



Funded by  
the European Union



Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών  
στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"  
2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

# Κεφάλαιο αριθ. 5 Επιπτώσεις Της Υπερθέρμανσης Του Πλανήτη Στις Ασθένειες Της Υδατοκαλλιέργειας Και Στις Εφαρμογές Προστασίας

Gražina Žibienė, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια  
Alvydas Žibas, Επικεφαλής του Κέντρου Υδατοκαλλιέργειας

Πανεπιστήμιο Vytautas Magnus

## 1. Εισαγωγή στην υπερθέρμανση του πλανήτη και την υγεία της υδατοκαλλιέργειας

Η κλιματική αλλαγή συνεχίζεται και επηρεάζει το υδάτινο περιβάλλον (οικοσυστήματα γλυκών, θαλάσσιων ή υφάλμυρων υδάτων) αυξάνοντας τη θερμοκρασία των υδάτων, τις μεταβολές της στάθμης των υδάτων και των καθεστώτων ροής, τον ευτροφισμό, την οξίνιση, τα μεταβαλλόμενα φορτία θρεπτικών ουσιών, την αύξηση της διείσδυσης του υπεριώδους φωτός (UV), τη μείωση των οικοτόπων και της υποβάθμισης, καθώς και την αύξηση της θερμικής καταπόνησης και της κατανομής των ειδών.

Οι διακυμάνσεις στο υδάτινο περιβάλλον, όπως η θερμοκρασία, η αλατότητα και το χρόνιο στρες των χαμηλών επιπέδων διαλυμένου οξυγόνου, επηρεάζουν τους φραγμούς του βλεννογόνου, τα επιθήλια, τα κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος και το εσωτερικό περιβάλλον (δηλαδή τα σωματικά υγρά, τα κύτταρα, τους ιστούς και τα όργανα) στους υδρόβιους οργανισμούς. Αυτά οδηγούν σε μειωμένη ανοσολογική επάρκεια στους υδρόβιους οργανισμούς, κακή ανάπτυξη και χαμηλότερη αναπαραγωγική απόδοση.

Η κλιματική αλλαγή, η οποία περιλαμβάνει την υπερθέρμανση του πλανήτη, μπορεί επίσης να επηρεάσει δυσμενώς τα αποθέματα ενέργειας στα ψάρια, συμβάλλοντας στην αύξηση του οξειδωτικού στρες και στη μειωμένη θερμική ανοχή (Woo & Iwama, 2019).

Έχει υπολογιστεί ότι για να διατηρήσει η ανθρωπότητα την κατανάλωση θαλασσινών στα σημερινά επίπεδα, η υδατοκαλλιέργεια πρέπει να παράγει πάνω από 80 εκατομμύρια τόνους (t) έως το 2030, προκειμένου να διατηρηθεί η τρέχουσα κατά κεφαλήν κατανάλωση. Έτσι, η υδατοκαλλιέργεια θα πρέπει να παράγει επιπλέον 30 εκατομμύρια τόνους θαλασσινών σε λιγότερο από μιάμιση δεκαετία. Πιθανότατα δεν υπάρχει αρκετή ξηρά ή κατάλληλες θαλάσσιες περιοχές για να συμβεί αυτό χωρίς μαζικές διαταραχές σε πολλαπλά οικοσυστήματα. Ωστόσο, περίπου το 40% της συνολικής παραγωγής υδατοκαλλιέργειας χάνεται λόγω ασθενειών, όπως ορίζεται ευρέως παρακάτω. Έτσι, απλώς αφαιρώντας ή περιορίζοντας τις επιπτώσεις των ασθενειών, η ανθρωπότητα θα



Funded by  
the European Union



**Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"**

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

**μπορούσε σχεδόν να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις θαλασσινών χωρίς να αλλάξει καμία πρακτική χρήσης γης (Lucas et al., 2019).**

Η μέση παγκόσμια θερμοκρασία του αέρα προβλέπεται να αυξηθεί κατά 0,5-1,5°C έως το 2030 και οι επιπτώσεις αναμένεται να επιταχυνθούν πέραν της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη κατά 1-2°C. Η παγκόσμια θερμοκρασία των ωκεανών στα άνω των 100 μέτρων προβλέπεται να αυξηθεί κατά 0,6-2,0°C έως το 2100. Η θερμική διαστολή της θέρμανσης του ωκεάνιου νερού και το λιώσιμο των πάγων και των παγετώνων είναι πολύ πιθανό να προκαλέσουν αύξηση της παγκόσμιας μέσης στάθμης της θάλασσας κατά 10-35 cm έως το 2050. Η κλιματική αλλαγή έχει επίσης οδηγήσει σε αυξημένη συχνότητα ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως καταιγίδες και ξηρασίες. Μέχρι το 2050, το κόστος των ακραίων καιρικών φαινομένων θα μπορούσε να φτάσει το 1% του παγκόσμιου ΑΕΠ ετησίως. Περίπου το 20-35% των εκπομπών CO<sub>2</sub> απορροφώνται από τους ωκεανούς, οδηγώντας σε οξίνιση των ωκεανών.

Η υπερθέρμανση του πλανήτη αυξάνει τον επιπολασμό και την ένταση των ασθενειών. Οι αυξημένες θερμοκρασίες του νερού μπορούν να ενισχύσουν τους ρυθμούς ανάπτυξης και αναπαραγωγής των παθογόνων παραγόντων, οδηγώντας σε συχνότερες και σοβαρότερες εστίες ασθενειών στην υδατοκαλλιέργεια. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες του νερού επιταχύνουν τους κύκλους ζωής πολλών υδρόβιων παθογόνων, αυξάνοντας τον επιπολασμό και τη λοιμογόνο δράση τους. Τα βακτήρια, οι ιοί και τα παράσιτα μπορεί να γίνουν πιο επιθετικά ή να αναπτύξουν αντίσταση στις θεραπείες. Πολλά είδη υδατοκαλλιέργειας έχουν στενό εύρος θερμικής ανοχής. Οι αυξημένες θερμοκρασίες μπορούν να αποδυναμώσουν το ανοσοποιητικό τους σύστημα, καθιστώντας τους πιο επιρρεπείς σε λοιμώξεις και ασθένειες. Τα θερμότερα ύδατα μπορούν να επιτρέψουν στα τροπικά και υποτροπικά παθογόνα να επεκτείνουν το εύρος εξάπλωσής τους, εκθέτοντας τα είδη υδατοκαλλιέργειας σε εύκρατες περιοχές σε νέες ασθένειες.

Η κλιματική αλλαγή απειλεί μοναδικά και ευάλωτα οικοσυστήματα όπως οι κοραλλιογενείς ύφαλοι. Στα χερσαία οικοσυστήματα και στα οικοσυστήματα γλυκού νερού, η κλιματική αλλαγή προκαλεί απώλειες βιοποικιλότητας και αυξημένο αποικισμό από χωροκατακτητικά είδη. Οι συνδυασμένες επιπτώσεις της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, της διάβρωσης των ακτών, της ρύπανσης και της οξίνισης των ωκεανών απειλούν τα παράκτια οικοσυστήματα (Lucas et al., 2019).

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην υδατοκαλλιέργεια στο μέλλον είναι βαθιές. Καθώς η κλιματική αλλαγή οδηγεί σε αυξημένη συχνότητα ξηρασιών και ακραίων καιρικών φαινομένων, μπορούν να αναμένονται διαταραχές στην παραγωγή σε λίμνες. Επιπλέον, οι μειωμένες αποδόσεις των καλλιεργειών και η αυξημένη ζήτηση που συνδέονται με την αύξηση του πληθυσμού και την οικονομική ανάπτυξη θα δημιουργήσουν έλλειψη και θα αυξήσουν τις τιμές των βασικών καλλιεργειών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ζωοτροφών υδατοκαλλιέργειας. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας και τα ακραία καιρικά φαινόμενα θα αυξήσουν την ευπάθεια της υδατοκαλλιέργειας στην παράκτια ζώνη, συμπεριλαμβανομένων των παράκτιων λιμνών γαρίδας και ψαριών, των σχεδίων οστρακοειδών και των κλωβών ψαριών, ιδίως στην Ασία με άφθονες υποδομές υδατοκαλλιέργειας.



Funded by  
the European Union



**Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"**

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

Η οξίνιση των ωκεανών θα θέσει υπό αμφισβήτηση τη βιωσιμότητα της παράκτιας υδατοκαλλιέργειας δίθυρων οστρακοειδών. Η παγκόσμια κλιματική αλλαγή είναι πιθανό να επιδεινώσει την ευαισθησία της υδατοκαλλιέργειας σε συμβάντα ασθενειών (Lucas et al., 2019).

Τα αυξημένα επίπεδα CO<sub>2</sub> οδηγούν σε οξίνιση των ωκεανών, η οποία επηρεάζει οργανισμούς ασβεστοποίησης όπως τα οστρακοειδή και τα κοράλλια. Οι όξινες συνθήκες αποδυναμώνουν τα κελύφη και τους σκελετούς τους, καθιστώντας τους πιο ευάλωτους σε ασθένειες και περιβαλλοντικό στρες. Η οξίνιση μπορεί να μεταβάλει τη σύνθεση και την υγεία των υδάτινων οικοσυστημάτων, επηρεάζοντας ενδεχομένως τα είδη που βασίζονται σε αυτά τα ενδιαιτήματα, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που εκτρέφονται σε συστήματα υδατοκαλλιέργειας.

Η υπερθέρμανση του πλανήτη μπορεί να προκαλέσει αλλαγές στην αλατότητα μέσω αλλοιωμένων μοτίβων βροχοπτώσεων και αυξημένης απορροής γλυκού νερού. Τα είδη υδατοκαλλιέργειας μπορεί να παρουσιάσουν ωσμωτικό στρες, οδηγώντας σε υψηλότερη ευαισθησία σε ασθένειες και μειωμένη ανάπτυξη. Οι διακυμάνσεις στην αλατότητα μπορούν να επηρεάσουν τον επιπολασμό ορισμένων παθογόνων και ασθενειών, απαιτώντας προσαρμογές στις πρακτικές διαχείρισης.

Λόγω της υπερθέρμανσης του πλανήτη, η αυξημένη απορροή θρεπτικών ουσιών από τη γεωργία και τις αστικές περιοχές μπορεί να οδηγήσει σε ευτροφισμό, προκαλώντας ανθίσεις φυκιών και υποξικές συνθήκες. Αυτές οι αλλαγές υποβαθμίζουν την ποιότητα του νερού και δημιουργούν περιβάλλοντα που ευνοούν την εκδήλωση ασθενειών.

Η υπερθέρμανση του πλανήτη μπορεί να προκαλέσει επιβλαβείς ανθίσεις φυκιών (HABs). Ορισμένες ανθίσεις φυκιών παράγουν τοξίνες που μπορούν να βλάψουν άμεσα τα είδη υδατοκαλλιέργειας ή να δημιουργήσουν συνθήκες που ευνοούν τους παθογόνους οργανισμούς.

Τα ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως οι καταιγίδες και οι πλημμύρες, μπορούν να προκαλέσουν υλικές ζημιές στις υποδομές υδατοκαλλιέργειας και να οδηγήσουν σε αιφνίδιες αλλαγές στην ποιότητα των υδάτων. Αυτοί οι στρεσογόνοι παράγοντες μπορούν να αποδυναμώσουν την υγεία των υδρόβιων ειδών και να αυξήσουν την ευπάθεια τους σε ασθένειες.

Η υπερθέρμανση του πλανήτη μπορεί να μεταβάλει την κατανομή και την ποικιλομορφία των υδρόβιων παθογόνων. Νέα ή προηγουμένως σπάνια παθογόνα μπορεί να γίνουν πιο συνηθισμένα, θέτοντας νέες προκλήσεις για τη διαχείριση ασθενειών στην υδατοκαλλιέργεια.

Άλλες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, όπως η υποξία, η οξίνιση και οι αλλαγές στην αλατότητα, μπορούν να επιδεινώσουν το στρες και να βλάψουν περαιτέρω την ανοσολογική λειτουργία.

Η υπερθέρμανση του πλανήτη μπορεί να μεταβάλει τους κύκλους ζωής και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ ξενιστών και παρασίτων, οδηγώντας ενδεχομένως στην εμφάνιση νέων φορέων ασθενειών και οδών μετάδοσης. Οι δραστηριότητες υδατοκαλλιέργειας πρέπει να προσαρμοστούν στο μεταβαλλόμενο τοπίο των παθογόνων παραγόντων εφαρμόζοντας επικαιροποιημένες στρατηγικές παρακολούθησης και διαχείρισης ασθενειών.



## 2. Κοινές ασθένειες στην υδατοκαλλιέργεια και οι επιπτώσεις τους στα υδρόβια είδη

### 2.1. Εισαγωγή στις ασθένειες στην υδατοκαλλιέργεια

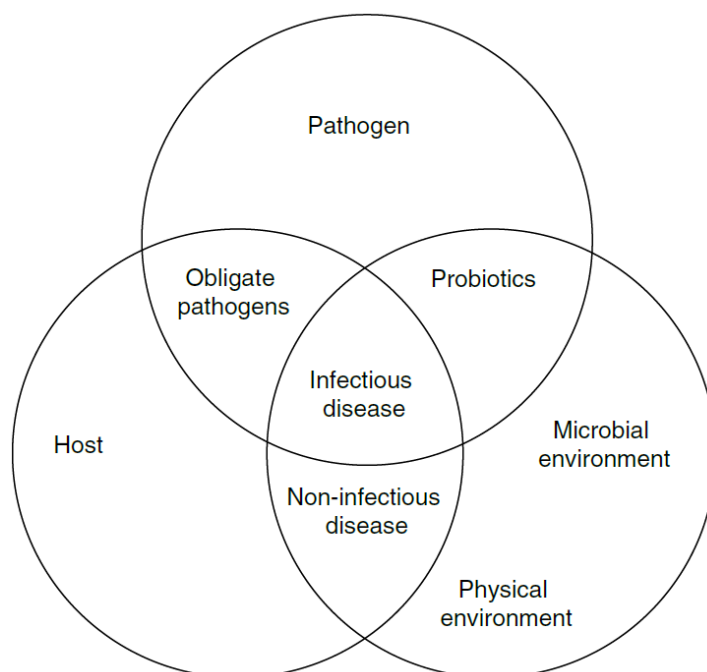
Η **ασθένεια** είναι η αντίδραση του σώματος σε δυσμενείς παράγοντες του εξωτερικού περιβάλλοντος. Ως αποτέλεσμα, διακόπτεται η κανονική λειτουργία του σώματος και μειώνεται η ικανότητα προσαρμογής. Ταυτόχρονα, κινητοποιούνται οι αμυντικές λειτουργίες του σώματος.

