



## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αλληλεπίδραση θρεπτικών αλάτων και καλλιεργειών πλατύφυλλου βασιλικού σε ένα ανακυκλούμενο σύστημα παραγωγής τιλάπια



Μόνικα Λούκα, Θεόφιλος Τζούρας & Δημήτρης  
Ρούσσης

Επιβλέπων: Γιάννης Κλαδάς, Καθηγητής

## Περίληψη

Στην παρούσα μελέτη προσπαθήσαμε να ερευνήσουμε την αλληλεπίδραση θρεπτικών αλάτων και καλλιεργειών πλατύφυλλου βασιλικού σε ένα ανακυκλούμενο σύστημα παραγωγής τιλάπιας, παρακολουθώντας την εξέλιξη θρεπτικών ουσιών, της σκληρότητας του νερού και του pH παράλληλα με την ανάπτυξη της αύξησης των φυτών και της βιομάζας των ψαριών. Τα φυτά του βασιλικού αναπτύχθηκαν με ιδιαίτερα καλή απόδοση κατά τη διάρκεια του πρώτου μήνα, ενώ η ανάπτυξη παρέμεινε στάσιμη την επόμενη περίοδο. Η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων στο σύστημα μειώθηκε κατά 15% κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης ανάπτυξης, ενώ η πτώση των φωσφορικών ιόντων ήταν πολύ πιο σημαντική φτάνοντας τα 0,58 mg / l που είναι 84% λιγότερο.

## Abstract

In this study we attempted to investigate the interaction of nutrients and broadleaf basil in a aquaculture recirculating system of tilapia, monitoring the evolution of nutrients, water hardness and pH parallel with the development of plant growth and fish biomass. Basil plants grew particularly well during the first month, while growth remained stagnant the following period. The concentration of nitrate in the system was reduced by 15% during this growth phase, while the decline of phosphate ion was much more significant reaching 0,58 mg / l, registering a drop of 84%.

## Πρόλογος

Το θέμα με το οποίο ασχοληθήκαμε είναι κατά κάποιο τρόπο συνέχεια προηγούμενης διπλωματικής εργασίας τριών συναδέλφων μας, της Σταματίας Μάργαρη, του Θανάση Παγωνίδη και του Νίκου Ρούσση με τίτλο «Λειτουργία συστήματος συνδυασμένων καλλιεργειών ψαριών και λαχανικών (Aquaponics) στον εργαστηριακό χώρο Βιολογίας & Καλλιέργειας Ιχθύων του Τμήματος Τεχνολογίας Αλιείας & Υδατοκαλλιεργειών του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας». Σε εκείνη την πτυχιακή είχε αποδειχτεί το πόσο γρήγορα εξαντλούνταν τα νιτρικά ιόντα από το νερό των εκτροφών της τιλάπια, ενός τροπικού είδους ψαριού του γλυκού νερού, με την εγκατάσταση υδροπονικών καλλιεργειών βασιλικού.

Ο Καθηγητής Γιάννης Κλαδάς, επιβλέπων και εκείνης της πτυχιακής, μας πρότεινε να επαναλάβουμε εκείνη την έρευνα, κάτι που δεχτήκαμε ευχαρίστως, εντάσσοντας στην μελέτη και την παρακολούθηση και άλλων παραμέτρων, κυρίως των φωσφορικών ιόντων. Επίσης τα νέα πειράματα σχεδιάστηκαν να γίνουν με πιο νεαρά φυτώρια, τα οποία ευγενώς μας παραχώρησε ξανά ο Καθηγητής του Τμήματος Γεωπονίας Γεώργιος Σαλάχας, όπως είχε γίνει και με εκείνα της προηγούμενης πτυχιακής. Οφείλουμε να ευχαριστήσουμε τους δύο Καθηγητές του Ιδρύματος για την συμβολή και την καθοδήγησή τους στην εκτέλεση των πειραμάτων.

Ειδικότερα θα θέλαμε να πούμε ένα μεγάλο ευχαριστώ στον καθηγητή μας κύριο Γιάννη Κλαδά που μας επέλεξε για μια τόσο ενδιαφέρουσα πειραματική εργασία και μας βοήθησε αναλύοντας λεπτομερώς κάθε απορία που μας δημιουργούταν, όπως και μας βοήθησε να την καταγράψουμε με τον καλύτερο δυνατό τρόπο καθώς ήταν εκεί για κάθε μας απορία. Ήταν από τις ομορφότερες εμπειρίες διότι υλοποιήσαμε όλες αυτές τις γνώσεις που εισπράξαμε τόσα χρόνια. Αυτό το μικρό μας ταξίδι θα μας μείνει αξέχαστο και θα μας συνοδεύουν όλες αυτές οι δύσκολες αλλά και εύκολες στιγμές που περάσαμε μέχρι να φτάσουμε στην ολοκλήρωση του στόχου μας.

Επίσης ειδικές ευχαριστίες οφείλουμε στην Αθηνά Σαμαρά, μέλος ΕΤΠ του Τμήματος για την επιμέλεια και τις φροντίδες της για την εν γένει λειτουργία του εργαστηριακού χώρου «Βιολογίας & Καλλιέργειας Ιχθύων», όπου διεξήχθη αυτή η μελέτη. Ακόμα να ευχαριστήσουμε την κυρία Βλασούλα Μπεκιάρη που με τον εξοπλισμό του εργαστηρίου της Χημείας μας εξασφάλιζε ακριβή αποτελέσματα για τις φυσικοχημικές παραμέτρους που παρακολουθούσαμε, καθώς και τον κύριο Δημήτρη Μουτόπουλο που μας βοήθησε να παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα ανάπτυξης των φυτών σε κατανοητά διαγράμματα.

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	2
Abstract .....	3
Πρόλογος.....	4
1 Εισαγωγή.....	7
1.1 Βασικές αρχές λειτουργίας συστημάτων Aquaponics .....	7
1.2 Περιορισμοί και συνήθεις διατροφικές ελλείψεις φυτών στα συστήματα Aquaponics	9
1.3 Η χρησιμοποίηση της τιλάπιας στα συστήματα Aquaponics.....	12
1.3.1 Τιλάπια του Νείλου <i>Oreochromis niloticus</i> .....	12
1.4 Ο πλατύφυλλος βασιλικός .....	15
1.4.1 Βασιλικός <i>Ocimum basilicum</i> .....	15
2 Μέθοδοι και Υλικά .....	16
2.1 Προέλευση νερού.....	16
2.2 Δεξαμενές και δίκτυα.....	16
2.2.1 Δεξαμενές εκτροφής .....	16
2.2.2 Δίκτυα.....	17
2.3 Επεξεργασία ανακυκλοφορούμενου νερού .....	17
2.3.1 Μηχανικός καθαρισμός του νερού .....	17
2.3.2 Βιολογικά φίλτρα .....	17
2.4 Ρύθμιση θερμοκρασίας.....	18
2.5 Σύστημα παραγωγής τιλάπιας στον εργαστηριακό χώρο .....	19
2.6 Ιχθυοκομική διαχείριση .....	20
2.6.1 Τάισμα .....	20
2.6.3 Καθαρισμός.....	20
2.6.4 Δειγματοληψίες και αποδόσεις εκτροφής.....	21
2.7 Παρακολούθηση και έλεγχος ποιότητας νερού .....	21
2.8 Καλλιέργειες λαχανικών.....	21
2.8.1 Σύστημα καλλιέργειας.....	21
2.8.2 Προέλευση φυτωρίων.....	22
2.8.3 Δειγματοληψία.....	23
2.9 Στατιστική επεξεργασία και τεκμηρίωση.....	23
3 Αποτελέσματα .....	24
3.1 Έλεγχος θερμοκρασίας .....	24
3.2 Εκτροφές ψαριών .....	24
3.2.1 Ανακυκλούμενο σύστημα ιχθυοκαλλιέργειας 1 (RAS1).....	24
3.2.2 Ανακυκλούμενο σύστημα ιχθυοκαλλιέργειας 2 (RAS2).....	27
3.3 Ποιότητα νερού.....	29

3.4 Καλλιέργειες λαχανικών.....	31
4 Συζήτηση-συμπεράσματα .....	31
5 Βιβλιογραφία.....	33
5.1 Ξενόγλωσση βιβλιογραφία .....	33
5.2 Ελληνική βιβλιογραφία .....	33
5.3 Ιστοσελίδες.....	33
6 Παράρτημα: αποδόσεις εκτροφών ανα δειγματοληψία .....	35

# 1 Εισαγωγή

## 1.1 Βασικές αρχές λειτουργίας συστημάτων Aquaponics

Τη δυνατότητα παραγωγής περισσότερων τροφίμων σε μικρότερο χώρο, ακόμα και μέσα στην πόλη, με μειωμένη χρήση νερού και κόστους παραγωγής, προσφέρει η ενυδρειοπονία (Aquaponics), δηλαδή η καλλιέργεια και η ανάπτυξη των φυτών μαζί με τα ψάρια.

