1883–1895. <https://doi.org/10.1007/s10695-020-00839-z>
- Papadaki, M., Mandalakis, M., Anastasiou, T. I., Pouli, M., Asderis, M., Katharios, P., Papanoulakis, N., & Mylonas, C. C. (2021). Histological evaluation of sex differentiation and early sex identification in hatchery-produced Greater Amberjack (*Seriola Dumerili*) reared in sea cages. *Fish Physiology and Biochemistry*, 47(6), 1777–1792. <https://doi.org/10.1007/s10695-021-01007-7>
- Papandroulakis, N., Mylonas, C. C., Maingot, E., & Divanach, P. (2005). First results of Greater Amberjack (*Seriola dumerili*) larval rearing in mesocosm. *Aquaculture*, 250(1-2), 155–161. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.02.036>
- Pipitone C. and Andaloro F. (1995) Food and feeding habits of juvenile greater amberjack, *Seriola dumerili* (*Osteichthyes, Carangidae*) in inshore waters of the central Mediterranean Sea. *Cybiurn* 19, 305–310.
- Pop(Cuceu), A. V., Tofană, M., Socaci, S. A., Pop, C., Rotar, A. M., Nagy, M., & Salanță, L. (2016). Determination of antioxidant capacity and antimicrobial activity of selected salvia species. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Food Science and Technology*, 73(1). <https://doi.org/10.15835/buasvmcnfst:11965>
- Poulios, E., Giaginis, C., Vasios, G.K., 2020. Current state of the art on the antioxidant activity of sage (*Salvia spp.*) and its bioactive components. *Planta Med.* 86, 224–238. <https://doi.org/10.1055/a-1087-8276>.
- Publication card : FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. (n.d.). Ανάκτηση 3 Απριλίου, 2023, from <https://www.fao.org/publications/card/en/c/1f660b40-dd28-4c4d-b52f-e4996532d6c3/>
- Rafieepour, A., Hajirezaee, S., & Rahimi, R. (2019). Dietary oregano extract (*Origanum vulgare L.*) enhances the antioxidant defence in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* against toxicity induced by organophosphorus pesticide, Diazinon. *Toxin Reviews*, 39(4), 397–407. <https://doi.org/10.1080/15569543.2018.1550092>
- Rashidian, G., Boldaji, J. T., Rainis, S., Prokić, M. D., & Faggio, C. (2021). Oregano (*Origanum vulgare*) extract enhances zebrafish (*Danio rerio*) growth performance, serum and mucus innate immune responses and resistance against *Aeromonas Hydrophila* Challenge. *Animals*, 11(2), 299. <https://doi.org/10.3390/ani11020299>
- Repullés-Albelda, A., Montero, F. E., Holzer, A. S., Ogawa, K., Hutson, K. S., & Raga, J. A. (2008). Speciation of the *Paradeontacylix spp.* (*Sanguinicolidae*) of *Seriola Dumerili*. Two new species of the genus *Paradeontacylix* from the Mediterranean. *Parasitology International*, 57(3), 405–414. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2008.04.011>
- Reyes-Cerpa, S., Vallejos-Vidal, E., Gonzalez-Bown, M. J., Morales-Reyes, J., Pérez-Stuardo, D., Vargas, D., Imarai, M., Cifuentes, V., Spencer, E., Sandino, A. M., & Reyes-López, F. E. (2018). Effect of yeast (*Xanthophyllomyces Dendrorhous*) and plant (Saint John's wort, Lemon Balm, and rosemary) extract based functional diets on antioxidant

- and immune status of Atlantic salmon (*Salmo salar*) subjected to crowding stress. *Fish & Shellfish Immunology*, 74, 250–259. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2017.12.061>