Οι ασθένειες χαρακτηρίζονται από ορισμένα κλινικά φαινόμενα, συμπτώματα, αντίστοιχες βλάβες στη δομή των ιστών του σώματος και διαταραχές των λειτουργιών τους.

Οι τρεις δακτύλιοι Sneizko, διάγραμμα Venn των αλληλεπιδράσεων μεταξύ ξενιστή (είδος υδατοκαλλιέργειας), παθογόνου και περιβάλλοντος (Σχήμα 1) απεικονίζει το γεγονός ότι, για να συμβεί, οι περισσότερες μολυσματικές ασθένειες είναι μια τριμερής αλληλεπίδραση που χρειάζεται όλα τα συστατικά:

- Παθογόνο;
- κεντρικός υπολογιστής;
- περιβάλλον.

Η μη λοιμώδης νόσος είναι μια αλληλεπίδραση μόνο μεταξύ του ξενιστή και του περιβάλλοντος. Η περιοχή επικάλυψης μεταξύ παθογόνου και ξενιστή αντιπροσωπεύει υποχρεωτικά παθογόνα: την πιο απειλητική ομάδα, καθώς δεν χρειάζονται περιβαλλοντικό στρες για να προκαλέσουν κλινική ασθένεια (Lucas et al., 2019).



Εικόνα 1. Τροποποιημένο μοντέλο τριών δακτυλίων Sneizko που απεικονίζει την αλληλεπίδραση μεταξύ ξενιστή, παθογόνου και περιβάλλοντος (Lucas et al., 2019).



**Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"**

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

## 2.2. Συμπεριφορικές και σωματικές ανωμαλίες

Η μη φυσιολογική συμπεριφορά είναι συχνά η πρώτη ένδειξη ενός επικείμενου προβλήματος υγείας των ψαριών. Οι επαγγελματίες πρέπει να είναι εξοικειωμένοι με την κανονική συμπεριφορά και εμφάνιση των ειδών ψαριών. Όλες οι συμπεριφορές, συμπεριλαμβανομένης της δραστηριότητας σίτισης και κολύμβησης, και η ανταπόκριση σε ξαφνική κίνηση πρέπει να παρακολουθούνται προσεκτικά. Ο παραγωγός ψαριών πρέπει να μάθει να διακρίνει τις αποχρώσεις στη συμπεριφορά. Τα υγιή ψάρια εμφανίζουν "φυσιολογική" συμπεριφορά. Ο πίνακας 1 παραθέτει ανωμαλίες που μπορεί να παρατηρηθούν όταν τα ψάρια είναι άρρωστα. Αυτά τα σημάδια θα βοηθήσουν στη διάγνωση της αιτίας ενός προβλήματος (Timmons & Ebeling, 2013).

Πίνακας 1. Ψάρια συμπεριφορικά και φυσικά σημάδια για άγχος και ασθένεια (Timmons & Ebeling, 2013)

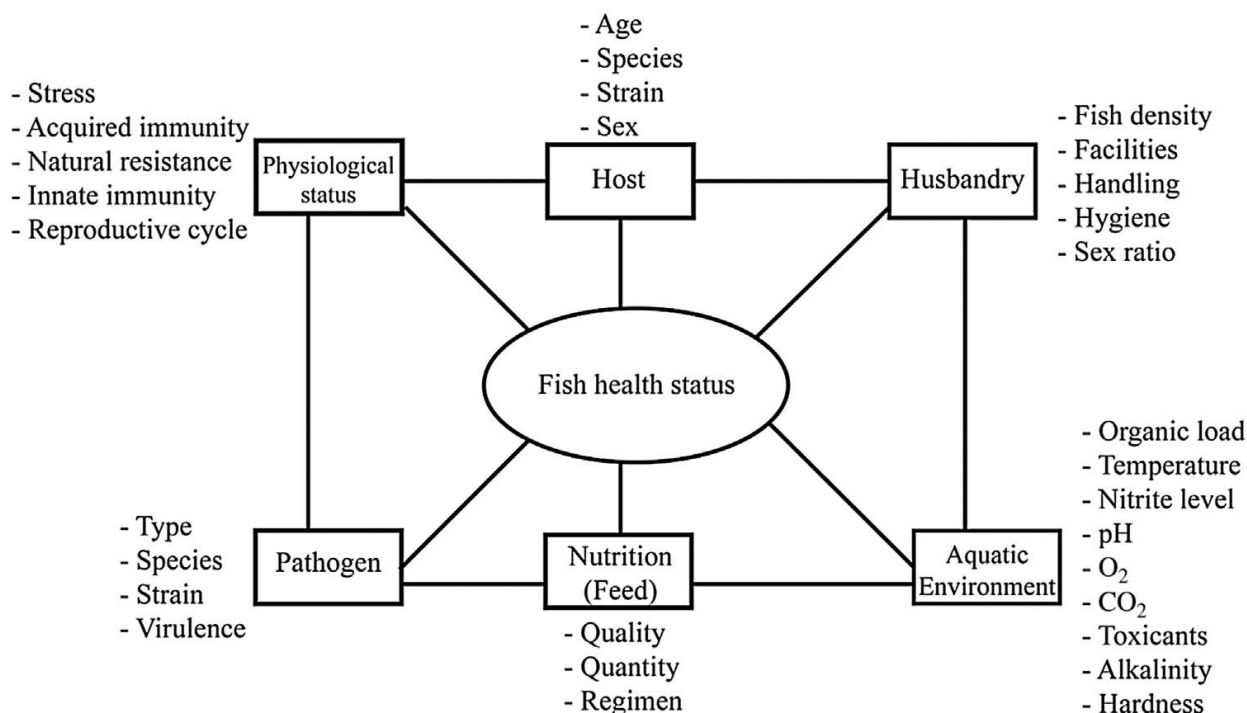
Συμπεριφορά ψαριών	Σημάδια που πρέπει να παρατηρήσετε
Κίνηση	Αδύναμη, ακανόνιστη ή ληθαργική κολύμβηση Αυξημένη ή μειωμένη αντίδραση σε εξωτερικά ερεθίσματα όπως θόρυβος ή κίνηση Εύσιμο, αναβοσβήνει ή τρίβεται στη δεξαμενή τοίχους ή πυθμένα Συσπάσεις, βελάκια, κλώση ή άλματα έξω από το νερό Συνωστισμός κοντά στην εισερχόμενη παροχή νερού Κολύμπι ανάποδα Λαχανιάζοντας στην επιφάνεια του νερού
Διατροφή	Μη σίτιση Μειωμένη σίτιση (ανιχνεύεται από καμπύλες ανάπτυξης καθώς και παρατήρηση)
Αναπνοή	Μειωμένος ρυθμός οπτικής κίνησης Αυξημένος ρυθμός οπτικής κίνησης
Φυσική κατάσταση	Ορατές βλάβες ή πληγές Θολά μάτια Προεξέχοντα μάτια Βράγχια πρησμένα, λευκά, ροζ ή ανοιχτό κόκκινο, διαβρωμένα, πρησμένο, αιματηρό, καφέ Απώλεια κλίμακας Πρησμένη κοιλιά Περίσσεια βλεννογόνου στο δέρμα και/ή βράγχια (Επίσης, ελέγξτε για περίσσεια βλέννας στις οθόνες δεξαμενών) Κηλίδες ή μύκητες στο δέρμα Ασυνήθιστοι χρωματισμοί στην επιφάνεια του σώματος, συμπεριλαμβανομένου του κόκκινου πρησμένες περιοχές, γκρι ή κίτρινες αλλοιώσεις Flared opercula (βραγχιακά καλύμματα) Φθαρμένα πτερύγια ή ουρά Φυσαλίδες στα μάτια ή στο δέρμα



**Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"**

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

Τα ψάρια που εκτρέφονται σε συστήματα υδατοκαλλιέργειας αντιμετωπίζουν διάφορους τύπους στρεσογόνων παραγόντων που μπορούν να ταξινομηθούν ευρέως σε αβιοτικούς και βιοτικούς στρεσογόνους παράγοντες. Οι επιδράσεις των αβιοτικών στρεσογόνων παραγόντων στα εκτρεφόμενα ψάρια είναι πολύ δύσκολο να εκτιμηθούν (Σχήμα 2). Μερικοί από τους βιοτικούς παράγοντες μπορούν εύκολα να ελεγχθούν και ένας προσεκτικός χειρισμός ορισμένων βιοτικών παραγόντων μπορεί να αποτρέψει με επιτυχία ή τουλάχιστον να ελαχιστοποιήσει την απώλεια ασθενειών στην υδατοκαλλιέργεια (Jeney, 2017).

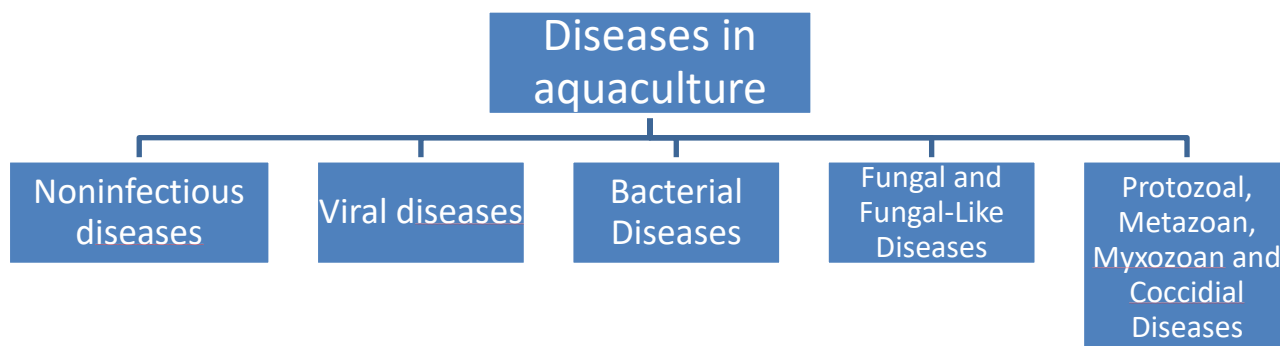


Εικόνα 2. Παράγοντες που επηρεάζουν την κατάσταση της υγείας των ψαριών (Jeney, 2017)

### 2.3. Ταξινόμηση ασθενειών στην υδατοκαλλιέργεια

Οι ασθένειες στην υδατοκαλλιέργεια μπορούν να χωριστούν σε μερικές ομάδες: μη μολυσματικές ασθένειες, ιογενείς ασθένειες, ασθένειες βακτηρίων, ασθένειες που προκαλούνται από μύκητες και μυκητιασικούς οργανισμούς και ασθένειες που προκαλούνται από παράσιτα (πρωτόζωα, μετάρζωα και μυξόζωα, κοκκίδια κ.λπ.) (Εικόνα 3).





Εικόνα 3. Ταξινόμηση ασθενειών στην υδατοκαλλιέργεια

Λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τις ασθένειες, την αιτιολογία, τη σηματοδότηση, τον παράγοντα κινδύνου, τη διαχείριση και την πρόληψη μπορούν να βρεθούν σε εξειδικευμένες πηγές, βιβλία, βάσεις δεδομένων, για παράδειγμα:

- Κλινικός οδηγός για την ιατρική των ψαριών. (2021). Στο Wiley eBooks.;
- Noga, E. J. (2010). Ασθένεια των ψαριών: διάγνωση και θεραπεία. John Wiley &; Υιοί.
- <http://afs-fhs.org/bluebook/bluebook-index.php> Τμήμα Υγείας Ψαριών BLUE BOOK 2014 Edition. Προτεινόμενες διαδικασίες για την ανίχνευση και ταυτοποίηση ορισμένων παθογόνων ψαριών με πτερύγια και οστρακοειδών.
- <http://www.thefishsite.com/diseaseinfo/>
- [https://www.dnr.state.mn.us/fish\\_diseases/index.html](https://www.dnr.state.mn.us/fish_diseases/index.html) .

Παραδείγματα κοινών εξωτερικών ή εσωτερικών βλαβών ενδεικτικών παθήσεων σε καλλιεργούμενα ψάρια παρουσιάζονται στο σχήμα 4 και στο σχήμα 5.

#### 2.4. Μη λοιμώδη νοσήματα

Τα μη λοιμώδη νοσήματα σχετίζονται με την ποιότητα του νερού (χαμηλό διαλυμένο οξυγόνο, υπερκορεσμός αερίων, βαρότραυμα, καταπόνηση θερμοκρασίας, στρες pH και τοξικότητα από αμμωνία, νιτρώδη, νιτρικά, χλώρια, βαρέα μέταλλα, υδρόθειο, φυτοφάρμακα κ.λπ.) ή άλλες αιτίες (τραύμα, μυοπάθεια άσκησης, αποχρωματισμός πλευρικής γραμμής, υπερπλασία θυρεοειδούς, κύστεις βλεννομήτρας και ωοθηκών, κατακράτηση ή δέσμευση ωαρίων, δυστοκία, καταρράκτης, κερατοπάθεια λιπιδίων, ανεπάρκεια μικροθρεπτικών συστατικών, γαστρεντερικά ξένα σώματα και νεοπλασία (Clinical Guide to Fish Medicine, 2021).

#### 2.5. Ιογενείς ασθένειες

Τα περισσότερα από τα κοινά γνωστά ιικά παθογόνα των ψαριών προέρχονται από τρεις οικογένειες:

- *Herpesviridae*, *Rhabdoviridae* και *Iridoviridae*.

Οι ακόλουθες ιογενείς ασθένειες των ψαριών είναι πιο επικίνδυνες και μπορούν να αναφερθούν στον ΟΙΕ (Παγκόσμιος Οργανισμός για την Υγεία των Ζώων), περιφερειακούς και εθνικούς οργανισμούς, αρμόδιους για τις ασθένειες των ζώων (Clinical Guide to Fish Medicine, 2021):

- Κοί ιός έρπητα











Funded by  
the European Union



**Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"**

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

- ιογενής αιμορραγική σηψαιμία
- λοιμώδης αιματοποιητική νέκρωση
- Εαρινή ιαιμία του κυπρίνου
- επιζωοτική αιματοποιητική νέκρωση
- ιριδοϊός τσιπούρας
- λοιμώδης αναιμία σολομού
- αλφαϊός σαλμονιδών.