Πρόκειται για το τέλει ισορροπημένο κλειστό ανατροφοδοτούμενο συμβιωτικό σύστημα παραγωγής ζωντανών ψαριών και λαχανικών, και μάλιστα το πιο βιολογικό χωρίς φυτοφάρμακα και λιπάσματα. Τα φυτά μεγαλώνουν δύο φορές ταχύτερα, καθώς τις ρίζες τους θρέφουν τα ίδια τα ψάρια με τα απόβλητά τους, που έχουν μετατραπεί σε θρεπτικά στοιχεία.

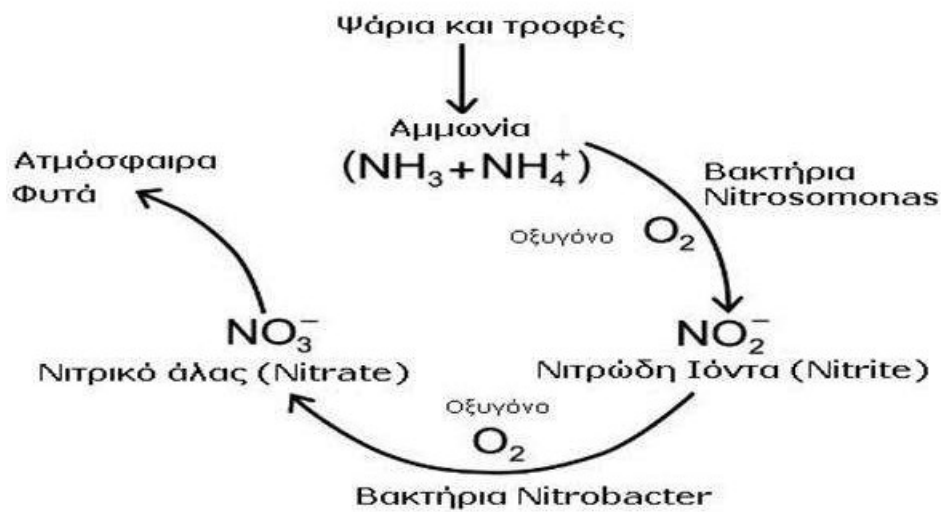
Η μέθοδος της συγκαλλιέργειας ψαριών και φυτών επινοήθηκε πολύ πριν χρησιμοποιηθεί το 1970 όρος aquaponics. Δύο από τους πιο γνωστούς αρχαίους πολιτισμούς που χρησιμοποίησαν αυτή τη μέθοδο συγκαλλιέργειας ήταν ο κινέζικος και ο αζτεκικός. Η μέθοδος συγκαλλιέργειας εξαπλώθηκε στη συνέχεια σε Ινδία, Μαδαγασκάρη, Ιταλία, Αμερική και Ιαπωνία (Aquapon 2015).

Συγκεκριμένα, οι Ατζέκοι έκαναν γεωργικές καλλιέργειες σε σταθερές ή κινητές νησίδες (chinampas) μέσα σε ρηχές λίμνες, στις οποίες κατέληγαν τα απόβλητα από χωρία της περιοχής. Οι καλλιέργειες ποτίζονταν με τα νερά των λιμνών. Στην Νότια Κίνα, στην Ταϊλάνδη και στη Ινδονησία υπάρχει παράδοση στις συμβιωτικές καλλιέργειες ρυζιού και ψαριών σε υδατοσυλλογές. Στην Κίνα πραγματοποιούνται επίσης εκτεταμένες (έως και 10 στρέμματα) πλωτές καλλιέργειες φυτών (ρύζι, σιτάρι, κάννα) σε δεξαμενές πολυκαλλιέργειας ψαριών.

Εικόνα 1 Rice terraces παραγωγή ψαριών σε ορυζώνες.

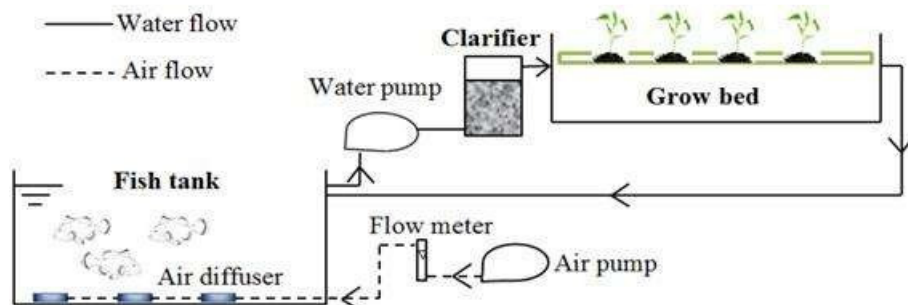


Ειδικότερα, Aquaponics είναι συνδυασμοί εκτροφής ψαριών με παραγωγή φυτών χωρίς χώμα σε ανακυκλούμενο σύστημα υδατοκαλλιέργειας, όπου τα βακτήρια του κύκλου του αζώτου (εικ.2) μετατρέπουν την αμμωνία των αποβλήτων των ψαριών και της ακατανάλωτης ιχθυοτροφής σε νιτρικά (η ίδια διαδικασία νιτροποίησης συμβαίνει και στο χώμα), με τα οποία τρέφονται τα φυτά. Τα βακτήρια, το πιο σημαντικό κομμάτι των aquaponics, δεν είναι ορατά στο γυμνό μάτι. Ωστόσο, βασικοί παράγοντες για τη διατήρηση υγιών βακτηριδίων είναι η θερμοκρασία του νερού, το pH, το DO, και η επαρκής επιφάνεια ανάπτυξης των βακτηρίων.



Εικόνα 2 Σχηματική αναπαράσταση του κύκλου του αζώτου

Η βασική αρχή της μεθόδου συνίσταται στην εκτροφή των ψαριών σε δεξαμενές υδατοκαλλιέργειας και νερό πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά, από την καλλιέργεια ψαριών αντλείται σε υδροπονικά υποστρώματα για άρδευση των φυτών. Αφού τα φυτά απορροφήσουν τα θρεπτικά συστατικά, το καθαρισμένο νερό επιστρέφεται στη δεξαμενή υδατοκαλλιέργειας (εικ.3).



Εικόνα 3 Απλοποιημένη αναπαράσταση ενός συστήματος Aquaponics. Water flow = ροή νερού, Air flow = ροή αέρα, Fish tank=δεξαμενή εκτροφής ψαριών, Air diffuser=αερόπτερες, Water pump= αντλία ανακυκλοφορίας νερού, Clarifier=μηχανικό φίλτρο διήθησης, Grow bed=φυτώρια, Air pump=αντλία αέρα, Flow meter=ροόμετρο.