- Ribeiro, S. C., Malheiros, D. F., Guilozi, I. C., Majolo, C., Chaves, F. C., Chagas, E. C., Silva de Assis, H. C., Tavares-Dias, M., & Yoshioka, E. T. (2018). Antioxidants effects and resistance against pathogens of *Collossoma macropomum* (*Serassalmidae*) fed *Mentha piperita* essential oil. *Aquaculture*, 490, 29–34. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.02.024>
- Rigos, G.; Katharios, P.; Kogiannou, D.; Cascarano, C.M. Infectious diseases and treatment solutions of farmed greater amberjack *Seriola dumerili* with particular emphasis in Mediterranean region. *Rev. Aquac.* 2020, 13, 301–323
- Salomón, R., Firmino, J. P., Reyes-López, F. E., Andree, K. B., González-Silvera, D., Esteban, M. A., Tort, L., Quintela, J. C., Pinilla-Rosas, J. M., Vallejos-Vidal, E., & Gisbert, E. (2020). The growth promoting and immunomodulatory effects of a medicinal plant leaf extract obtained from *Salvia officinalis* and *Lippia citriodora* in Gilthead Sea-bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 524, 735291. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735291>
- Salomón, R., Furones, M. D., Reyes-López, F. E., Tort, L., Firmino, J. P., Quintela, J. C., Pinilla-Rosas, J. M., Vallejos-Vidal, E., & Gisbert, E. (2022). Phytochemicals from sage and Lemon Verbena promote growth, systemic immunity and disease resistance in Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Frontiers in Marine Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.828497>
- Sadek, M.F.A. (2020). The Effect of some Dietary Medicinal Herbal Extracts on Growth Performance and Economic Efficiency of Nile Tilapia. *Journal of Animal, Poultry & Fish Production*, 9(1): 47-54
- Saden, M.E.A., Fayza, E.A & Ahmad, M.H. (2009) Effect Of Origanum Vulgare As A Feed Additive On Growth Performance, Feed Utilization And Whole Body Composition Of Nile Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) Fingerlings Challenged With Pathogenic *Aeromonas Hydrophila*.34(3): 1683 - 1695
- Seriola Dumerili* summary page. FishBase. (n.d.). Retrieved March 30, 2023, from <https://www.fishbase.se/summary/Seriola-dumerili.html>
- Shourbela, R. M., El-Hawarry, W. N., Elfadadny, M. R., & Dawood, M. A. O. (2021). Origanum essential oil enhanced the growth performance, immunity, and Antioxidative status of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reared under intensive systems. *Aquaculture*, 542, 736868. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736868>
- Smith-Vaniz, W. F., F. Pina Amargos, J. Brown, M. Curtis, and J. T. Williams. 2015. *Seriola dumerili*. The IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org/details/198643/0>. (Accessed 28 April 2017.)
- Sönmez, A. Y., Bilen, S., Alak, G., Hisar, O., Yanık, T., & Biswas, G. (2014). Growth performance and antioxidant enzyme activities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles fed diets supplemented with sage, mint and Thyme Oils. *Fish Physiology and Biochemistry*, 41(1), 165–175. <https://doi.org/10.1007/s10695-014-0014-9>
- Stoyanova, S., Zhelyazkov, G., Velichkova, K., Sirakov, I., & Staykov, Y. (2018). Effect of savory extract supplementation on some productive traits and economic efficiency of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *AQUATIC RESEARCH*, 110–114. <https://doi.org/10.3153/ar18012>
- Sun Z, Wang H, Wang J, Zhou L, Yang P. Chemical composition and anti-inflammatory, cytotoxic and antioxidant activities of essential oil from leaves of *Mentha piperita* grown in China. *PLOS ONE* 9(12): e114767.