Abnormal Signs	Possible Disease Causes
	Multifocal to coalescing hemorrhage suggestive of a systemic viral and/or bacterial infection, or heavy external parasitism
	Diffuse hemorrhages, along with a hemorrhagic vent, suggestive of a systemic subacute viral and/or bacterial infection
	Furuncle suggestive of infection with <i>Aeromonas salmonicida</i>
	Deep hemorrhagic ulcer suggestive of bacterial infection
	Fin erosion and deep ulcer on the caudal peduncle suggestive of flavobacterial infection
	Exophthalmia with an ocular hemorrhage suggestive of a systemic viral and/or bacterial infection
	Severely pale gills suggestive of anemia, possibly induced by viral or bacterial infection
	Gills showing extensive tissue loss suggestive of flavobacterial infection and some viral infections (e.g., Koi herpesvirus)

Εικόνα 4. Παραδείγματα κοινών εξωτερικών βλαβών ενδεικτικών παθήσεων σε καλλιεργημένα ψάρια (Jeney, 2017)



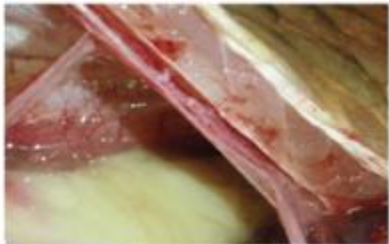
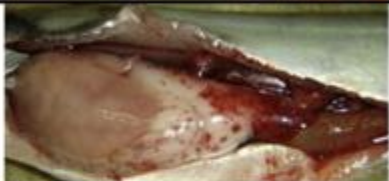


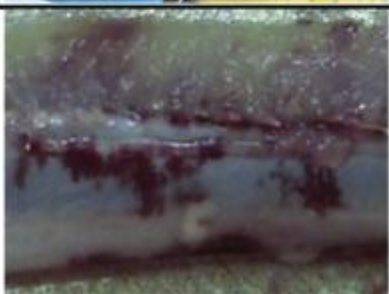



Funded by  
the European Union



Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

Abnormal Signs	Possible Disease Causes
	Presence of fluids in the abdominal cavity suggestive of a systemic bacterial and/or viral disease
	Hemorrhage in visceral fat suggestive of nutritional deficiency or systemic viral/bacterial disease
	Multiple whitish nodules in the liver suggestive of granulomatous diseases, such as mycobacteriosis, bacterial kidney disease, or piscirickettsiosis. The same lesions can be caused by encysted metacercariae of larval trematodes
	Hemorrhagic inflammation of the intestine suggestive of toxicosis or enteric redmouth disease caused by <i>Yersinia ruckeri</i>
	Hemorrhages in the swimbladder suggestive of systemic viral and/or bacterial disease
	Whitish nodules in the kidney parenchyma suggestive of bacterial kidney disease

Εικόνα 5. Παραδείγματα κοινών εσωτερικών βλαβών ενδεικτικών παθήσεων σε καλλιεργημένα ψάρια (Jeney, 2017)



## 2.6. Βακτηριακές ασθένειες

Οι περισσότερες βακτηριακές ασθένειες των ψαριών προκαλούνται από ευκαιριακούς Gram-αρνητικούς βακίλους (ράβδους).

Αναφέρονται ορισμένες σημαντικές Gram-θετικές βακτηριακές λοιμώξεις (π.χ. *Streptococcus* και *Renibacterium spp.*; *Μυκοβακτηρίδιο spp.* μπορεί επίσης να πάρει λεκέ Gram).

Η νοσηρότητα και η θνησιμότητα είναι συχνά δευτερεύουσες σε στρεσογόνους παράγοντες. Οι συστηματικές λοιμώξεις είναι πιο συχνές, αν και μπορεί να παρατηρηθούν τοπικές λοιμώξεις. Τα κλινικά συμπτώματα είναι συχνά μη ειδικά και η οριστική διάγνωση απαιτεί βοηθητικό έλεγχο. Η θεραπεία με αντιβιοτικά πρέπει να βασίζεται στα αποτελέσματα της καλλιέργειας και της ευαισθησίας.

(Κλινικός οδηγός για την ιατρική των ψαριών, 2021)

## 2.7. Μυκητιασικές και μυκητιακές ασθένειες

Τα ψάρια είναι ευαίσθητα σε μια ποικιλία μυκητιακών και μυκητιακών ασθενειών. Ωομύκητες, *Exophiala spp.*, *Fusarium spp.*, τα μικροσπορίδια και τα μεσομυκητόζωα είναι τα πιο κοινά μυκητιακά παθογόνα.

### • Oomycota (Saprolegniasis)

- Το Oomycota, κοινώς γνωστό ως oomycetes ή καλούπια νερού, είναι μυκητιασικοί οργανισμοί που μπορούν να μολύνουν το δέρμα ή τα βράγχια των ψαριών, των αυγών ψαριών και οποιασδήποτε αποσυντιθέμενης ύλης.
- Είναι κοινά ευκαιριακά παθογόνα ψαριών γλυκού νερού και υφάλμυρων ψαριών και αποτελούν ιδιαίτερο ζήτημα για το γατόψαρο στην υδατοκαλλιέργεια.
- Η μόλυνση είναι συχνά δευτερογενής σε στρεσογόνους παράγοντες τραύματος ή θερμοκρασίας.
- Οι τυπικοί ωομύκητες μπορούν να αντιμετωπιστούν χρησιμοποιώντας ιατρική και κτηνοτροφική διαχείριση, αν και η υποτροπή είναι κοινή.
- Οι άτυποι ωομύκητες είναι πιο επεμβατικοί και οδηγούν σε σοβαρή χρόνια φλεγμονή.
- Το *Aphanomyces invadans* είναι ένας άτυπος ωομύκητας που μπορεί να προκαλέσει εποχιακές επιζωοτίες σε άγρια και καλλιεργημένα ψάρια γλυκού νερού και υφάλμυρα.

## 2.8. Πρωτοζωικές, μεταζωικές, μυξόζωες και κοκκιδιακές ασθένειες

Το *Ichthyophthirius multifiliis* είναι ένα κροσσωτό πρωτόζωο εκτοπαράσιτο που μολύνει το δέρμα και τα βράγχια των οστεωδών ψαριών γλυκού νερού. Η ασθένεια ονομάζεται συχνά γλυκό νερό ich ή λευκό σημείο.

Τα μετάζωα είναι πολυκύτταροι ευκαρυωτικοί οργανισμοί. Τα μονογενή είναι επίπεδα σκουλήκια (τρηματώδη) που είναι κοινά εκτοπαράσιτα ψαριών. Τα καψαλίδια είναι μεγάλα, ωοειδή, φωτόκα



## Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

μονογενή. Μολύνουν το δέρμα, τα μάτια και τα βράγχια των θαλάσσιων ψαριών. Οι βδέλλες είναι αιματοφάγα παράσιτα μεταζώων. Είναι συχνά ορατά στο δέρμα, στα πτερύγια.

Τα μυξόζωα είναι κοινά παράσιτα άγριων ψαριών και υδατοκαλλιεργειών λιμνών. Τα περισσότερα από αυτά τα παράσιτα έχουν έμμεσο κύκλο ζωής, που συνήθως περιλαμβάνει ολιγοχαίτη, πολυχαίτη ή βρυόζωο.

### 2.9. Κυριότερες ασθένειες μαλακίων, καρκινοειδών

Παγκοσμίως, τα πρωτόζωα παράσιτα είναι η πιο σημαντική αιτία απωλειών στις δίθυρες βιομηχανίες. Αυτή η κυριαρχία των πρωτοζωικών παρασίτων αντικατοπτρίζεται σε έναν οδηγό ασθενειών για τον καλλιεργητή μαλακίων (Elston, 1990). Από τις 11 «αξιοσημείωτες ασθένειες στρειδιών» που περιγράφονται σε αυτόν τον οδηγό, επτά προκαλούνται από πρωτόζωα:

- *Μορίνα Perkinsus*;
- *Haplosporidium nelsoni*;
- *Haplosporidium costalis*;
- *Bonamia mackini*;
- *Bonamia ostrea*;
- *Marteilia refringens*; και
- *Εξάμιτης nelsoni*.

Δεν είναι μόνο τα πρωτόζωα που προκαλούν ασθένειες στα μαλάκια, ωστόσο, εμπλέκονται επίσης ιοί και βακτήρια. Οι ιοί έχουν προκαλέσει θνησιμότητα στα εκκολαπτήρια και σημαντικά προβλήματα ανάπτυξης στη θαλάσσια καλλιέργεια γαρίδας. Ο πιο καταστροφικός ιός που είναι γνωστός μέχρι σήμερα είναι ο ιός του συνδρόμου λευκών κηλίδων (WSSV) (Lucas et al., 2019).

### 2.10. Εξάπλωση παθογόνων παραγόντων στην υδατοκαλλιέργεια

Η εξάπλωση παθογόνων παραγόντων είναι μια διαδικασία που εξαρτάται από την πυκνότητα και, ως εκ τούτου, επηρεάζεται από τα ποσοστά εκτροφής. Υπάρχει μια σχέση τέτοια ώστε όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα, τόσο μικρότερη είναι η απόσταση μεταξύ των γειτόνων. Αυτό οδηγεί σε μεγαλύτερη πιθανότητα οι παθογόνοι παράγοντες να διασχίζουν την απόσταση μεταξύ ξενιστών σε βιώσιμη κατάσταση.

Τα ακίνητα παθογόνα όπως οι ιοί, τα μη κινητά βακτήρια, τα σπορόζωα και τα αυγά παρασίτων ακολουθούν βασικά τους νόμους διάχυσης και, ως εκ τούτου, σε συνθήκες ακίνητου νερού θα σχηματιστεί μια βαθμίδα συγκέντρωσης των παθογόνων γύρω από ένα μολυσμένο άτομο.

Αλλά παθογόνα όπως βακτήρια, μυκητιακά ζωοσπόρια, πρωτόζωα και μετάζωα έχουν γενικά ενεργές αλλά μεταβλητές δυνατότητες διασποράς. Καθώς αυξάνεται η απόσταση, λιγότερα παθογόνα θα είναι σε θέση να φτάσουν σε ευαίσθητους ξενιστές για να δημιουργήσουν ή να συνεχίσουν μια επιδημία ασθένειας (ξέσπασμα). Καθώς υπάρχει φυσική φθορά παθογόνων στο περιβάλλον, εάν το παθογόνο δεν φτάσει σε έναν ευαίσθητο ξενιστή σε καθορισμένο χρονικό διάστημα, η πιθανότητα δημιουργίας νέας λοίμωξης είναι σχεδόν μηδενική (Lucas et al., 2019).



## Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

Με την αποθήκευση εγκαταστάσεων με μονοκαλλιέργειες, η υδατοκαλλιέργεια αποκλείει τόσο τους θηρευτές όσο και τους ανταγωνιστές των καλλιεργούμενων ειδών. Ένας μεγάλος αριθμός θηραμάτων των καλλιεργούμενων ειδών αποκλείεται επίσης. Ο αποκλεισμός των συμβιούντων ζώων έχει ως αποτέλεσμα την απομάκρυνση των ενδιάμεσων ξενιστών και των οριστικών ξενιστών από το οικοσύστημα υδατοκαλλιέργειας. Αυτό σπάει αποτελεσματικά τον κύκλο ζωής πολλών από τους ελμινθούς πολλαπλών ξενιστών (π.χ. διγενείς και πετάδες), οι οποίοι κατά συνέπεια έχουν μικρότερο ρόλο στις ασθένειες στην υδατοκαλλιέργεια από ό, τι σε άγριους πληθυσμούς. Τα θαλάσσια κλουβιά είναι πολύ λιγότερο αποτελεσματικά στο σπάσιμο αυτών των κύκλων ζωής από τις λίμνες ή τα συστήματα ανακυκλοφορίας (Lucas et al., 2019).

Η υπερθέρμανση του πλανήτη μπορεί να μεταβάλει την κατανομή και τον επιπολασμό των παθογόνων παραγόντων μεταβάλλοντας τις περιβαλλοντικές συνθήκες και διαταράσσοντας τα οικοσυστήματα. Νέα παθογόνα μπορεί να εμφανιστούν ή προηγουμένως σπάνια παθογόνα μπορεί να γίνουν πιο κοινά. Τα είδη υδατοκαλλιέργειας ενδέχεται να αντιμετωπίσουν νέα ή πιο επιθετικά παθογόνα τα οποία δεν είναι προσαρμοσμένα να χειριστούν, αυξάνοντας τον κίνδυνο εκδήλωσης ασθενειών και περιπλέκοντας τις προσπάθειες διαχείρισης.

### 2.11. Μέθοδοι θεραπείας ασθενειών ψαριών

Διάφορες μέθοδοι θεραπείας και εφαρμογής φαρμάκων ελέγχουν τις ασθένειες των ψαριών, όπως περιγράφεται στο (Parker, R., 2011).

**Βουτιά.** Στη μέθοδο εμβάπτισης, χρησιμοποιείται ένα ισχυρό διάλυμα μιας χημικής ουσίας για σχετικά μικρό χρονικό διάστημα. Αυτή η μέθοδος μπορεί να είναι επικίνδυνη επειδή τα διαλύματα που χρησιμοποιούνται είναι συγκεντρωμένα. Η διαφορά μεταξύ μιας αποτελεσματικής δόσης και μιας θανατηφόρας δόσης είναι συνήθως πολύ μικρή. Τα ψάρια τοποθετούνται συνήθως σε ένα δίχτυ και βυθίζονται σε ένα ισχυρό διάλυμα της χημικής ουσίας για μικρό χρονικό διάστημα, συνήθως 15 έως 45 δευτερόλεπτα, ανάλογα με τον τύπο της χημικής ουσίας, τη συγκέντρωση και το είδος των ψαριών που υποβάλλονται σε επεξεργασία.

**Εξάπτομαι.** Αυτή η μέθοδος είναι αρκετά απλή και συνίσταται στην προσθήκη ενός αρχικού διαλύματος μιας χημικής ουσίας στο άνω άκρο της μονάδας που πρόκειται να υποστεί επεξεργασία, επιτρέποντάς της στη συνέχεια να ξεπλυθεί μέσω της μονάδας. Πρέπει να υπάρχει επαρκής ροή νερού ώστε η χημική ουσία να μπορεί να ξεπλυθεί μέσω της μονάδας ή του συστήματος σε σύντομο χρονικό διάστημα. Αυτή η μέθοδος δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε λίμνες.