Σημαντική είναι η καθημερινή υγειονομική παρακολούθηση ψαριών και φυτών. Ασθένειες, διατροφικές ελλείψεις και θάνατοι είναι κυρίως συμπτώματα ενός μη ισορροπημένου συστήματος. Προς τούτο απαιτούνται εβδομαδιαίες μετρήσεις των ενώσεων του αζώτου πληροφορούν σχετικά με την ισορροπία του συστήματος (Khanal 2020). Έτσι:

- Ψηλές τιμές αμμωνίας, ή νιτρωδών σημαίνει ανεπάρκεια βιολογικής επεξεργασίας
- Χαμηλά νιτρικά σημαίνουν πολλά φυτά, ή όχι αρκετά ψάρια (ιχθυοτροφή)
- Υψηλά νιτρικά σημαίνει αρκετή τροφή για τα φυτά, όμως αυτή δεν πρέπει να ξεπερνά τα 150 mg/lit ώστε τα παραγόμενα λαχανικά να είναι ασφαλή για ανθρώπινη κατανάλωση (Somerville et al., 2014).



## 1.2 Περιορισμοί και συνήθειες διατροφικές ελλείψεις φυτών στα συστήματα Aquaponics

Η λέξη «θρεπτικός» αναφέρεται στα στοιχεία που τα φυτά καταναλώνουν για την ανάπτυξή τους (Aquaponics and the Aquaponic Source 2020), όπως τα άζωτο, το κάλιο, ο φώσφορος, το μαγνήσιο, ο σίδηρος, το ασβέστιο, κ.α. Μπορούμε να χωρίσουμε αυτά τα θρεπτικά σε δύο ομάδες, τα «κινητά» και τα «ακίνητα» (πίνακας 1).

-**Κινητά θρεπτικά** είναι αυτά που μετακινούνται μέσα στο φυτό από τα παλιότερα φύλλα στα νεότερα για να τα βοηθήσουν στην ανάπτυξη. Εάν το φυτό έχει έλλειψη σε ένα κινητό θρεπτικό, τα συμπτώματα θα εμφανιστούν στα πρώτα παλαιότερα φύλλα, επειδή το θρεπτικό θα κινηθεί προς τα επάνω εκεί όπου τα νέα φύλλα μεγαλώνουν και δεν θα αντικατασταθεί στα πιο παλιά.

-**Ακίνητα θρεπτικά** είναι αυτά που δεν μπορούν να κινηθούν όταν έχουν χρησιμοποιηθεί στην ανάπτυξη των φυτών. Αυτό σημαίνει ότι όταν ένα φυτό με ελλείψεις σε αυτά, τα συμπτώματα θα φανούν στα νεότερα φύλλα, καθώς ενώ τα παλιά φύλλα ακόμα έχουν τα ακίνητα θρεπτικά συστατικά τους σταθερά εκεί, δεν υπάρχει επαρκής νέα προμήθεια για τα νέα φύλλα.

Πίνακας 1 Τα κύρια θρεπτικά συστατικά για την ανάπτυξη των φυτών ανά κατηγορία

<i>Κινητά θρεπτικά</i>	<i>Ακίνητα θρεπτικά</i>
Άζωτο	Σίδηρος
Φώσφορος	Ασβέστιο
Μαγνήσιο	Χαλκός
Κάλιο	Ψευδάργυρος
Χλώριο	Θείο
Μολυβδαίνιο	Μαγγάνιο
Κινητά θρεπτικά	Βόριο

### Έλλειψη σε Άζωτο

Τα φυτά που έχουν έλλειψη σε άζωτο έχουν λεπτά, ψιλόλιγνα στελέχη και η ανάπτυξή τους έχει ανασταλεί. Τα παλιότερά τους φύλλα γίνονται κιτρινωπά-πράσινα από την αστία αζώτου(χλώρωση, εικ.4), ενώ τα νεότερα φύλλα είναι προμηθευμένα με το διαθέσιμο αλλά περιορισμένο άζωτο. Τα συμπτώματα είναι: ψιλόλιγνα κίτρινα φυτά ή κίτρινα φύλλα, κάποιες φορές με ροζ αποχρώσεις

Η έλλειψη αζώτου μπορεί να διορθωθεί παρέχοντας είτε οργανικά είτε ανόργανα λιπάσματα.

### Έλλειψη σε Φώσφορο

Τα φυτά που δεν παίρνουν αρκετό φώσφορο έχουν ψιλόλιγνα, λεπτά στελέχη που είναι αδύναμα. Η ανάπτυξή τους είναι καχεκτική ή μειωμένη, και τα παλιά τους φύλλα τρέπονται σε σκούρο γαλαζοπράσινο. Η ικανότητα των φυτών που έχουν έλλειψη σε φώσφορο για την παραγωγή σπόρων, λουλουδιών και φρούτων είναι μειωμένη. Οι καλλιέργειες συνήθως δεν εμφανίζουν άλλα εμφανή συμπτώματα ανεπάρκειας φωσφόρου από μια γενική καταστολή του φυτού κατά την πρώιμη ανάπτυξη. Από τη στιγμή που αναγνωρίζεται μια οπτική ανεπάρκεια, ίσως να είναι πολύ αργά για να διορθωθεί σε ετήσιες καλλιέργειες. Αν και ο φωσφόρος μπορεί να υπάρχει, το επίπεδο μπορεί να μην είναι αρκετά υψηλό για ορισμένα

στάδια φυτών. Τα φυτά χρειάζονται περισσότερο φωσφόρο κατά την ανάπτυξη των ριζών και πάλι όταν αρχίζουν να παράγουν λουλούδια και φρούτα.



Εικόνα 4 Συνήθη συμπτώματα ανεπάρκειας στοιχείων για την ανάπτυξη των φυτών. Πάνω αριστερά: χλώρωση, πάνω δεξιά: έλλειψη μαγνησίου, κάτω: ανεπάρκεια φωσφόρου (Aquaponics exposed 2020a).

#### Μαγνήσιο

Το μαγνήσιο έχει σημαντικό ρόλο στη φωτοσύνθεση επειδή αποτελεί το κεντρικό άτομο της χλωροφύλλης. Επομένως, χωρίς επαρκείς ποσότητες μαγνησίου, τα φυτά αρχίζουν να αποικοδομούν τη χλωροφύλλη στα παλιά φύλλα. Μετά από παρατεταμένη ανεπάρκεια μαγνησίου, εμφανίζεται νέκρωση και πτώση παλαιότερων φύλλων. Τα συμπτώματα είναι κιτρινισμός μεταξύ των φλεβών των φύλλων, μερικές φορές με κοκκινωπές καφέ αποχρώσεις και πρόωμη πτώση των φύλλων.

#### Σίδηρος

Όταν εμφανίζεται ανεπάρκεια σιδήρου στο aquaponics, όλα τα φυτά του συστήματος βρίσκονται σε κίνδυνο. Το οξυγόνο και άλλα θρεπτικά συστατικά καθίστανται μη διαθέσιμα σε τμήματα του φυτού και τα βασικά ένζυμα δεν παράγονται σε επαρκείς ποσότητες. Αυτό μπορεί να προκαλέσει αναστατωμένη ανάπτυξη στα φύλλα και τους μίσχους, να αποτρέψει

την ανάπτυξη σπόρων, λουλουδιών και φρούτων, να καταστρέψει νέα και υπάρχοντα φύλλα και να οδηγήσει σε μειωμένη συγκομιδή. Σε περιπτώσεις σοβαρής ανεπάρκειας σιδήρου, είναι πιθανή η απώλεια φυτού, δυνητικά να καταστρέψει ολόκληρο το υδάτινο σύστημα.