- Sviropoulou, A., E. Papanikolaou, C. Nikolaou, S. Kokkini, T. Lanaras & M. Arsenakis 1996. Antimicrobial and Cytotoxic Activities of Origanum Essential Oil. *J. Agric. Food Chem.* 44: 1202-1205
- Syahidah, A., Saad, C.R., Daud, H.M., Abdelhadi, Y.M. (2014). Status and potential of herbal applications in aquaculture: A review. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 14(1), 27-44
- Ibrahim, D., Shahin, S. E., Alqahtani, L. S., Hassan, Z., Althobaiti, F., Albogami, S., Soliman, M. M., El-Malt, R. M., Al-Harhi, H. F., Alqadri, N., Elabbasy, M. T., & El-Hamid, M. I. (2022). Exploring the interactive effects of thymol and thymoquinone: Moving towards an enhanced performance, gross margin, immunity and *Aeromonas sobria* resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Animals*, 12(21), 3034. <https://doi.org/10.3390/ani12213034>
- Inoue T, Sugimoto Y, Masuda H, Kamei C. (2002) Antiallergic effect of flavonoid glycosides obtained from *Mentha piperita* L. *Biol. Pharm. Bull.* 25: 256–259.
- Tafi, A. A., Meshkini, S., Tukmechi, A., Alishahi, M., & Noori, F. (2020). Therapeutic and histopathological effect of aloe vera and *Salvia officinalis* hydroethanolic extracts against *Streptococcus iniae* in Rainbow Trout. *Archives of Razi Institute*
- Turan, F., Ganpolat, E., Aygen, U., (2016). Effect of Bay Laurel (*Laurus nobilis*) Extract on Growth of the African Catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Pakistan Journal of Zoology*, Vol. 48.
- Turan, F., & Yiğitarıslan, D. (2016). The effects of Rosemary Extract (*Rosemaria officinalis*) as a feed additive on growth and whole-body composition of the African catfish (*Clarias gariepinus*) (Burchell, 1822)). *Natural and Engineering Sciences*, 1(3), 49–55. <https://doi.org/10.28978/nesciences.286313>
- Yadollahi, F., Soltani, M., Modarresi, M. H., & Akhondzadeh Basti, A. (2021). Efficacy of vitamin E with or without probiotic, astaxanthin or Rosemary Extract on growth performance, survival, haematological parameters, antioxidant activity and liver enzymes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Research*, 52(11), 5606–5616. <https://doi.org/10.1111/are.15436>
- Yassen D.A., Abd El-Gawad E.A., Abbass A.A. (2017). Effect of Herbal Plants “*Thymus Vulgaries* and *Rosmarinus Officinale*” on Growth Performance and Protection of *Oreochromis Niloticus* against *Aeromonas hydrophila* Infection. *Bohna Journal of Applied Sciences*, Vol. (2), 9-17.
- Yousefi, M., Hoseini, S. M., Vatnikov, Y. A., Kulikov, E. V., & Drukovsky, S. G. (2019). Rosemary Leaf Powder improved growth performance, immune and antioxidant parameters, and crowding stress responses in common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings. *Aquaculture*, 505, 473–480. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.02.070>
- Yousefi, M., Shabunin, S. V., Vatnikov, Y. A., Kulikov, E. V., Adineh, H., Khademi Hamidi, M., & Hoseini, S. M. (2020). Effects of lavender (*Lavandula angustifolia*) extract inclusion in diet on growth performance, innate immunity, immune-related gene expression, and stress response of common carp, *Cyprinus carpio*. *Aquaculture*, 515, 734588. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734588>
- Zaki, M. A., Labib, E. M., Nour, A. M., Tonsy, H. D., & Mahmoud, S. H. (2012). Effect some medicinal plants diets on Mono Sex Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), growth performance, feed utilization and physiological parameters. *APCBEE Procedia*, 4, 220–227. <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2012.11.037>

- Zargar, A., Rahimi-Afzal, Z., Soltani, E., Taheri Mirghaed, A., Ebrahimzadeh-Mousavi, H. A., Soltani, M., & Yuosefi, P. (2019). Growth performance, immune response and disease resistance of rainbow trout ( *Oncorhynchus mykiss* ) fed *Thymus vulgaris* essential oils. *Aquaculture Research*, 50(11), 3097–3106. <https://doi.org/10.1111/are.14243>
- Zayed, M., Khalil, R., Saad, T., Omer, A. (2015) Role of Some Herbs in Controlling Aflatoxicosis in Cultured *Oreochromis niloticus*. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, (4): 325-333.