**Παρατεταμένος.** Υπάρχουν δύο τύποι παρατεταμένων θεραπειών: μια βραχυπρόθεσμη ή λουτρική θεραπεία και μια αόριστη παρατεταμένη θεραπεία.

**Μπάνιο.** Η απαιτούμενη ποσότητα χημικής ουσίας ή φαρμάκου προστίθεται απευθείας στη μονάδα εκτροφής ή διατήρησης και αφήνεται για καθορισμένο χρονικό διάστημα, συνήθως μία ώρα. Η χημική ουσία ή το φάρμακο στη συνέχεια ξεπλένεται γρήγορα με γλυκό νερό. Αρκετές προφυλάξεις πρέπει να τηρούνται με αυτή τη θεραπεία για την πρόληψη σοβαρών απωλειών. Αν και μπορεί να συνιστάται χρόνος θεραπείας μίας ώρας, τα ψάρια πρέπει να παρακολουθούνται κατά τη διάρκεια της περιόδου θεραπείας. Κατά το πρώτο σημάδι δυσφορίας, προστίθεται γρήγορα γλυκό νερό. Η





## Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

χρήση αυτής της μεθόδου απαιτεί εξαιρετική προσοχή για να διασφαλιστεί ότι η χημική ουσία κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλη τη μονάδα για να αποφευχθεί η εμφάνιση θερμού σημείου της χημικής ουσίας.

**Αόριστος.** Συνήθως αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται για την επεξεργασία λιμνών ή δεξαμενών έλξης. Εφαρμόζεται χαμηλή συγκέντρωση μιας χημικής ουσίας και αφήνεται να διαλυθεί φυσικά. Αυτή είναι γενικά μια από τις ασφαλέστερες μεθόδους θεραπείας. Ένα σημαντικό μειονέκτημα είναι οι μεγάλες ποσότητες χημικών ουσιών που απαιτούνται, οι οποίες μπορεί να είναι απαγορευτικά ακριβές. Όπως και στην επεξεργασία λουτρού, η χημική ουσία πρέπει να κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλη τη μονάδα για την αποφυγή θερμών σημείων.

**Διατροφή.** Για τη θεραπεία ορισμένων ασθενειών, το φάρμακο ή το φάρμακο πρέπει να τροφοδοτείται ή με κάποιο τρόπο να εισάγεται στο στομάχι του άρρωστου. Αυτό μπορεί να γίνει είτε με την ενσωμάτωση του φαρμάκου στο φαγητό είτε με τη στάθμιση της σωστής ποσότητας φαρμάκου, τοποθετώντας το σε μια κάψουλα ζελατίνης και στη συνέχεια χρησιμοποιώντας ένα πιστόλι για να το εισάγετε στο στομάχι του ψαριού. Αυτός ο τύπος θεραπείας βασίζεται στο σωματικό βάρος.

**Ενέσεις.** Τα μεγάλα και πολύτιμα ψάρια, ιδιαίτερα όταν εμπλέκονται μόνο μικροί αριθμοί, μπορούν μερικές φορές να αντιμετωπιστούν καλύτερα με την ένεση του φαρμάκου στην κοιλότητα του σώματος - ενδοπεριτοναϊκή (IP) - ή στον μυϊκό ιστό - ενδομυϊκή (IM). Τα περισσότερα φάρμακα δρουν πιο γρήγορα όταν εγχέονται IP από ό, τι IM. Οι ενέσεις IP απαιτούν προσοχή για να διασφαλιστεί ότι δεν έχουν υποστεί βλάβη τα εσωτερικά όργανα. Η ευκολότερη θέση για ενέσεις IP είναι η βάση ενός από τα πυελικά πτερύγια. Για τις ενέσεις IM, η καλύτερη θέση είναι συνήθως η περιοχή ακριβώς δίπλα στο ραχιαίο πτερύγιο (Parker, R., 2011).

Οι αλλαγές στις περιβαλλοντικές συνθήκες μπορούν να οδηγήσουν σε μετατοπίσεις των πληθυσμών παθογόνων και στην εμφάνιση νέων ή πιο λοιμογόνων παθογόνων παραγόντων. Η εμφάνιση προηγούμενων μη αναγνωρισμένων ασθενειών, αυξημένων εστιών ασθενειών και προκλήσεων στη διάγνωση και τη θεραπεία.

### 3. Μέτρα προστασίας και βιοτεχνολογικές εφαρμογές για τον μετριασμό των επιπτώσεων των ασθενειών

Η διαχείριση της υγείας των ψαριών περιγράφει πρακτικές διαχείρισης που έχουν σχεδιαστεί για την πρόληψη των ασθενειών των ψαριών. Μόλις αρρωστήσουν τα ψάρια, η διάσωση είναι δύσκολη. Η επιτυχής διαχείριση της υγείας των ψαριών ξεκινά με την πρόληψη ασθενειών και όχι με τη θεραπεία. Η καλή διαχείριση της ποιότητας του νερού, η διατροφή και η αποχέτευση αποτρέπουν ασθένειες των ψαριών. Χωρίς αυτό το θεμέλιο, οι εστίες ευκαιριακών ασθενειών είναι αδύνατο να αποφευχθούν. Τα ψάρια λούζονται συνεχώς σε πιθανά παθογόνα, συμπεριλαμβανομένων βακτηρίων, μυκήτων και παρασίτων. Η κακή ποιότητα του νερού, η κακή διατροφή ή η καταστολή του ανοσοποιητικού συστήματος που γενικά συνδέονται με αγχωτικές συνθήκες επιτρέπουν σε αυτά τα πιθανά παθογόνα να προκαλέσουν ασθένειες. Τα φάρμακα που χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία





## Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

ασθενειών αγοράζουν χρόνο για τα ψάρια και τους επιτρέπουν να ξεπεράσουν ευκαιριακές λοιμώξεις, αλλά δεν υποκαθιστούν τη σωστή κτηνοτροφία. (Parker, 2011).

Η υπερθέρμανση του πλανήτη απαιτεί τακτική και ολοκληρωμένη παρακολούθηση της ποιότητας του νερού, των επιπέδων παθογόνων και των δεικτών υγείας. Η παρακολούθηση αυτή περιλαμβάνει τη χρήση προηγμένων διαγνωστικών εργαλείων και τεχνικών επιτήρησης για τον έγκαιρο εντοπισμό και την αντιμετώπιση εστιών ασθενειών.

### 3.1. Η φιλοσοφία του ελέγχου των νοσημάτων

Ο έλεγχος των ασθενειών στην υδατοκαλλιέργεια επιχειρείται συνήθως με την υπόθεση ότι η απουσία παθογόνων είναι η επιθυμητή κατάσταση. Ωστόσο, η πιθανότητα έναρξης μιας επιχείρησης υδατοκαλλιέργειας χωρίς δυνητικά παθογόνα στο σύστημα είναι πολύ μικρή και τίθεται το ερώτημα εάν είναι οικονομικά αποδοτικό να επιτευχθεί μια κατάσταση απαλλαγμένη από παθογόνα. Αυτή η στρατηγική «ολικής εξάλειψης των παθογόνων» είναι η κλασική προσέγγιση για τον έλεγχο των ασθενειών: η παθοκεντρική προσέγγιση (Lucas et al., 2019).

Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη λήψη αποφάσεων σχετικά με μέτρα ελέγχου στην υδατοκαλλιέργεια:

- **Το κόστος του μέτρου ελέγχου.** Ορισμένα παθογόνα καθιστούν τον πολιτισμό αντιοικονομικό με την παρουσία τους και πρέπει να απομακρυνθούν εντελώς από το σύστημα καλλιέργειας.
- **Η πιθανότητα επαναμόλυνσης.** Στην ιδανική περίπτωση, δεν θα πρέπει να υπάρχει σχεδόν καμία πιθανότητα να αποκτηθεί εκ νέου ο παθογόνος παράγοντας από το περιβάλλον ή από άγρια αποθέματα στην περιοχή. Εναλλακτικά, η μόλυνση με παθογόνο και η επακόλουθη θεραπεία θα επιτρέψει συχνά στο ανοσοποιητικό σύστημα των σπονδυλωτών να προετοιμαστεί και έτσι οι περαιτέρω λοιμώξεις είναι περιορισμένες.
- **Επαρκής δοκιμασία για τον παθογόνο παράγοντα.** Πρέπει να είναι δυνατή η ακριβής ταυτοποίηση του παθογόνου παράγοντα ώστε να είναι δυνατή η εκτίμηση της επίδρασης των μέτρων καταπολέμησης στον παθογόνο παράγοντα.

### 3.2. Τεχνικές γενικευμένης διαχείρισης νόσων

Ο σημαντικότερος παράγοντας για τη μετακίνηση και την εισαγωγή παθογόνων παραγόντων στις εκμεταλλεύσεις και, μάλιστα, σε οποιαδήποτε γεωγραφική κλίμακα, είναι η μετακίνηση των ζώων. Αυτό περιλαμβάνει:

- ιδίως ζώντες γεννήτορες·
- ζώντες μορφές προνυμφών για την εκτροφή·
- ζωντανοί εναλλακτικοί οικοδεσπότες.
- κατεψυγμένα σφάγια για κατανάλωση από τον άνθρωπο·
- ζωοτροφές υδατοκαλλιέργειας· και
- δόλωμα.



**Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"**

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

Η πλειοψηφία των νέων εισαγωγών παθογόνων σε μη μολυσμένα συστήματα οφείλεται στην ανεξέλεγκτη μετακίνηση μολυσμένων ζώων. Μερικές φορές αυτό είναι αναπόφευκτο, καθώς η υδατοκαλλιέργεια δεν υπάρχει χωρίς γεννήτορες ή ζώντα ιχθύδια για εκτροφή. Ωστόσο, η βιοασφάλεια των γεννητόρων, του υπ' αριθμόν ένα ρύπου, έχει συχνά παραμεληθεί και θα πρέπει να είναι το πρώτο σημείο που εξετάζεται. Έτσι, στην Ευρώπη είναι υποχρεωτικό να ελέγχονται οι γεννήτορες για ένα ευρύ φάσμα ασθενειών υποχρεωτικής δήλωσης (βακτηριακών και ιογενών) πριν επιτραπεί η μεταφορά (Lucas et al., 2019).

Εάν δεν υπάρχουν διαθέσιμοι γεννήτορες απαλλαγμένοι από παθογόνους παράγοντες, ποια είναι η κατάσταση παθογόνου του γεννήτορα που χρησιμοποιείται; Για παράδειγμα, στην υδατοκαλλιέργεια θαλάσσιων ψαριών με πτερύγια και στην υδατοκαλλιέργεια γαρίδας, η ιογενής εγκεφαλοπάθεια και η αμφιβληστροειδοπάθεια και ο ιός του συνδρόμου λευκών κηλίδων, αντίστοιχα, μεταδίδονται κάθετα από γεννήτορες σε προνύμφες και στη συνέχεια διανέμονται μέσω μολυσμένων μεταπρονυμφών και νεαρών σε αγροκτήματα.

Ενώ είναι αδύνατο να έχουμε στρατηγικές που θα λειτουργήσουν για όλα τα παθογόνα, υπάρχουν ορισμένες διαδικασίες που μπορούν να βοηθήσουν στον περιορισμό των παθογόνων εντός των συστημάτων καλλιέργειας (Lucas et al., 2019).

- **Καλλιέργεια παρτίδας.** Η καλλιέργεια παρτίδας λειτουργεί με βάση την αρχή «όλα μέσα, όλα έξω».
- **Εισερχόμενη επεξεργασία νερού.** Η επεξεργασία του εισερχόμενου νερού είναι απαραίτητη στα συστήματα καλλιέργειας ανακύκλωσης και πιο χρήσιμη στα εκκολαπτήρια από τις καταστάσεις ανάπτυξης λόγω του τεράστιου όγκου νερού που εμπλέκεται στο τελευταίο. Η επεξεργασία νερού περιλαμβάνει χημική αποστείρωση (χλώριο, ιωδοφόρα, όζον) και φυσική αποστείρωση (υπεριώδες φως).
- **Χαμηλότερη πυκνότητα εκτροφής.** Με τη μείωση της πυκνότητας των ζώων, αυξάνεται η μέση απόσταση μεταξύ των ψαριών και μειώνεται η πιθανότητα ενός παθογόνου παράγοντα να φτάσει στον επόμενο ξενιστή σε εκθετική κλίμακα. Για θεωρητικούς λόγους, οι επιδημίες ασθενειών θα εξαφανιστούν, εκτός εάν υπάρχει ένας κατώτατος αριθμός ξενιστών σε μια δεδομένη περιοχή. Απλοϊκά, κάθε μολυσμένος ξενιστής πρέπει να μολύνει τουλάχιστον δύο άλλους ξενιστές καθώς υποκύπτει, διαφορετικά η επιδημία δεν θα διαδοθεί. Επιδιόρθωση, η είωση τη ρύπανση των ζώων θα ειώσει ερίση το ερίριεδο του άγχους ρίου ριροκαλείται αρίο την αλληλεπίδραση των αδελφών και τον ανταγωνισμό για χώρο και τροφή.
- **Ενιαίες κάλτσες φωτοκίας.** Η διαφορική ανάπτυξη είναι ένας καλός δείκτης κακής υγείας σε έναν αιχμάλωτο πληθυσμό. Τα Runts είναι πολύ χρήσιμα για τον έλεγχο για ασθένειες, καθώς είτε είναι καχεκτικά από παθογόνους παράγοντες, είτε συμπεριφορικά και διατροφικά στρεσαρισμένα με το να βρίσκονται στο κάτω μέρος μιας σειράς ραμφίσματος. Τέτοια στρεσαρισμένα ζώα θα εκφράσουν επίσης παθογόνους παράγοντες. Εάν ένας μικτός πληθυσμός αναπαραγωγής χρησιμοποιείται για την αποθήκευση ενός συστήματος καλλιέργειας, η διαφορική ανάπτυξη λόγω ηλικίας, γενετικής ή παραλλαγών στις συνθήκες εκκόλαψης θα επισκιάσει τη διαφορική ανάπτυξη που προκαλείται από παθογόνα. Έτσι, η



## Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

αποθήκευση με μία μόνο φωτοκία είναι ιδιαίτερα επωφελής για έναν υδρόβιο παθολόγο. Αυτή η τεχνική δεν είναι τόσο χρήσιμη σε πολλά είδη ψαριών με πτερύγια όπου η ταξινόμηση μεγέθους αποτελεί φυσιολογικό μέρος της καλλιέργειας (π.χ. χέλια, σολομός και πέστροφα), αλλά λειτουργεί καλά για ασπόνδυλα (π.χ. καραβίδες γλυκού νερού). Αυτή η τεχνική υπογραμμίζει επίσης το πρόβλημα μιας πολύ κοινής πρακτικής μεταξύ των ιχθυοκαλλιεργητών. Κατά τη συγκομιδή, οι περισσότεροι ιχθυοκαλλιεργητές θα τοποθετήσουν τα runts που είναι πολύ μικρά για να καλύψουν τις ανάγκες της αγοράς σε μια λίμνη για να τους επιτρέψουν να αναπτυχθούν στο μέγεθος της αγοράς. Αυτό παραβλέπει τους πιο πιθανούς λόγους για την αποτυχία τους να φτάσουν στο μέγεθος της αγοράς: διακυβεύονται από την ύπαρξη μιας ασθένειας. Ως εκ τούτου, στην πραγματικότητα, ο αγρότης διατηρεί μια δεξαμενή ασθενών ατόμων στο αγρόκτημα για να μολύνει την επόμενη εκτροφή.