**Εικόνα 5 Συμπτώματα λόγω ανεπάρκειας σιδήρου σε σύστημα Aquaponics**

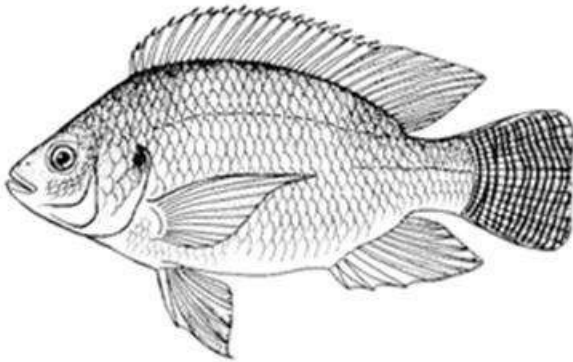
Ο εντοπισμός μιας ανεπάρκειας σιδήρου των εντοπίζουμε όταν τα επίπεδα σιδήρου είναι αρκετά χαμηλά για να επηρεάσουν την παραγωγή χλωροφύλλης. Αυτό συμβαίνει επειδή τα φυτά θα αρχίσουν να δείχνουν διάφορες οπτικές ενδείξεις που υποδεικνύουν έλλειψη σιδήρου. Τα συμπτώματα θα ξεκινήσουν με χλώρωση ή κιτρίνισμα. Τα παλαιότερα φύλλα ή εκείνα που είναι ψηλότερα στο φυτό θα εμφανίσουν τα πιο σοβαρά σημάδια, πιθανώς να γίνουν εντελώς κίτρινα με μόνο τις φλέβες των φύλλων να παραμένουν πράσινες. Το κιτρίνισμα μπορεί να μοιάζει με αράχνη ή μοτίβο ιστού στα φύλλα. Τα φύλλα μπορεί επίσης να αρχίσουν να γίνονται υπόλευκα πριν πεθάνουν. Συνολικά, η ανάπτυξη των φυτών θα σταματήσει και η νέα ανάπτυξη ενδέχεται να μην εμφανιστεί. Τα κιτ δοκιμής είναι επίσης διαθέσιμα και θα σας δώσουν μια σαφή ένδειξη της ποσότητας σιδήρου που διατίθεται στο υδατικό διάλυμα νερού. Αυτά τα κιτ θα σας επιτρέψουν να προσδιορίσετε την ποσότητα σιδήρου σε μέρη ανά εκατομμύριο ή ppm. Οι μετρήσεις των 3.0ppm ή χαμηλότερες υποδεικνύουν ανεπάρκεια. Εάν το επίπεδο πέσει κάτω από 1,5ppm, αυτό μπορεί να υποδηλώνει σοβαρή ανεπάρκεια.

Τέλος εάν το pH είναι πολύ πάνω από 7,0, τότε τα φυτά σας θα δυσκολευτούν να το καταναλώνουν αποτελεσματικά τον σίδηρο. Γι 'αυτό πρέπει να μην ξεπερνιέται το 6.8 στο σύστημα (Aquaponics exposed 2020b)..

## 1.3 Η χρησιμοποίηση της τιλάπιας στα συστήματα Aquaponics

### 1.3.1 Τιλάπια του Νείλου *Oreochromis niloticus*

Η τιλάπια του Νείλου *Oreochromis niloticus* (εικ. 5) είναι ένα τροπικό είδος που προτιμά να ζει σε ρηχά νερά. Τα ανώτερα και κατώτερα όρια θερμοκρασίας για την επιβίωσή του είναι 11-12 °C και 42 °C, ενώ η προτιμώμενη θερμοκρασία κυμαίνεται από 31 έως 36 °C (Γιαννηκώτσιου 2010). Το είδος είναι παμφάγο και τρέφεται με φυτοπλαγκτόν, υδρόβια φυτά, μικρά ασπόνδυλα και βενθοπανίδα. Η τιλάπια επίσης μπορεί να τρέφεται φιλτράροντας αιωρούμενα σωματίδια.



Εικόνα 6 *Oreochromis niloticus*, τιλάπια του Νείλου

Η συστηματική της κατάταξη της τιλάπιας του Νείλου είναι η ακόλουθη:

Βασίλειο: Animalia  
Φύλο: Chordata  
Υποφύλο: Vertebrata  
Υπερκλάση: Osteichthyes  
Κλάση: Actinopterygii  
Υποκλάση: Neopterygii  
Υπερκλάση: Teleostei  
Συνομοταξία: Acanthopterygii  
Τάξη: Perciformes  
Υφομοταξία: Labroidei  
Οικογένεια: Cichlidae  
Γένος: *Oreochromis*  
Είδος: *niloticus* (Linnaeus, 1758)

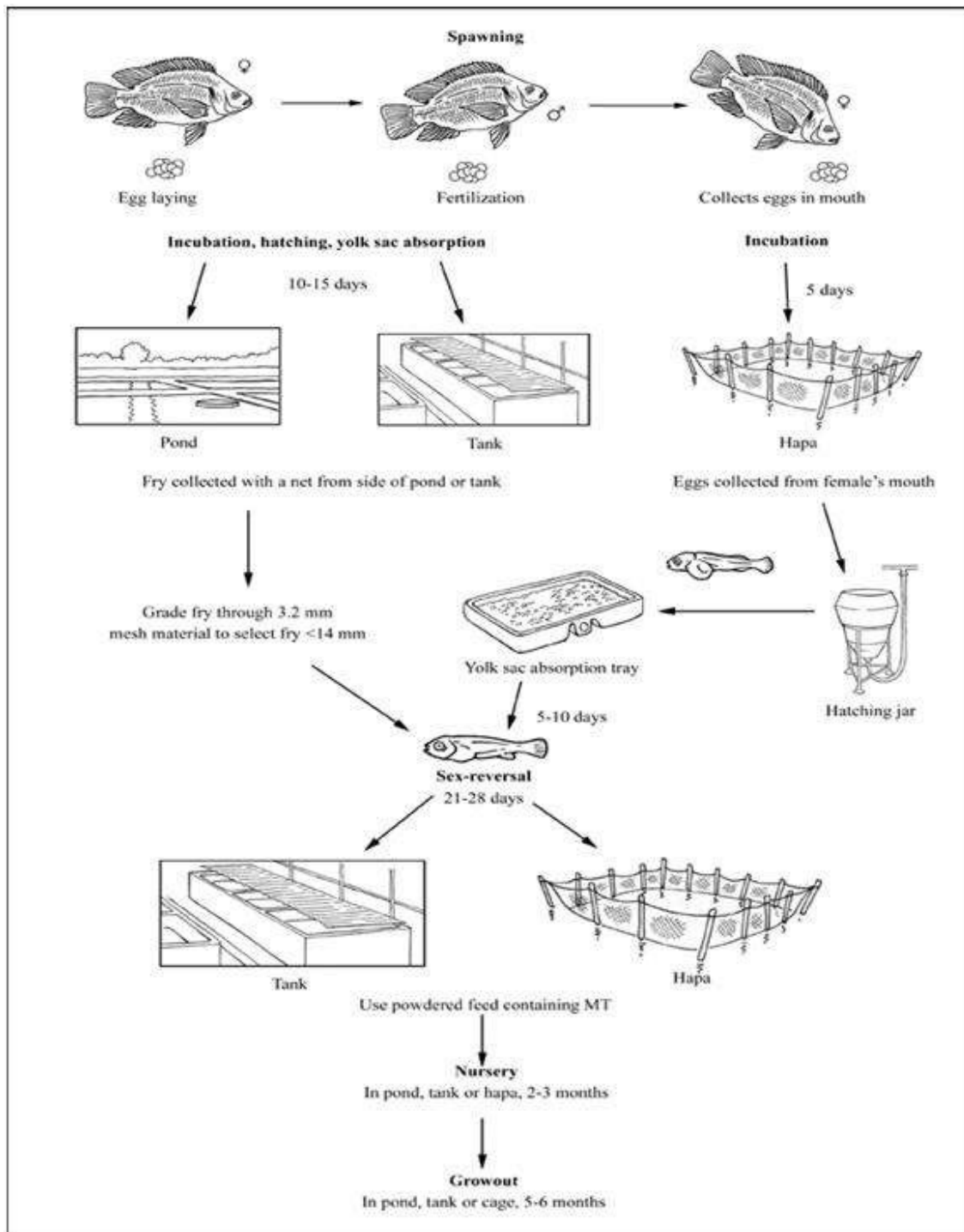
Η τιλάπια του Νείλου είναι κυρίως λιμνήσιο είδος και προσαρμόζεται εύκολα σε όλα τα οικοσυστήματα γλυκών υδάτων. Έχουν γίνει τα προτιμητέα εκτρεφόμενα είδη ψαριών στα τροπικά μέρη εξαιτίας της γρήγορης ανάπτυξής τους, της ικανότητάς τους να αξιοποιούν στο μέγιστο τη φυσική τροφή του συστήματος, της ευκολίας πρόσληψης ποικίλων διατροφικών συμπληρωμάτων, της χορτοφαγικής τους διατροφικής συμπεριφοράς, της ανθεκτικότητάς τους σε ασθένειες και χειρονακτικές μεταχειρίσεις, της εύκολης αναπαραγωγής τους σε συνθήκες εκτροφής και της αντοχής τους σε ένα μεγάλο εύρος περιβαλλοντικών συνθηκών.

Καθώς η βιομηχανία αναπτύσσεται και η τεχνολογία βελτιώνεται συνεχώς, οι παραδοσιακές εκτατικές εκτροφές της τιλάπιας αντικαθίστανται από ημιεντατικά και εντατικά εκτροφικά συστήματα. Στις εκτατικές εκτροφές, η μόνη πηγή θρεπτικών συστατικών για την ανάπτυξη των ιχθύων είναι οι φυσικοί οργανισμοί των υδατοσυλλογών. Στα ημιεντατικά συστήματα εκτροφής, χορηγούνται συμπληρωματικές τροφές, οι οποίες

είναι τοπικά διαθέσιμες και αποτελούνται από απλά, φθηνά συστατικά ιχθυοτροφών όπως, πίτουρο ρυζιού, άλευρο από καλαμπόκι, άλευρα τροπικών φυτών (π.χ. sorghameal), υποπροϊόντα ζυθοποιίας κ.α., τα οποία γενικά χρησιμοποιούνται ως συμπληρώματα στη φυσική τροφή που παρέχει το υδατοκαλλιεργητικό μέσο.

Το βασικό πρόβλημα της τιλάπιας σε εκτατικές και ημιεκτατικές εκτροφές (εικ.6) είναι το πολύ μικρό μέγεθος σεξουαλικής ωρίμανσης σε συνδυασμό με τον αποτελεσματική προστασία του γόνου. Εάν δεν αντιμετωπιστεί αυτό, σύντομα οι υδατοσυλλογές γεμίζουν με πλήθος μικρών ψαριών που δεν αναπτύσσονται σε εμπορεύσιμα μεγέθη.

Οι θρεπτικές απαιτήσεις των διαφόρων ειδών και ποικιλιών τιλάπιας που εκτρέφονται στα διάφορα συστήματα προσδιορίζονται με βάση το είδος, το φύλο (αρσενικό - θηλυκό) και το φυσιολογικό τους στάδιο (π.χ. ιχθύδιο, ενήλικο, γεννήτορας κτλ). Όσον αφορά την ποσότητα της τροφής που πρέπει να χορηγείται ημερησίως στις εκτρεφόμενες τιλάπιες, αυτή εξαρτάται από το σύστημα εκτροφής τους, συνδυαστικά με τις υπάρχουσες συνθήκες εκτροφής (π.χ. θερμοκρασία νερού, αλατότητα κ.α.). Γενικά, τα μικρότερα ψάρια καταναλώνουν περισσότερη τροφή αναλογικά με το σωματικό βάρος σε σύγκριση με τα μεγαλύτερα ψάρια. Η θερμοκρασία του νερού επιδρά στον ρυθμό μεταβολισμού και στη δαπάνη ενέργειας, επιδρώντας έτσι στο ρυθμό πρόσληψης τροφής. Η τιλάπια όταν εκτεθεί σε ψυχρές περιβαλλοντικές συνθήκες καταναλώνει λιγότερη τροφή απ' ό,τι σε θερμότερες. Η τιλάπια σταματάει να τρέφεται όταν η θερμοκρασία του νερού έπεφτε κάτω από τους 16 °C. Στα ημιεντατικά εκτροφικά συστήματα η φυσική τροφή μπορεί να έχει σημαντική συμβολή στις διατροφικές απαιτήσεις των ψαριών. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, η ποσότητα της τροφής που χορηγείται θα πρέπει να είναι λιγότερη από αυτή που χορηγείται στα ψάρια που εκτρέφονται στις εντατικές καλλιέργειες.



Εικόνα 7 Κύκλος παραγωγής της τιλάπιας του Νείλου (FAO 2020)



## 1.4 Ο πλατύφυλλος βασιλικός

### 1.4.1 Βασιλικός *Ocimum basilicum*

Ο βασιλικός (*Ocimum basilicum* L.) είναι ένα ετήσιο βότανο που είναι εμπορικά σημαντικό και τόσο τα φρέσκα όσο και τα αποξηραμένα φύλλα χρησιμοποιούνται για μαγειρικούς σκοπούς. Ο βασιλικός θεωρείται φαρμακευτικό βότανο (Ahmed et al., 2014 και χρησιμοποιείται σε συνθέσεις αρωμάτων (Nguyen et al., 2010). Αρκετές μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει το βασιλικό ως υδροπονική ή υδροπονική καλλιέργεια (Rakocy et al., 2004, Roosta, 2014; Mangmang et al. Rakocy et al. (2004) ανέφεραν ότι ο υδατοπονικός βασιλικός παράγαγε υψηλότερη απόδοση ( $1,8 \text{ kg m}^{-2}$ ) από ότι ο βασιλικός σε χώμα ( $0,6 \text{ kg m}^{-2}$ ).

Οι περισσότεροι μαγειρικοί και διακοσμητικοί βασιλικοί, είναι ποικιλίες του είδους *Ocimum basilicum*, αλλά και άλλα είδη που καλλιεργούνται. Επίσης και υπάρχουν πολλά υβρίδια μεταξύ τους. Παραδοσιακά είναι ένα πράσινο φυτό, αλλά μερικές ποικιλίες, όπως το «Purple Delight» έχουν φύλλα που εμφανίζονται μωβ. Ο βασιλικός, αναπτύσσεται σε ύψος μεταξύ 30-130 εκ., με αντικριστά, ανοιχτό-πράσινα, μεταξένια φύλλα μήκους 3-11 εκ. και πλάτους 1-6 εκ. Σε σύστημα aquaponics αυξάνεται καλύτερα σε πολύ ζεστές θερμοκρασίες. Συνιστάται σκίαση για καλύτερα ποιοτικά φύλλα και για να αποφευχθούν οι καμένες άκρες τους. Σε σύστημα υδροπονίας, οι καλλιέργειες βασιλικού μπορούν να ξεκινήσουν με φυτώρια με 4 ή 5 αληθινά φύλλα, ή να αγοραστούν μεγαλύτερα φυτά και πριν μπούν σε καλλιέργεια να καθαριστούν προσεκτικά οι ρίζες από το χώμα. Θερμοκρασίες νερού και αέρα κοντά στο  $21^\circ \text{C}$  24 ώρες την ημέρα κρατούν τα φυτά ανθεκτικά στις ασθένειες

## 2 Μέθοδοι και Υλικά

Οι συνδυασμένες καλλιέργειες τιλάπιας και βασιλικού διεξήχθησαν στον εργαστηριακό χώρο «Βιολογίας & Καλλιέργειας Ιχθύων» του Τμήματος Τεχνολογίας Αλιείας & Υδατοκαλλιεργειών του πρώην ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας.

### 2.1 Προέλευση νερού

Το νερό των εκτροφών προέρχεται από το δίκτυο ύδρευσης, όπως και η αναπλήρωση των ποσοτήτων που αντιστοιχούν στην εξάτμιση και στον και στον καθαρισμό των δεξαμενών εκτροφής (flushing και σιφόνια).

Πριν εισέλθει στο κύκλωμα εκτροφής, το νερό του δικτύου διέρχεται από φυσίγγιο φίλτρου ιζήματος (μηχανικό φίλτρο) 100μκ και στη συνέχεια από φυσίγγιο φίλτρου ενεργού άνθρακα για την αφαίρεση τοξικών ενώσεων (όπως λ.χ. των κατάλοιπων χλωρίωσης του δικτύου). Μετάξυ της παροχής νερού και του μηχανικού φίλτρου παρεμβάλλεται υδρομετρητής, ώστε να μετριέται η ποσότητα του νερού που φιλτράρεται με σκοπό τηρούνται οι προδιαγραφές για την λειτουργία του φίλτρου άνθρακα, το οποίο χρειάζεται αντικατάσταση κάθε 4000 λίτρα.