- **Γεννήτορες απαλλαγμένοι από ειδικά παθογόνα.** Τα περισσότερα παθογόνα είναι πιο λοιμογόνα στα νεότερα στάδια ενός ξενιστή. Με την παραγωγή απογόνων από γεννήτορες απαλλαγμένους από συγκεκριμένα παθογόνα, οι απόγονοι έχουν καλές πιθανότητες να αναπτυχθούν σε μη ευαίσθητο μέγεθος πριν μολυνθούν και έτσι μια καλλιέργεια μπορεί να παραχθεί ακόμη και σε μια περιοχή όπου η ασθένεια επηρεάζει τακτικά τα ζώα. Αυτό μπορεί επίσης να λειτουργήσει εάν όλα τα στάδια ζωής είναι εξίσου ευαίσθητα, αλλά με καθυστερημένη μόλυνση του ξενιστή, η καλλιέργεια μπορεί να καλλιεργηθεί για συγκομιδή πριν η ασθένεια έχει την ευκαιρία να εγκατασταθεί.
- **Μείωση του στρες.** Το άγχος χρησιμοποιείται συχνά ως δικαιολογία για προβλήματα όταν δεν υπάρχει άλλη λογική εξήγηση. Παρά αυτή τη νεφελώδη χρήση της έννοιας του στρες, έχει μια πραγματική φυσιολογική βάση και συνέπειες. Οι δυσμενείς συνθήκες οδηγούν σε προσαρμοστική απόκριση και επιτυγχάνεται ένα νέο επίπεδο ομοιόστασης. Εάν αυτό δεν επιτευχθεί, τότε ακολουθεί εξάντληση μαζί με την υπερπαραγωγή των ορμονών του στρες. Οι δύο πιο πρακτικοί τρόποι περιορισμού της καταπόνησης είναι ο διπλασιασμός του αερισμού, ανακουφίζοντας έτσι τυχόν πίεση οξυγόνου που μπορεί να συμβεί, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια ζεστών καλοκαιριών, και η μείωση της πυκνότητας εκτροφής.
- **Εμβολιασμός.** Ο εμβολιασμός βασικά λειτουργεί με την προϋπόθεση ότι υπάρχει ανοσολογική μνήμη και ότι η προηγούμενη έκθεση σε παθογόνο θα επιτρέψει ισχυρότερη και ταχύτερη ανοσολογική απόκριση (Lucas et al. (2019).

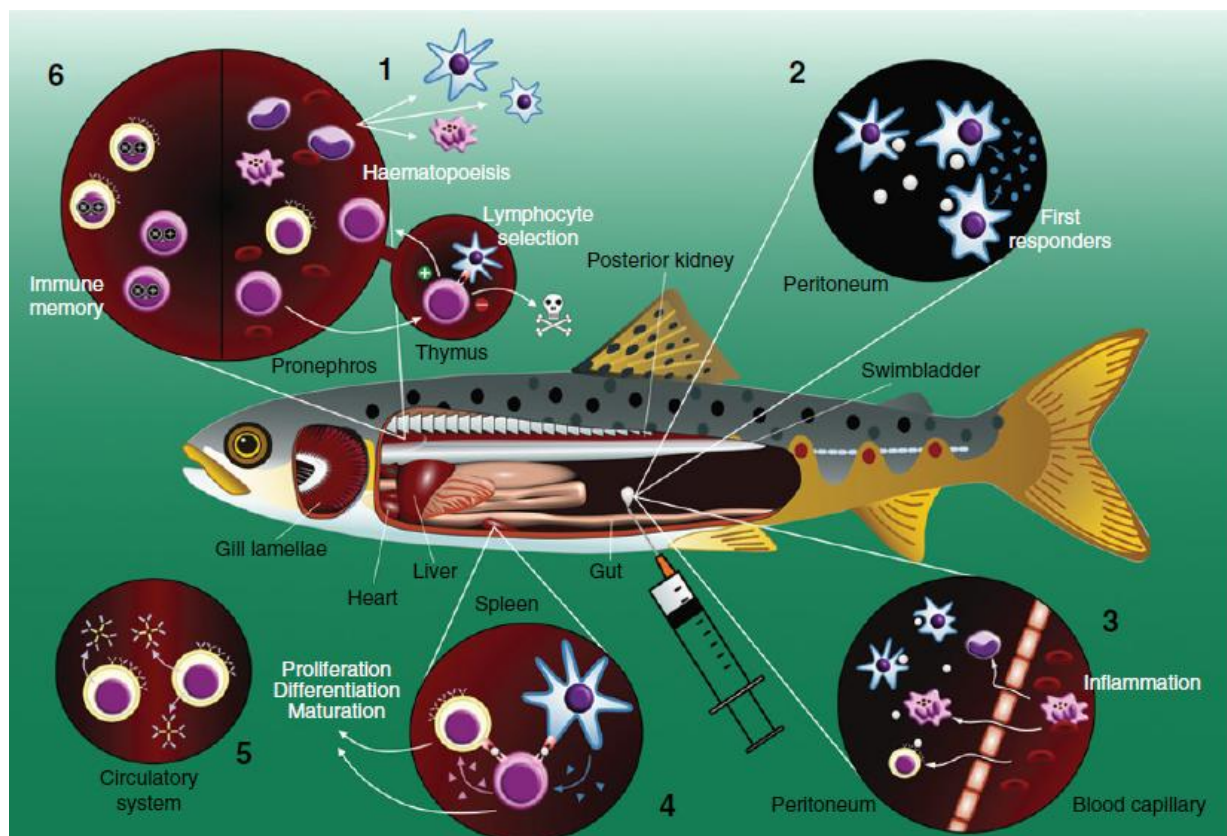
### 3.3. Εμβολιασμός ψαριών

Ο όρος εμβόλιο χρησιμοποιείται πλέον γενικότερα για να ορίσει κάθε παρασκεύασμα που χρησιμοποιείται για την παροχή ανοσίας σε μια ασθένεια με εμβολιασμό και η αρχή βασίζεται στο ότι ο λήπτης διαθέτει προσαρμοστικό ανοσοποιητικό σύστημα το οποίο ξεκινά μια απόκριση στα συστατικά του εμβολίου που έχει ως αποτέλεσμα τη μνήμη αυτών των συστατικών. Το ανοσοποιητικό σύστημα του εμβολιασμένου ατόμου είναι στη συνέχεια σε θέση να ανταποκριθεί πιο

**Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"**

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

γρήγορα και να ενεργοποιήσει προστατευτικά συστήματα τελεστών με μεγαλύτερο μέγεθος σε επόμενες συναντήσεις με τα ίδια πρότυπα ή δομές (Εικόνα 6) (Lucas et al., 2019).



Εικόνα 6. Σχηματική αναπαράσταση του σολομού του Ατλαντικού *rain* που δείχνει τους κύριους ανοσοποιητικούς ιστούς και την εξέλιξη της απόκρισης στον εμβολιασμό με ενδοπεριτοναϊκή ένεση (Lucas et al. (2019).

Η ανοσοποίηση των ψαριών υδατοκαλλιέργειας έχει ξεκινήσει για πάνω από 50 χρόνια. Ο εμβολιασμός είναι ένα αποτελεσματικό μέσο για την πρόληψη βακτηριακών και ιογενών ασθενειών. Ο εμβολιασμός συμβάλλει επίσης στην περιβαλλοντική, κοινωνική και οικονομική βιωσιμότητα του κλάδου της υδατοκαλλιέργειας. Δυστυχώς, η ανάπτυξη εμβολίων στον κλάδο της υδατοκαλλιέργειας υστερεί πολύ σε σχέση με τον κλάδο της κτηνοτροφίας. Μόνο λίγα εμβόλια έχουν καταχωρηθεί και εφαρμόζονται στη βιομηχανία. Επιπλέον, ο εμβολιασμός στα ψάρια είναι μια διαδικασία έντασης εργασίας, όπου μεμονωμένα ψάρια εγχέονται χειροκίνητα με μια δόση εμβολίου. Τα από του στόματος εμβόλια είναι μια εναλλακτική λύση στον παραδοσιακό εμβολιασμό έντασης εργασίας με ένεση χεριών. Ο εμβολιασμός από το στόμα ελαχιστοποιεί το χειρισμό και τη βλάβη στα ψάρια μειώνοντας έτσι τα ποσοστά θνησιμότητας κατά τη διάρκεια του εμβολιασμού. Η μικροενθυλάκωση, στην οποία ενσωματώνονται αντιγόνα από παθογόνα, μπορεί να είναι μια τεχνολογία για την παροχή εμβολίων από το στόμα στα ψάρια. Υπάρχουν τρόποι ανάπτυξης πρωτοποριακών εμβολίων για συστήματα χορήγησης από το στόμα. Ωστόσο, φαίνεται ότι επί του παρόντος δεν υπάρχει





Funded by  
the European Union



## Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

αποτελεσματικό εμβόλιο από το στόμα διαθέσιμο στον κλάδο της υδατοκαλλιέργειας (Yue & Shen, 2021).

Λόγω της υπερθέρμανσης του πλανήτη, είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν και να χορηγηθούν εμβόλια για την προστασία των ειδών υδατοκαλλιέργειας από συγκεκριμένες ασθένειες. Η συνεχιζόμενη έρευνα για νέα εμβόλια και στρατηγικές ανοσοποίησης είναι απαραίτητη. Απαιτείται ανάπτυξη και εφαρμογή αποτελεσματικών προγραμμάτων εμβολιασμού για την πρόληψη της εκδήλωσης συγκεκριμένων ασθενειών που προκαλούνται από την κλιματική αλλαγή.

### 3.4. Ανοσοδιαμορφωτές και ανοσοδιεγερτικά

Οι ουσίες που προκαλούν, ενισχύουν ή καταστέλλουν την ανοσολογική απόκριση ονομάζονται συλλογικά ανοσοτροποποιητές και αυτοί έχουν τη δυνατότητα να μειώσουν σημαντικά τις απώλειες που σχετίζονται με ασθένειες στην υδατοκαλλιέργεια. Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα ουσιών (ανασυνδυασμένες, συνθετικές και φυσικές) που προσφέρουν μια ελκυστική εναλλακτική λύση στα αντιβιοτικά, καθώς γενικά έχουν λιγότερες παρενέργειες από τα υπάρχοντα φάρμακα και είναι λιγότερο πιθανό το παθογόνο να αναπτύξει αντίσταση εναντίον τους (Jeney, 2017).

Τα ανοσοδιεγερτικά είναι ουσίες που διεγείρουν την ανοσολογική απόκριση των ψαριών επάγοντας ή αυξάνοντας την ανοσολογική δραστηριότητα των ψαριών, είτε μέσω αντιγονικών ειδικών αποκρίσεων, όπως εμβόλια, είτε μη ειδικά, ανεξάρτητα από την αντιγονική αναγνώριση, όπως ανοσοενισχυτικά ή μη ειδικοί ανοσοδιεγέρτες. Τα ανοσοενισχυτικά προστίθενται στα εμβόλια για να βοηθήσουν στη δημιουργία ισχυρότερης προστατευτικής απόκρισης στα αντιγόνα που υπάρχουν στο εμβόλιο και να παρέχουν αυξημένη προστασία έναντι του παθογόνου. Οι κυτοκίνες που παράγονται από το κυτταρικό ανοσοποιητικό σύστημα δρουν επίσης ως ανοσοδιεγέρτες και μπορούν να ενισχύσουν την ανοσολογική λειτουργία.

Τα ανοσοδιεγερτικά προέρχονται τόσο από φυσικές όσο και από συνθετικές πηγές. Παραδείγματα ανοσοδιεγερτικών περιλαμβάνουν β-γλυκάνες, χιτίνη, λακτοφερίνη, λεβαμισόλη, βιταμίνες Β και C, αυξητική ορμόνη και προλακτίνη. Τα ανοσοδιεγερτικά έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνουν την αντίσταση των ψαριών στις ασθένειες και ενισχύουν την ανοσολογική τους απόκριση σε περιόδους στρες. Η χρήση τους είναι πλέον συνηθισμένη στα προγράμματα ελέγχου ασθενειών για την πρόληψη μολυσματικών ασθενειών στην υδατοκαλλιέργεια, ειδικά επειδή μπορούν εύκολα να είναι

τροφοδοτείται στα ψάρια. Οι β-γλυκάνες είναι τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα ανοσοδιεγερτικά στην υδατοκαλλιέργεια, ειδικά η β-γλυκάνη (β-1,3 και 1,6-γλυκάνες) που προέρχεται από το κυτταρικό τοίχωμα της ζύμης αρτοποιίας *Saccharomyces cerevisiae*, αν και διερευνήθηκαν άλλες πηγές β-γλυκάνης (Jeney, 2017).