### 2.2 Δεξαμενές και δίκτυα

#### 2.2.1 Δεξαμενές εκτροφής

Στα δύο κλειστά κυκλώματα που χρησιμοποιήθηκαν, ΚΚ1 και ΚΚ2, οι δεξαμενές είχαν διαφορετικά χαρακτηριστικά:

- Για τις εκτροφές των ψαριών στο ΚΚ1 χρησιμοποιήθηκαν 12 κυλινδρικές πολυεστερικές δεξαμενές με χωρητικότητα 78 Lit η κάθε μία, ενώ άλλες 6 ίδιου τύπου δεξαμενές χρησίμευαν για τις καλλιέργειες των φυτών.
- Για τις εκτροφές των ψαριών στο ΚΚ2 χρησιμοποιήθηκαν 6 τετράγωνες ορθογώνιες πολυεστερικές δεξαμενές με στρογγυλωμένες γωνίες, χωρητικότητας 250 Lit η κάθε μια.

Η είσοδος του νερού στην δεξαμενή γίνονταν μέσω βάνας, με την οποία ρυθμιζονταν η παροχή, από σωλήνα  $\varnothing 20$  προσαρμοσμένου στο δίκτυο του νερού της ανακυκλοφορίας.

Η αποχέτευση του νερού της εκτροφής γίνονταν με υπερχειλίση. Στην έξοδο της δεξαμενής μέσω «Τ» προσαρμόστηκε κάθετα στον πυθμένα σωλήνας PVC  $\varnothing 50$ , κλειστός στο κάτω του άκρο, με τέσσερις οριζόντιες τομές στο ύψος του. Με αυτόν τον τρόπο υπήρχε εξασφάλιση της σταθερότητας όγκου εκτροφής και επίσης η κυκλοφορία του νερού μέσα στην δεξαμενή γίνονταν ομοιόμορφα.

Ο πυθμένας της δεξαμενής καταλήγει σε βάνα, μέσω της οποίας απομακρύνονται καθημερινά τα στερεά υπολείμματα, δηλαδή η ακατανάλωτη τροφή αλλά και τα περιττώματα των ψαριών (flushings).



## 2.2.2 Δίκτυα

### 2.2.2.1 Δίκτυο νερού ανακυκλοφορίας

Οι εκτροφές γίνονται σε νερό ανακύκλωσης, δηλαδή επαναχρησιμοποίησης του μετά από βιολογική επεξεργασία, ώστε εξουδετερωθεί η τοξική αμμωνία.

Χρησιμοποιούνταν δύο αντλίες επανακυκλοφορίας του νερού των εκτροφών. Η μια έκανε μεταφορά του νερού από το ρεζερβουάρ στο βιολογικό φίλτρο, ενώ η άλλη την μεταφορά από το ρεζερβουάρ στις δεξαμενές. Με τον τρόπο αυτό η ροή του νερού διαμέσου των δεξαμενών και των συστημάτων καθαρισμού του ήταν συνεχής. Από το ρεζερβουάρ του κλειστού κυκλώματος ΚΚ1, το νερό μέσω αντλίας (model AV150-2DM-5, Mmax 13m, Qmax 16 m<sup>3</sup>/h, rpm 2800), οδηγούνταν σε τρεις σωλήνες  $\varnothing$ 63 (μια για κάθε εξάδα δεξαμενών). Στη συνέχεια, μικρότεροι σωλήνες  $\varnothing$ 20 οδηγούν το νερό στην κάθε δεξαμενή. Ανάλογη ήταν και η επανακυκλοφορία του νερού των εκτροφών στο ΚΚ2

### 2.2.2.2 Αερισμός

Αντλία αέρα (blower) που βρίσκονταν εντός της αίθουσας έστελνε πεπιεσμένο αέρα σε δίκτυο σωλήνων PVC  $\varnothing$ 32 mm και από εκεί σε κάθε δεξαμενή εκτροφής μέσω ρυθμιζόμενων βανών με εύκαμπτο σωλήνα αερισμού  $\varnothing$ 6 mm, στο άκρο του οποίου προσαρμόζονταν αερόπετρα

## 2.3 Επεξεργασία ανακυκλοφορούμενου νερού

Τα κλειστά κυκλώματα εκτροφής ψαριών υποστηρίζονταν από δύο συστήματα ©Tropical Marine Center (2020), τύπος 2500P για το ΚΚ1 και τύπος 5000P για το ΚΚ2 αντίστοιχα, που απαρτίζονταν από μονάδες μηχανικού και βιολογικού καθαρισμού του νερού. Σε κάθε σύστημα ανήκουν και μονάδες χημικού καθαρισμού του νερού που δεν χρησιμοποιήθηκαν, είτε από επιλογή, όπως οι συσκευές UV, είτε λόγω χαρακτηριστικών του νερού, όπως τους διαχωριστές αφρού (Protein skimmers, Foam Fractionators) που δεν αποδίδουν σε χαμηλό pH και χαμηλή αλατότητα, δηλαδή δουλεύουν μόνο με θαλασσινά νερά (Κλαδάς 2018). Ως εκ τούτου, η σπουδαία συμβολή του Protein skimmer στην απομάκρυνση οργανικών ρύπων και την ελάφρυνση της λειτουργίας του βιολογικού φίλτρου, ακυρώνεται σε αυτή την περίπτωση. Έτσι λοιπόν, στο σύστημα ενσωματώθηκαν πρόσθετα βιολογικό φίλτρο, με το οποία ήταν πλέον εφικτή στο σύστημα και η εκτροφή ψαριών ειδών του γλυκού νερού.

### 2.3.1 Μηχανικός καθαρισμός του νερού

Στα κυκλώματα χρησιμοποιήθηκαν συστοιχίες τεσσάρων «καλτσών» φιλτραρίσματος Filterbag με άνοιγμα πόρων 100  $\mu$ m. Το ένα από τα δύο συστήματα καλλιέργειας, το ΚΚ2, φιλοξενούσε μεγαλύτερα μεγέθη ψαριών με αποτέλεσμα οι κάλτσες να χρειάζονται καθημερινό καθαρισμό, πλένονταν με πιεστικό και τοποθετούνταν για περεταίρω καθαρισμό και απολύμανση σε ελαφρύ διάλυμα υπεροξειδίου του οξυγόνου (30%) για 24 ώρες.

### 2.3.2 Βιολογικά φίλτρα

Σε κάθε σύστημα, για την βιολογική επεξεργασία του νερού των εκτροφών χρησιμοποιήθηκαν τελικά τρεις τύποι βιολογικών φίλτρων:

- Φίλτρο ρευστοποιημένης άμμου (Fluidized Sand Biofilter)
- Βιοφίλτρο απόσταξης(Trickling Biofilter)
- Βυθισμένο βιοφίλτρο (Submerged Biofilter)

### **2.3.2.1 Φίλτρο Ρευστοποιημένης Άμμου (Fluidized Sand Biofilter)**

Το φίλτρο ρευστοποιημένης άμμου αποτελείται από έναν κύλινδρο που περιέχει 30 κιλά άμμου κοκκομετρίας 0,2-0,4 mm. Με την ανοδική ροή νερού, η άμμος κινείται αδιάκοπα μέσα στο κύλινδρο. Η σταθερή ροή του νερού βοηθά την καλύτερη απόδοση του φιλτραρίσματος.

Το φίλτρο ρευστοποιημένης άμμου είναι αυτοκαθαριζόμενο και χρησιμοποιείται συμπληρωματικά με άλλες μονάδες βιολογικής επεξεργασίας του νερού. Στην δική μας περίπτωση η άμμος αραγωνίτη που χρησιμοποιήθηκε δεν ήταν κατάλληλο υλικό διότι η συνεχής πτώση του pH καταλάωνε το ανθρακικό ασβέστιο που είναι τα κύριο συστατικά της, απολύμανε τους κόκκους της, οι οποίοι παρασύρονταν τελικά στο κύκλωμα. Η ουδέτερη χημικά χαλαζιακή άμμος είναι το σωστό υλικό για την λειτουργία του συστήματος σε γλυκά νερά.