### 3.5. Προβιοτικά και πρεβιοτικά και προσαρμοστική διατροφή

Τα προβιοτικά είναι ζωντανοί μικροοργανισμοί, που προέρχονται από «φυσιολογικά» περιβαλλοντικά ή εντερικά βακτήρια που έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν οφέλη για την υγεία





**Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"**

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

όταν χορηγούνται σε ψάρια. Ορίζονται ως «ωφέλιμοι ζωντανοί μικροοργανισμοί όταν χορηγούνται σε έναν ξενιστή σε αποτελεσματική δόση». Επιλεγμένα βακτήρια των ειδών *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Carnobacterium*, *Shewanella*, *Bacillus*, *Aeromonas*, *Vibrio*, *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Saccharomyces*, *Pediococcus* και *Streptococcus* έχουν διερευνηθεί ως πιθανά προβιοτικά για την υδατοκαλλιέργεια. Η δράση των προβιοτικών βασίζεται στην ικανότητά τους να διεγείρουν την ανάπτυξη συγκεκριμένων μικροβίων στον εντερικό σωλήνα των ψαριών. Διατηρούν τη μικροβιακή ισορροπία του εντέρου ανταγωνιζόμενα τα παθογόνα βακτήρια για θέσεις προσκόλλησης στον βλεννογόνο του εντέρου και επίσης ανταγωνιζόμενα για θρεπτικά συστατικά. Έχουν ανταγωνιστική δράση έναντι του παθογόνου, καθώς παράγουν μια ποικιλία αντιμικροβιακών ουσιών (βακτηριοκτόνων ή βακτηριοστατικών) που εμποδίζουν την αντιγραφή ή/και σκοτώνουν το παθογόνο, εμποδίζοντας έτσι το παθογόνο να αποικίσει το έντερο του ψαριού. Επίσης, ενισχύουν άμεσα το ανοσοποιητικό του ξενιστή

απόκριση κατά του παθογόνου (Jeney, 2017).

Τα πρεβιοτικά είναι άπεπτοι υδατάνθρακες που παρέχουν οφέλη για την υγεία όταν χορηγούνται στον ξενιστή διεγείροντας την ανάπτυξη ή / και τη δραστηριότητα επιλεγμένων βακτηρίων στο έντερο των ζώων. Οι ζυμώσιμοι υδατάνθρακες θεωρούνται οι πιο ελπιδοφόροι από αυτούς, ασκώντας θετική επίδραση στη σύνθεση και τη δραστηριότητα της εγγενούς μικροχλωρίδας στο έντερο. Υπάρχουν αρκετοί πιθανοί πρεβιοτικοί υδατάνθρακες που έχουν δοκιμαστεί στην υδατοκαλλιέργεια. Τα πρεβιοτικά μεταβολίζονται στο έντερο του ξενιστή από βακτήρια όπως το *Lactobacillus* και το *Bifidobacterium*, και αυτά, με τη σειρά τους, παράγουν μεταβολίτες όπως λιπαρά οξέα βραχείας αλυσίδας που είναι σημαντικά για την υγεία του παχέος εντέρου. Μειώνουν επίσης το επίπεδο των εντερικών παθογόνων που υπάρχουν στο έντερο (Jeney, 2017).

Η χρήση προβιοτικών και ανοσοδιεγερτικών στις ζωοτροφές για την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος των ειδών υδατοκαλλιέργειας, ενισχύοντας την αντοχή τους στις ασθένειες, είναι ένας από τους σημαντικούς παράγοντες για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

Λαμβάνοντας υπόψη τις επιπτώσεις των περιβαλλοντικών αλλαγών στην ανάπτυξη και την υγεία, είναι απαραίτητο να τροποποιηθούν τα σκευάσματα ζωοτροφών και οι πρακτικές διατροφής. Αυτό απαιτεί την προσαρμογή των θρεπτικών προφίλ με βάση τη θερμοκρασία και την ποιότητα του νερού και την παροχή εξειδικευμένων τροφών για την υποστήριξη της ανοσολογικής λειτουργίας και της ανθεκτικότητας στο στρες. Ταυτόχρονα, απαιτεί παρακολούθηση της αποδοτικότητας των ζωοτροφών και πραγματοποίηση προσαρμογών ανάλογα με τις ανάγκες. Τι πρέπει να αλλάξει τις ζωοτροφές και τη διατροφή στην υδατοκαλλιέργεια λόγω της υπερθέρμανσης του πλανήτη περιγράφεται σε ξεχωριστό κεφάλαιο.

### **3.6. Ολοκληρωμένες Στρατηγικές Διαχείρισης Παθογόνων Παραγόντων στην Ιχθυοκαλλιέργεια**

Ο αντίκτυπος των παθογόνων παραγόντων στην υδατοκαλλιέργεια είναι σημαντικός - οι οικονομικές απώλειες εκτιμάται ότι ανέρχονται περίπου στο 20% της συνολικής αξίας παραγωγής. Ο κύριος



**Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"**

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

στόχος της ολοκληρωμένης διαχείρισης παθογόνων (IPM) είναι να συνδυάσει όλες τις διαθέσιμες προληπτικές και θεραπευτικές μεθόδους για να ελαχιστοποιήσει τις επιπτώσεις των παθογόνων στην αλυσίδα παραγωγής και ταυτόχρονα να ελαχιστοποιήσει τις επιπτώσεις στο περιβάλλον και να αποφύγει μελλοντικές παρενέργειες, αυξάνοντας έτσι τη βιωσιμότητα, τόσο σε οικονομικό όσο και σε περιβαλλοντικό επίπεδο (Jeney, 2017).

Ο όρος IPM περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

**Ολοκληρωμένη:** Πρόκειται για μια ολιστική προσέγγιση, καθώς συνδυάζει όλες τις διαθέσιμες στρατηγικές για τον έλεγχο της νόσου, με έμφαση στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ παθογόνου, ξενιστή και περιβάλλοντος. Η σχέση μεταξύ αυτών των τριών παραγόντων είναι πολύπλοκη, καθώς η απλή παρουσία ενός παθογόνου δεν οδηγεί απαραίτητα στην ανάπτυξη ασθένειας. Αυτή η αλληλεπίδραση, ενώ περιπλέκει την επιζωοτιολογία των ασθενειών, παρέχει ευκαιρίες ελαχιστοποίησης των επιπτώσεων της λοίμωξης.

**Παθογόνο:** Σημαίνει κάθε οργανισμό που έρχεται σε σύγκρουση με τη φυτική ή ζωική παραγωγή. Εάν ένας οργανισμός δεν έχει σοβαρό αντίκτυπο, δεν αξίζει να αναπτυχθεί IPM γι' αυτό. Η ολοκληρωμένη φυτοπροστασία λειτουργεί ιδιαίτερα καλά για παθογόνους παράγοντες με πολύπλοκους κύκλους ζωής, παρέχοντας πολλαπλές ευκαιρίες παρέμβασης.

**Διαχείριση:** Είναι ένας τρόπος να διατηρηθούν τα παθογόνα κάτω από τα επίπεδα στα οποία μπορούν να προκαλέσουν σοβαρή οικονομική ζημία. Δεν σημαίνει πάντα την εξάλειψη των παθογόνων παραγόντων. Σημαίνει την εξεύρεση στρατηγικών που είναι αποτελεσματικές και οικονομικές και διατηρούν την περιβαλλοντική ζημία στο ελάχιστο.

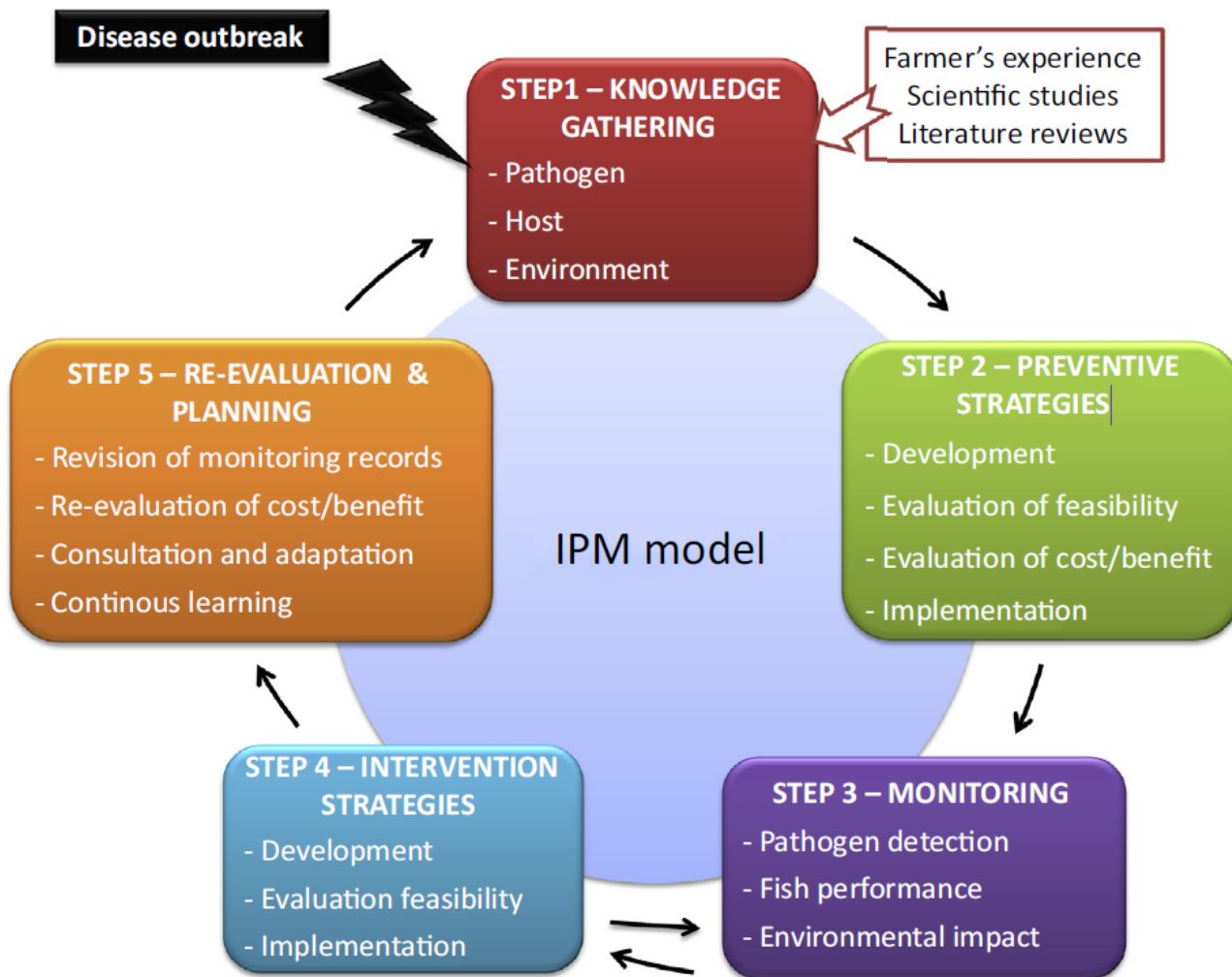
Η ανάπτυξη του IPMS είναι μια διαδικασία, που αποτελείται από διάφορα βήματα που συνοψίζονται στο σχήμα 7 (Jeney, 2017). Η διαδικασία ξεκινά όταν ένα παθογόνο προκαλεί ένα ξέσπασμα ασθένειας και το **πρώτο βήμα** συνίσταται στη συλλογή όλων των πιθανών **γνώσεων** σχετικά με τα βασικά παθογόνα (κύκλος ζωής, στρατηγικές εισβολής ξενιστών, φυσικοί εχθροί, φορείς κ.λπ.), καθώς και τους παράγοντες κινδύνου ξενιστών και περιβάλλοντος που ευνοούν την εξάπλωση και τις επιπτώσεις των παθογόνων σε έναν πληθυσμό ψαριών. Αυτές οι πληροφορίες προέρχονται αρχικά από την εμπειρία των αγροτών, επιστημονικές μελέτες και βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις. Το **δεύτερο βήμα είναι η πρόληψη**· συνεπάγεται την ανάπτυξη, την αξιολόγηση της σκοπιμότητας και του κόστους/οφέλους και την εφαρμογή των καλύτερων προληπτικών στρατηγικών για κάθε παθογόνο παράγοντα. Το **τρίτο βήμα είναι η παρακολούθηση** της νόσου, η οποία περιλαμβάνει την ανίχνευση του παθογόνου, την επιτήρηση της απόδοσης του ξενιστή και τις πιθανές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Όταν η πρόληψη δεν επαρκεί για να σταματήσει η ασθένεια, το **τέταρτο βήμα είναι η παρέμβαση**. σημαίνει την ανάπτυξη, την αξιολόγηση της σκοπιμότητας και του κόστους / οφέλους και την εφαρμογή φυσικών, χημικών ή / και βιολογικών θεραπειών. Η παρακολούθηση πραγματοποιείται επίσης μετά την παρέμβαση. Το **πέμπτο βήμα είναι η επαναξιολόγηση** και ο σχεδιασμός ενόψει των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τις διάφορες στρατηγικές, καθώς η ολοκληρωμένη φυτοπροστασία πρέπει να αξιολογείται και να βελτιώνεται συνεχώς για να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη τους, με την αναθεώρηση των αρχείων ασθενειών, την επαναξιολόγηση του κόστους/οφέλους, τη διαβούλευση και την προσαρμογή στις καινοτομίες και τη συνεχή μάθηση.



**Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"**

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

Στην ιδανική περίπτωση, θα πρέπει να επιτρέπει σε κάποιον, μακροπρόθεσμα, να καθορίσει μοντέλα πρόβλεψης. Το βήμα 5 ανατροφοδοτεί το βήμα 1, αυξάνοντας το σώμα της γνώσης. Σε αυτό το κεφάλαιο θα περιγράψουμε τις διαθέσιμες επιλογές για τα περισσότερα από αυτά τα βήματα στην ιχθυοκαλλιέργεια, οι οποίοι είναι οι σημερινοί περιοριστικοί παράγοντες για την εφαρμογή τους στους χώρους παραγωγής, καθώς και τις μελλοντικές προοπτικές (Jeney, 2017).



Εικόνα 7. Διαδικασία ανάπτυξης στρατηγικών ολοκληρωμένης διαχείρισης παθογόνων (IPM) για ασθένειες των ψαριών (Jeney, 2017).

Η υπερθέρμανση του πλανήτη επηρεάζει σημαντικά τη συχνότητα εμφάνισης και τη διαχείριση ασθενειών στα συστήματα υδατοκαλλιέργειας. Κατανοώντας την αλληλεπίδραση μεταξύ των περιβαλλοντικών αλλαγών και της δυναμικής των ασθενειών, οι δραστηριότητες υδατοκαλλιέργειας μπορούν να εφαρμόσουν αποτελεσματικές στρατηγικές διαχείρισης για τον μετριασμό αυτών των επιπτώσεων. Η ενισχυμένη παρακολούθηση, ο έλεγχος της θερμοκρασίας και της ποιότητας των υδάτων, οι πρακτικές διαχείρισης της υγείας και η ανθεκτικότητα των υποδομών είναι καίριας



Funded by  
the European Union



## Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

σημασίας για τη διατήρηση της υγείας και της παραγωγικότητας των ειδών υδατοκαλλιέργειας σε ένα μεταβαλλόμενο κλίμα.

### 3.7. Βασικές απαιτήσεις βιοπροφύλαξης στις εκμεταλλεύσεις υδατοκαλλιέργειας

Οι βασικές απαιτήσεις (τυπικές στη Λιθουανία) για τη βιοασφάλεια στις εκμεταλλεύσεις υδατοκαλλιέργειας είναι:

1. Κάθε επιχείρηση υδατοκαλλιέργειας πρέπει να εφαρμόζει σχέδιο βιοασφάλειας για την πρόληψη της εισόδου μόλυνσης στην εκμετάλλευση ή/και της εξάπλωσης της μόλυνσης εκτός της εκμετάλλευσης.
2. Οι τροχοί κάθε εισερχόμενου οχήματος ή άλλου μεταφορικού μέσου πρέπει να απολυμαίνονται.
3. Παρακολούθηση παραμέτρων ποιότητας νερού σε ιχθυοδεξαμενές και λίμνες.
4. Πατάκια ή μπανιέρες απολύμανσης πρέπει να τοποθετούνται σε κάθε είσοδο/έξοδο από τις εγκαταστάσεις, τόσο εντός όσο και εκτός του κτιρίου.
5. Οι εργαζόμενοι πρέπει να αλλάζουν ρούχα εργασίας όταν έρχονται στη δουλειά και να αλλάζουν ξανά όταν φύγουν.
6. Οι εργαζόμενοι που εργάζονται σε τμήματα διαφορετικών σταδίων ανάπτυξης ψαριών πρέπει να απολυμαίνουν τα χέρια τους κάθε φορά που μετακινούνται από το ένα δωμάτιο στο άλλο.
7. Τα εργαλεία για την αλίευση, τη μεταφορά, τη σίτιση και τον καθαρισμό των ψαριών δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλούς χώρους.
8. Τα χρησιμοποιημένα εργαλεία και εξοπλισμός πρέπει να φυλάσσονται σε αλατούχο διάλυμα μέχρι την επόμενη χρήση.
9. Περιορίστε τον αριθμό των επισκεπτών και κατά την άφιξή τους, καταγράψτε τους και χρησιμοποιήστε ρούχα μιας χρήσης για προστασία.
10. Οι εργαζόμενοι μπορούν να εργάζονται μόνο σε μία εκμετάλλευση υδατοκαλλιέργειας για να αποφευχθεί η μετάδοση.

Ένα σχέδιο διαχείρισης της υγείας των ιχθύων σε επίπεδο εγκατάστασης είναι ανεκτίμητο, αλλά στην πραγματικότητα μπορεί να μην είναι επαρκές για την πρόληψη της εξάπλωσης παθογόνων παραγόντων προς ή από ευρύτερες γεωγραφικές τοποθεσίες. Ως εκ τούτου, πρέπει να εφαρμοστούν πολιτικές και κανονισμοί σε περιφερειακό/εθνικό και διεθνές επίπεδο (Jeney, 2017).

### 3.8. Άλλα προστατευτικά μέτρα για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και των ασθενειών

Πολύ σημαντικό για τις υποδομές υδατοκαλλιέργειας είναι η επιλογή περιοχών που μειώνουν τον κίνδυνο μεταφοράς ασθενειών και ελαχιστοποιούν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Ανάλογα με τον τύπο του συστήματος καλλιέργειας και το είδος που καλλιεργείται, η σωστή επιλογή τοποθεσίας μπορεί να μειώσει σημαντικά τον κίνδυνο μετάδοσης ασθενειών. Οι κατάλληλοι χώροι παρέχουν περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία νερού, αλατότητα κ.ο.κ.) που ελαχιστοποιούν το



**Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"**

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

φυσιολογικό στρες, μειώνοντας έτσι τη συχνότητα εμφάνισης και τη σοβαρότητα μολυσματικών ασθενειών στην εγκατάσταση. Θα πρέπει επίσης να λαμβάνεται υπόψη η ποιότητα του διαθέσιμου νερού. Ο όγκος του νερού και η μεταβαλλόμενη διαθεσιμότητά του με την πάροδο του χρόνου ενδέχεται να περιορίζουν την παραγωγική ικανότητα. Οι εγκαταστάσεις με ανεπαρκή παροχή νερού συχνά μαστίζονται από κακή απόδοση ψαριών, περισσότερα προβλήματα ασθενειών και μειωμένη κερδοφορία. Για τις εγκαταστάσεις χωμάτινων λιμνών, είναι σημαντικό να διασφαλιστεί ότι τα εδάφη δεν μολύνονται με ενώσεις που ενδέχεται να εισέλθουν στη στήλη ύδατος και να επηρεάσουν δυσμενώς την υγεία των ψαριών ή να μολύνουν με άλλο τρόπο τη σάρκα των ψαριών (Tucker & Hargreaves, 2009).

Τα ακραία καιρικά φαινόμενα μπορούν να προκαλέσουν υλικές ζημιές στις υποδομές υδατοκαλλιέργειας, να οδηγήσουν σε αιφνίδιες αλλαγές στην ποιότητα των υδάτων και να εισαγάγουν παθογόνους παράγοντες και ρύπους στα συστήματα υδατοκαλλιέργειας. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε εστίες ασθενειών και λειτουργικές διαταραχές.

Η υπερθέρμανση του πλανήτη και τα αποτελέσματά της μπορούν να προκαλέσουν φυσική ζημιά σε δεξαμενές ή κλουβιά, να επιδεινώσουν την ποιότητα του νερού και να αυξήσουν τη συχνότητα εμφάνισης ασθενειών λόγω μόλυνσης ή στρες. Επίσης, ενδέχεται να προκύψουν επιχειρησιακές προκλήσεις όσον αφορά τη διαχείριση και τη συντήρηση των συστημάτων υδατοκαλλιέργειας.

Οι κατάλληλες τοποθεσίες μειώνουν επίσης την πιθανότητα τα φυσικά φαινόμενα (όπως πλημμύρες, κύματα καταιγίδας ή μεγάλες θάλασσες) να προκαλέσουν παραβιάσεις της βιοασφάλειας των εγκαταστάσεων που επιτρέπουν την απελευθέρωση παθογόνων παραγόντων ή τη διαφυγή μολυσμένων αποβλήτων. Η επιλογή τοποθεσίας θα πρέπει επίσης να εξετάζει κατά πόσον ευαίσθητοι πληθυσμοί άγριων ψαριών τίθενται σε κίνδυνο. Οι ευαίσθητοι πληθυσμοί μπορεί να περιλαμβάνουν απειλούμενα ή απειλούμενα είδη ή μεταναστευτικούς πληθυσμούς ευπαθών ειδών (Tucker & Hargreaves, 2009).

Λόγω της υπερθέρμανσης του πλανήτη, μπορεί να χρειαστεί να ενισχυθεί μια υπάρχουσα δομή, να ανυψωθούν οι εγκαταστάσεις για την πρόληψη ζημιών από πλημμύρες και να ενσωματωθούν εύελικτα και ανθεκτικά συστήματα, να αναπτυχθούν και να διατηρηθούν σχέδια αντιμετώπισης καταστάσεων έκτακτης ανάγκης για την αντιμετώπιση ζημιών στις υποδομές, ζητημάτων ποιότητας νερού και επιδημιών ασθενειών που προκαλούνται από ακραία καιρικά φαινόμενα.

Μπορούν να επιλεγούν είδη υδατοκαλλιέργειας με μεγαλύτερη θερμική ανοχή ώστε να αντέχουν καλύτερα σε υψηλότερες θερμοκρασίες και να μειώνουν την ευαισθησία σε ασθένειες.

Περισσότερα μέτρα και καινοτόμες λύσεις μπορούν να εφαρμοστούν στο RAS. Η διατήρηση του βέλτιστου εύρους θερμοκρασιών μπορεί να βοηθήσει στη διαχείριση του στρες και στη μείωση των κινδύνων ασθενειών. Ως προληπτικά μέτρα μπορούν να εφαρμοστούν τεχνολογίες ελέγχου θερμοκρασίας με δυνατότητες προσαρμογής των ρυθμίσεων βάσει δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Οι τακτικές δοκιμές και η βελτιστοποίηση ή οι παράμετροι ποιότητας του νερού, όπως το pH, το διαλυμένο οξυγόνο και τα επίπεδα θρεπτικών ουσιών κ.λπ., μπορούν να αυτοματοποιηθούν. Μπορούν να εφαρμοστούν τεχνικές όπως η σκίαση, ο αερισμός και η ελεγχόμενη σίτιση για τον





μετριασμό των επιπτώσεων της θερμοκρασίας και άλλων περιβαλλοντικών στρεσογόνων παραγόντων στα συστήματα υδατοκαλλιέργειας.

Η επιλογή του συστήματος και τα μέτρα κατά της υπερθέρμανσης του πλανήτη στην υδατοκαλλιέργεια περιγράφονται σε ξεχωριστό κεφάλαιο.

## 4. Τρέχουσες και αναδυόμενες λύσεις για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της υπερθέρμανσης του πλανήτη στην υγεία της υδατοκαλλιέργειας

### 4.1. Παράγοντες που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή και συμβάλλουν στις προκλήσεις των ασθενειών

**Εντατικοποίηση.** Η εντατικοποίηση της παραγωγής, ακόμη και υπό σταθερές περιβαλλοντικές συνθήκες, ενέχει κινδύνους και προκλήσεις βιωσιμότητας που απαιτούν αυστηρή διαχείριση προκειμένου να είναι σε θέση να ανταποκριθεί αποτελεσματικά στην ανίχνευση παθογόνων ή/και σε εστίες ασθενειών. Η κλιματική αλλαγή θα αυξήσει αυτές τις απειλές και προκλήσεις.

Η μεγάλης κλίμακας παραγωγή ενός μόνο είδους σε ένα περιβάλλον παραγωγής χρειάζεται:

- 1) ταχεία αντίδραση σε ζώα που δεν τρέφονται με ζωοτροφές, ενδείξεις νοσηρότητας και θνησιμότητας·
- 2) ικανότητα απομόνωσης των προσβεβλημένων ζώων από μη προσβεβλημένους πληθυσμούς και εκμεταλλεύσεις· και
- 3) ικανότητα ερήμωσης των πληγισίων περιοχών όπου η θεραπεία δεν είναι εφικτή.

Όλο και περισσότερο, η εντατική γεωργία επηρεάζεται από ακραία καιρικά φαινόμενα που καταπονούν τα εκτρεφόμενα ζώα και εμποδίζουν τους μηχανισμούς διαχείρισης, π.χ. πρόληψη διαφυγών (καταστροφή συστημάτων εκμετάλλευσης) και απομόνωση ασθενών και στρεσαρισμένων ζώων από μη προσβεβλημένα ζώα (Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options, 2018).

**Είδη και γενετική διαφοροποίηση.** Τα τελευταία 30 έως 40 χρόνια, η υδατοκαλλιέργεια έχει αναπτυχθεί χρησιμοποιώντας τη διαφοροποίηση των ειδών (επιλογή ειδών που δείχνουν τα καλύτερα αποτελέσματα παραγωγής υπό συνθήκες εκτροφής) και γενετικά στελέχη που αναπτύχθηκαν υπό πειραματικές συνθήκες για εμπορική παραγωγή.

Και οι δύο μεθοδολογίες επιλογής περιλαμβάνουν την ανοχή στη νόσο (λοίμωξη χωρίς έκφραση σημαντικής θνησιμότητας) και την αντίσταση (ικανότητα πρόληψης της λοίμωξης). Ωστόσο, τα πλεονεκτήματα επιλογής ειδών και στελεχών βασίζονται σε συνεπείς περιβαλλοντικές παραμέτρους σε ένα σύστημα παραγωγής, δηλαδή δεν υπάρχουν σημαντικές αλλαγές στις συνθήκες παραγωγής. Όταν οι συνθήκες αυτές υπόκεινται σε «ακραίες συνθήκες» (θερμοκρασία, αλατότητα, θολότητα), επιλεγμένα είδη ή/και στελέχη ενδέχεται να είναι πιο ευάλωτα σε υψηλές απώλειες από ό,τι τα

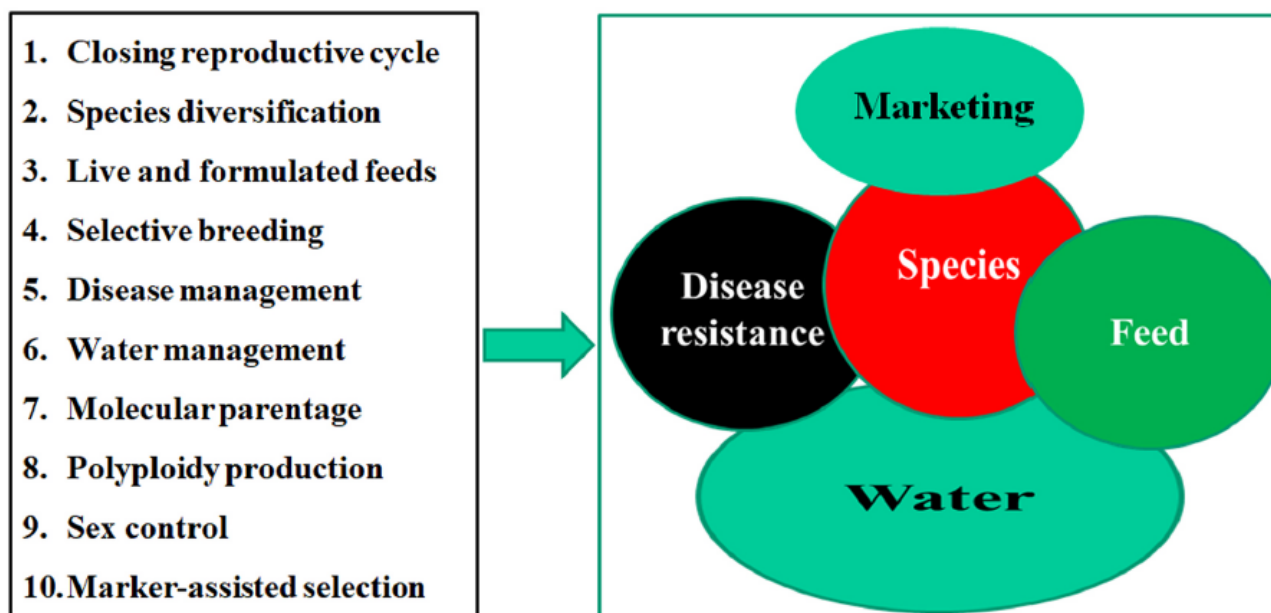
λιγότερο επιλεγμένα και γενετικά ποικίλα αποθέματα· ιδίως εκείνες που προέρχονται από την περιοχή παραγωγής (Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options, 2018).