### **2.3.2.2 Βιοφίλτρο απόσταξης(Trickling Biofilter)**

Το νερό μέσω αντλίας ανακυκλοφορίας, οδηγείται από το ρεζερβουάρ του συστήματος στο πάνω μέρος του βιοφίλτρου απόσταξης, το οποίο είναι ένα πλατύς κύλινδρος γεμάτος με πλαστικό υλικό υποστρώματος. Ο τύπος αυτός βιοφίλτρου είναι αυτοκαθαριζόμενος, ο δε ψεκασμός βοηθάει στην οξυγόνωσή του νερού και στην αποβολή μέρους του διοξειδίου του άνθρακα που συσσωρεύεται στο νερό του κυκλώματος.

### **2.3.2.3 Βυθιζόμενο βιοφίλτρο (Submerged Biofilter)**

Για τους λόγους που αναφέραμε πιο πάνω (ακύρωση της λειτουργίας των protein skimmers) προστέθηκε μία ακόμη μονάδα βιολογικής επεξεργασίας του νερού, παρεμβάλλοντας ανάμεσα στην αντλία ανακυκλοφορίας και στο σύστημα TMC δεξαμενές (μία στο ΚΚ1 και δύο στο ΚΚ2) 100 λίτρων με επιπλέοντα Biofilm Carrier Elements. Πρόκειται για πλαστικό υπόστρωμα βιολογικού φίλτρου με ειδική επιφάνεια  $>900\text{m}^2/\text{m}^3$ , πυκνότητα 0.96-0.98 (δηλαδή επιπλέει), και συντελεστή κενού  $>85\%$ . Στις μονάδες αυτές εισέρχονταν μέρος του νερού που κυκλοφορούσε η αντλία μεταξύ ρεζερβουάρ και βιολογικού φίλτρου, με σωλήνα Φ16 και με υπερχειλίση, ενώ μέσω διάτρητου σωλήνα επέστρεφε ξανά στο ρεζερβουάρ. Μία μεγάλη πέτρα αερισμού βοηθούσε στην πιο έντονη ανάδευση του υλικού, το οποίο έτσι βρίσκονταν συνεχώς σε κίνηση και αυτοκαθαριζόνταν.

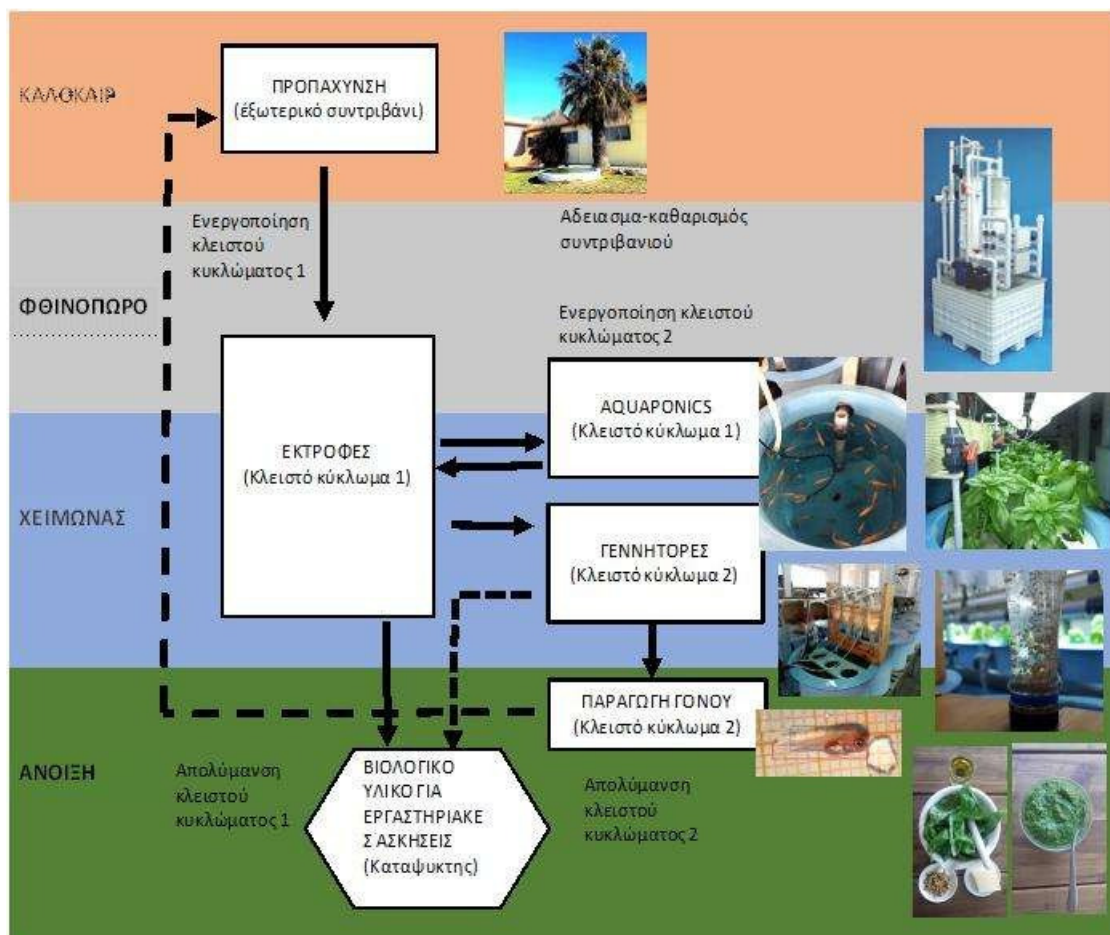
## **2.4 Ρύθμιση θερμοκρασίας**

Ο χώρος των εκτροφών είναι βορεινός με πολλά παράθυρα. Αυτό το γεγονός βοήθησε στο να μην δημιουργούνται μεγάλα προβλήματα κατά την περίοδο των πειραμάτων, δηλαδή τους ανοιξιάτικους και καλοκαιρινούς μήνες. Γενικά στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του χώρου βοήθησαν ακόμη, μια μονάδα κλιματισμού (air-condition) και οι εξαεριστήρες παραθύρων (χρήσιμοι ιδίως για την εξαέρωση του χώρου). Με θερμόμετρο μεγίστου/ελαχίστου γίνονταν η καθημερινή παρακολούθηση των θερμοκρασιών του χώρου.

Για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του νερού χρησιμοποιήθηκε από τις αρχές Ιουνίου ψυκτικό μηχάνημα τύπος WINSON AS-H094A4/HSLR, 220-240 Volt, το οποίο διατηρούσε τη θερμοκρασία του νερού στους 22 ° C. Το συγκεκριμένο σύστημα ψύξης αποτελούνταν από εξωτερική μονάδα κλιματιστικού που κυκλοφορεί φρέον σε ειδικό σπείρωμα βυθισμένο μέσα στο reservoir του κυκλώματος.

## 2.5 Σύστημα παραγωγής τιλάπιας στον εργαστηριακό χώρο

Αντικείμενο αυτής της δραστηριότητας τα τελευταία χρόνια είναι ο συνδυασμός εκτροφής ψαριών γλυκού νερού με την καλλιέργεια λαχανικών σε ένα σύστημα υδατοκαλλιέργειας ανακυκλοφορίας (RAS, δηλαδή τα ΚΚ1 και ΚΚ2). Η δραστηριότητα εξυπηρετεί πρωτίστως ένα εκπαιδευτικό πλαίσιο που στοχεύει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων των μαθητών που σχετίζονται με (α) τη διαχείριση πληθυσμών ψαριών σε μια εντατική αναπαραγωγή, (β) τη λειτουργία ενός RAS και (γ) τον έλεγχο και τον χειρισμό της ποιότητας των νερό προς την κατεύθυνση της κάλυψης των αναγκών ψαριών και λαχανικών. Οι διαδικασίες που σχετίζονται με αυτή την δραστηριότητα περιγράφονται στην εικόνα 1.