**Επέκταση εκτός της γεωγραφικής κατανομής των φυσικών ειδών** Τα αυτόχθονα είδη που χρησιμοποιούνται για την υδατοκαλλιέργεια και παρουσιάζουν εύρωστη εκτρεφόμενη παραγωγή υπόκεινται συχνά σε επέκταση της εκμετάλλευσης προς τις περιφέρειες ή εκτός της φυσικής γεωγραφικής κατανομής τους. Τα ζώα μπορεί να είναι σε θέση να αντέξουν ελαφρές εποχιακές μεταβολές θερμοκρασίας ή/και αλατότητας, αλλά βρίσκονται σε μειονεκτική θέση επιβίωσης όταν ακραίες συνθήκες επηρεάζουν τους φυσιολογικούς κύκλους αναπαραγωγής ή ανάπτυξης.

Όσον αφορά την εντατικοποίηση, τα είδη και τη γενετική διαφοροποίηση, όπου συμβαίνουν τέτοιες περιβαλλοντικές αλλαγές, η ανθεκτικότητα σε ευκαιριακές ή πρωτογενείς λοιμώξεις από παθογόνα μπορεί να μειωθεί σημαντικά (Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options, 2018).

#### **4.2. Γενετική μηχανική, επιλογή με τη βοήθεια δεικτών και CRISPR**

Οι βιοτεχνολογίες, συμπεριλαμβανομένου του ελέγχου του φύλου, της πολυπλοειδοποίησης, της γυναικογένεσης και της ανδρογένεσης (Σχήμα 5), έχουν διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της παραγωγικότητας της υδατοκαλλιέργειας (Yue & Shen, 2021).



#### **A. Technologies applied to aquaculture    B. Important components in aquaculture**

Εικόνα 5. Τεχνολογίες που εφαρμόζονται στην υδατοκαλλιέργεια και οδηγούν στην ταχεία αύξηση της παραγωγής υδατοκαλλιέργειας (Yue & Shen, 2021).



Funded by  
the European Union



## **Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"**

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

Η γενετική βελτίωση μέσω της αναπαραγωγής υπήρξε το κλειδί για την άνθηση της παγκόσμιας υδατοκαλλιέργειας.

Ο συνδυασμός μοριακών τεχνολογιών σε υπάρχοντα προγράμματα αναπαραγωγής έχει επιταχύνει σημαντικά τη γενετική βελτίωση ορισμένων ειδών υδατοκαλλιέργειας. Η επιλογή με τη βοήθεια δείκτη (MAS) έχει ήδη εφαρμοστεί για τη βελτίωση της αντοχής στις ασθένειες (για παράδειγμα, αντοχή στο IPN στον σολομό) (Yue & Shen, 2021).

Η γονιδιωματική επιλογή (GS) είναι μια νέα προσέγγιση της μοριακής αναπαραγωγής. Η GS χρησιμοποιεί πολλούς δείκτες ως προγνωστικούς δείκτες απόδοσης και κατά συνέπεια παρέχει ακριβέστερες προβλέψεις των τιμών αναπαραγωγής. Με τις συνεχείς εξελίξεις στις τεχνολογίες αλληλούχισης και βιοπληροφορικής και τη μείωση του κόστους του γονότυπου SNP (μονονουκλεοτιδικός πολυμορφισμός), η GS χρησιμοποιώντας SNPs που καλύπτουν ολόκληρο το γονιδίωμα ή / και χρησιμοποιώντας επιλεγμένα SNPs που σχετίζονται με χαρακτηριστικά εφαρμόζεται όλο και περισσότερο σε όλο το ευρύ φάσμα των ειδών υδατοκαλλιέργειας για τη βελτιστοποίηση της επιλεκτικής αναπαραγωγής και την επιτάχυνση της γενετικής βελτίωσης (Yue & Shen, 2021).

Η επεξεργασία γονιδιώματος (GE) χρησιμοποιώντας CRISPR / Cas είναι σε θέση να επιταχύνει τη γενετική βελτίωση των ειδών υδατοκαλλιέργειας όταν τα γονίδια που πρόκειται να επεξεργαστούν είναι γνωστά. Η GE επιτρέπει την ταχεία εισαγωγή ευνοϊκών αλληλόμορφων στο γονιδίωμα, για την αύξηση της συχνότητας των επιθυμητών αλληλόμορφων στους τόπους που καθορίζουν σημαντικά χαρακτηριστικά, για τη δημιουργία νέων αλληλόμορφων ή / και την εισαγωγή ευνοϊκών αλληλόμορφων από άλλα είδη. Τα είδη υδατοκαλλιέργειας είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για ΓΤ λόγω της υψηλής γονιμότητάς τους και της εξωτερικής γονιμοποίησης, η οποία επιτρέπει την επεξεργασία γονιδιώματος για πολλά άτομα ταυτόχρονα.

Η πρόοδος στην GS και τη GE είναι έτοιμη να αναμορφώσει δραματικά τον κλάδο της υδατοκαλλιέργειας, συμβάλλοντας στη βελτίωση των οικονομικά σημαντικών χαρακτηριστικών πολλών ειδών υδατοκαλλιέργειας. Στο μέλλον, ο συνδυασμός GS και GE με προηγμένες συμβατικές στρατηγικές αναπαραγωγής και ώριμες βιοτεχνολογίες θα επιταχύνει σημαντικά τη γενετική βελτίωση στην υδατοκαλλιέργεια (Yue & Shen, 2021).

Η υπερθέρμανση του πλανήτη και η αναπαραγωγή, η βιοτεχνολογία στην υδατοκαλλιέργεια περιγράφονται σε ξεχωριστό κεφάλαιο

### **4.3. Ανταπόκριση στις προκλήσεις του μέλλοντος**

Οι νέες προσεγγίσεις έχουν μειώσει τη συχνότητα εμφάνισης ασθενειών και την εξάρτηση από αντιβιοτικά και χημικές θεραπείες. Στη Νορβηγία, η ανάπτυξη εμβολίων και η βελτίωση της βιοασφάλειας (έλεγχος και περιορισμός των ασθενειών) μείωσαν σημαντικά την ανάγκη για αντιβιοτικά στην παραγωγή σολομού. Οι απαιτούμενες επενδύσεις στη βιοπροφύλαξη για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου εκδήλωσης νόσων θα ποικίλλουν ανάλογα με τον τόπο και την κλίμακα, αλλά η ανάγκη βελτίωσης της ικανότητας διάγνωσης και επιτήρησης των εθνικών



Funded by  
the European Union



**Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"**

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

κτηνιατρικών υπηρεσιών είναι ένα κοινό στοιχείο. Αν και η υδατοκαλλιέργεια θα συνεχίσει να αντιμετωπίζει προκλήσεις λόγω νέων ασθενειών, θα αναπτυχθούν νέες τεχνολογίες διαχείρισης της υγείας για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων. Το κόστος της αλληλούχησης του γονιδιώματος μειώνεται εκθετικά. Αυτό θα επιτρέψει την ανάπτυξη μεθόδων διαγνωστικών δοκιμών και φαρμάκων και άλλων θεραπειών προσαρμοσμένων για συγκεκριμένα παθογόνα στελέχη, υπό μορφή εξατομικευμένης θεραπείας ασθενειών. (Lucas et al., 2019).

Μια βασική μεगाτάση είναι η επιτάχυνση της τεχνολογικής αλλαγής, ιδίως της βιοτεχνολογίας, της νανοτεχνολογίας και της τεχνολογίας πληροφοριών και υπολογιστών. Η έρευνα και η ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας σε όλο τον κόσμο επιταχύνεται, καθοδηγούμενη από την οικονομική ανάπτυξη και τις δημόσιες επενδύσεις. Οι αισθητήρες, το λογισμικό και η ασύρματη συνδεσιμότητα επιτρέπουν τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Συνδεδεμένο

Στις συσκευές εξόδου, αυτές επιτρέπουν έγκαιρες απαντήσεις σε εισόδους δεδομένων. Για παράδειγμα, η παρακολούθηση βίντεο της σίτισης σολομού επιτρέπει την αποτελεσματική σίτιση με καλύτερη μετατροπή τροφής, λιγότερη σπατάλη τροφής και λιγότερη ρύπανση. Οι αισθητήρες οξυγόνου σε λίμνες που συνδέονται με λογισμικό ανάλυσης και ελέγχου μπορούν να ενεργοποιήσουν αεριστήρες για τον έλεγχο της συγκέντρωσης οξυγόνου στη λίμνη. Το «Διαδίκτυο των πραγμάτων» θα υποστηριχθεί από την ανάπτυξη

αισθητήρων, αυτοματισμών, αυτόνομων μηχανών, drones και υποβρυχίων. Οι ψηφιακές και ρομποτικές τεχνολογίες θα αυξάνουν ή θα αντικαθιστούν όλο και περισσότερο τους εργαζομένους (Lucas et al., 2019).

Η τεχνολογία είναι καίριας σημασίας για τη βελτίωση της παραγωγικότητας και των περιβαλλοντικών επιδόσεων της υδατοκαλλιέργειας. Βασικοί τομείς καινοτομίας είναι οι ζωοτροφές, η γενετική βελτίωση, ο έλεγχος των ασθενειών, η παραγωγή σπόρων και τα συστήματα παραγωγής ανάπτυξης (Lucas et al., 2019).

Η επένδυση στην έρευνα για την κατανόηση των επιπτώσεων της υπερθέρμανσης του πλανήτη στη δυναμική των ασθενειών και την ανάπτυξη καινοτόμων λύσεων για την πρόληψη και τη διαχείριση των ασθενειών είναι ουσιαστικής σημασίας.

Η εντατική συνεργασία με ερευνητές και ιδρύματα για τη διερεύνηση νέων τεχνολογιών, ανθεκτικών στις ασθένειες στελεχών και προσαρμοστικών πρακτικών διαχείρισης θα πρέπει να είναι τρόπος ελαχιστοποίησης των επιπτώσεων της υπερθέρμανσης του πλανήτη και αποτελεσματικών πρακτικών διαχείρισης ασθενειών.

Η υδατοκαλλιέργεια απαιτεί όλο και περισσότερους εκπαιδευμένους επαγγελματίες και εμπειρογνώμονες. Τα εκπαιδευτικά εργαστήρια, τα διαδικτυακά σεμινάρια και οι πόροι σχετικά με την πρόληψη ασθενειών, την περιβαλλοντική διαχείριση και τις προσαρμοστικές στρατηγικές είναι πολύ χρήσιμα και απαιτούνται.



Funded by  
the European Union



**Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"**

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

## Περίληψη/Επισκόπηση

Η υπερθέρμανση του πλανήτη επηρεάζει την υγεία και τη διαχείριση των ειδών υδατοκαλλιέργειας μέσω διαφόρων μηχανισμών, συμπεριλαμβανομένου του αυξημένου επιπολασμού ασθενειών, της μειωμένης ανοσολογικής λειτουργίας και της υποβάθμισης της ποιότητας του νερού. Η αποτελεσματική διαχείριση απαιτεί μια πολύπλευρη προσέγγιση που περιλαμβάνει ενισχυμένη παρακολούθηση, περιβαλλοντικό έλεγχο, διαχείριση της ποιότητας των υδάτων, διαχείριση της υγείας, ανθεκτικότητα των υποδομών και προσαρμοστικές πρακτικές ζωοτροφών. Με την εφαρμογή αυτών των στρατηγικών και την ενημέρωση σχετικά με τις αναδυόμενες προκλήσεις και λύσεις, οι επιχειρήσεις υδατοκαλλιέργειας μπορούν να προστατεύσουν καλύτερα τα είδη τους και να διασφαλίσουν τη βιώσιμη παραγωγή ενόψει της κλιματικής αλλαγής.

## Αναφορές

Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M.C.M., Cochrane, K.L., Funge-Smith, S. & Poulain, F., eds. 2018. Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 627. Rome, FAO. 628 pp.

Clinical Guide to Fish Medicine. (2021). In Wiley eBooks. <https://doi.org/10.1002/9781119259886>

Elston, R.A. 1990. Mollusc Diseases: Guide for the Shellfish Farmer. Washington Sea Grant Program, University of Washington Press, Seattle.

Ergün Demir et al.: Handbook on European Fish Farming (2020). Tudás Alapítvány, - 326 p.

Jeney, G. (2017). Fish diseases: Prevention and Control Strategies. Academic Press.

Fish viruses and bacteria: pathobiology and protection. (2017). In CABI eBooks. <https://doi.org/10.1079/9781780647784.0000>

Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 627. Rome, FAO. 628 pp.

Lal, J., Vaishnav, A., Singh, S. K., Meena, D. K., Biswas, P., Mehta, N. K., & Priyadarshini, M. B. (2024). Biotechnological innovation in fish breeding: from marker assisted selection to genetic modification. Deleted Journal, 1(1). <https://doi.org/10.1007/s44340-024-00007-6>.

Lucas, J. S., Southgate, P. C., & Tucker, C. S. (2019). Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants. John Wiley & Sons.

Noga, E. J. (2010). Fish disease: diagnosis and treatment. John Wiley & Sons.

Parker, R. (2011). Aquaculture Science. Delmar.

Timmons, M. B., & Center, N. R. A. (2013). Recirculating Aquaculture.

Tucker, C. S., & Hargreaves, J. A. (Eds.). (2009). Environmental best management practices for aquaculture. John Wiley & Sons.





Funded by  
the European Union



**Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών  
στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCa]"**

*2023-1-LT01-KA220-HED-000154247*

Yue, K., & Shen, Y. (2021). An overview of disruptive technologies for aquaculture. *Aquaculture and Fisheries*, 7(2), 111–120. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2021.04.009>

Woo, P. T., & Iwama, G. K. (Eds.). (2019). *Climate change and non-infectious fish disorders*. CABI.