Εικόνα 8 Κύκλος παραγωγής κόκκινης τιλάπιας στο πρώην Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας-Υδατοκαλλιεργειών του ΤΕΙ Δ.Ελλάδας στο Μεσολόγγι

Το τροπικό είδος Τιλάπια είναι μια στρατηγική επιλογή για τη διοργάνωση αυτής της δραστηριότητας επειδή εκτρέφεται εύκολα, αναπτύσσεται γρήγορα και μπορεί να

υποφέρει μεγάλες πυκνότητες εκτροφής. Επιπλέον, αρχίζει να αναπαράγεται σε ένα πολύ μικρό μέγεθος, λίγο μετά τη γέννησή του. Όλες αυτές οι συνθήκες είναι κατάλληλες για την εκπαίδευση φοιτητών στην υδατοκαλλιέργεια.

Το γεγονός ότι η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας στην Ελλάδα είναι κατάλληλη για την εκτροφή τιλάπια σε εξωτερικούς χώρους από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο, βοηθάει πολύ στο να μεταφερθεί ο γόνος στο τέλος της ακαδημαϊκής χρονιάς σε υπάρχον υπαίθριο σιντριβάνι. Έτσι, μια φορά το χρόνο αδειάζονται τα RAS, για να απολυμανθούν και αφού στεγνώσουν, τον επόμενο Σεπτέμβριο να επανενεργοποιηθούν τα βιολογικά φίλτρα για τη λειτουργία των κυκλωμάτων στο επόμενο ακαδημαϊκό έτος. Με αυτόν τον τρόπο προλαμβάνεται οποιοδήποτε πρόβλημα θνησιμότητας λόγω τυχόν διακοπής ρεύματος εντός της ανενεργής καλοκαιρινής περιόδου. Τελευταίο αλλά όχι λιγότερο σημαντικό, η εκτροφή την επόμενη σεζόν ξεκινά με πολλά ψάρια που προέρχονται από την ίδια παρτίδα αυγών, η οποία έχει ιδιαίτερη σημασία γενικά για την οργάνωση ερευνητικών πειραμάτων.

Κατά τη διάρκεια αυτής της εμπειρίας διαπιστώθηκε ότι το σύστημα Aquaponics είναι ένα εξαιρετικό εκπαιδευτικό εργαλείο για τις σπουδές μας, καθώς δίνει την ευκαιρία στους φοιτητές να εφαρμόσουν τεχνικές τόσο για τη διαχείριση της βιομάζας των ψαριών (ταξινόμηση, διάσπαση και μεταφορά πληθυσμών) όσο και για τη διαχείριση της ποιότητας του νερού (pH, θρεπτικά συστατικά). Επιπλέον, γίνεται πλήρως κατανοητή η λειτουργία των RAS και η διαχείρισή του (προγραμματισμός λειτουργίας, θερμορύθμιση, καθαρισμός εξοπλισμού, απολύμανση, ενεργοποίηση βιολογικών φίλτρων κτλ). Επίσης, καθώς τα ψάρια και τα φυτά έχουν διαφορετικές απαιτήσεις σχετικά με την ποιότητα του νερού, θα πρέπει με ελέγχους και επεμβάσεις (πτώση pH, διαχείριση βιομάζας κ.λπ.) να επιτευχθεί συμβιβασμός της ποιότητας του νερού προς το συμφέρον και των δύο. Τέλος με αυτή τη δραστηριότητα παράγονται αρκετά ψάρια για τα εργαστήρια Ανατομίας και Ιχθυολογίας του Τμήματός μας.

## 2.6 Ιχθυοκομική διαχείριση

### 2.6.1 Τάισμα

Στα ψάρια χορηγήθηκε τροφή ©FeedusRedLineNC 48112, κοκκομετρίας 1.6 mm. Η συγκεκριμένη τροφή είναι για θαλασσινά σαρκοφάγα ψάρια, και περιέχει 44% πρωτεΐνη στη σύνθεσή της. Η τροφή έμπαινε κάθε πρωί στην ταινίστρα εφόσον είχε ζυγιστεί η ακατανάλωτη τροφή του προηγούμενου 24ώρου. Έτσι η κατανάλωση της κάθε δεξαμενής καταγράφονταν καθημερινά.

Μετά από ζύγισμα της βιομάζας υπολογίζονταν η καθημερινή ποσότητα που θα έπρεπε να χορηγηθεί σε κάθε δεξαμενή ψαριών. Δειγματοληψίες βάρους διενεργούνταν ανά δεκαπέντε ημέρες. Ο υπολογισμός ίσχυε για μια εβδομάδα και ανάλογα με την κατανάλωση της ιχθυοτροφής, με βάση μια θεωρητική τιμή μετατρεψιμότητας που υιοθετούσαμε και τις θνησιμότητες της κάθε δεξαμενής, ορίζονταν η νέα πιθανή βιομάζα και ο υπολογισμός του φαγητού.

### 2.6.3 Καθαρισμός

Καθημερινή δραστηριότητα ήταν ο καθαρισμός των δεξαμενών με σιφόνι το πρωί πριν από το τάισμα. Το σιφόνι είναι ένας λαστιχένιος σωλήνας  $\varnothing$  16, συνδεδεμένος με 1.5 μέτρο λάστιχο  $\varnothing$  18. Με αυτόν τον τρόπο απομακρύνουμε περιττώματα και η περίσσεια τροφή που υπήρχε στο κάτω μέρος του πυθμένα

#### 2.6.4 Δειγματοληψίες και αποδόσεις εκτροφής

Για να πιστοποιηθεί η ανάπτυξη των ψαριών, κάθε 15 ημέρες τα ψάρια ζυγίζονταν και έτσι μπορούσαμε να εκτιμήσουμε την απόδοση της εκτροφής. Για το ζύγισμα χρησιμοποιήθηκε ψηφιακή ζυγαριά Adventurebhaus ακρίβειας 0,01 g.

Μπαίνοντας τα ψάρια ξανά στην δεξάμενη για την συνέχιση της εκτροφής είναι γνωστοί οι οι τελικοί αριθμοί των ψαριών, όπως και οι αντίστοιχες βιομάζες των δεξαμενών. Έτσι στο τέλος κάθε περιόδου εκτροφής λοιπόν υπολογίζουμε (Κλαδάς 2016):

- Το μέσο τους βάρους των ψαριών κάθε δεξαμενής
- Την επιβίωση (S) των ψαριών κατά το προηγούμενο διάστημα εκτροφής. Η επιβίωση (S) των ψαριών ενός πληθυσμού σε μια χρονική περίοδο εκφράζεται ως η επί τοις % αναλογία του αριθμού των ατόμων στο τέλος της περιόδου δια του αριθμού των ατόμων στην αρχή της.
- Τη μέση μικτή (gross) και την καθαρή (net) μετατρεψιμότητα (FCR και FCR') κατά το ίδιο διάστημα. Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας (gross FCR) ορίζεται ως η ποσότητα της τροφής σε g (ξηρό βάρος) που καταναλώνεται για την παραγωγή 1 g ιχθύων (νωπό βάρος) στην αντίστοιχη χρονική περίοδο. Προστιθεμένης δε της βιομάζας των νεκρών της περιόδου εκτροφής στην τελική βιομάζα, προκύπτει και δεύτερος συντελεστής, η καθαρή μετατρεψιμότητα (FCR'). Η μικτή μετατρεψιμότητα ενδιαφέρει την οικονομική πλευρά της εκτροφής, η δε καθαρή τη βιολογική.
- Τους αντίστοιχους μέσους ειδικούς ρυθμούς αύξησης (SGR και SGR') κατά το ίδιο διάστημα. Ο ειδικός ρυθμός αύξησης (SGR) δίνεται από την σχέση:  $(\ln W_t - \ln W_0) * 100 / t$ , όπου  $W_t$  είναι η βιομάζα στο τέλος της χρονικής περιόδου,  $W_0$  η αρχική βιομάζα και  $t$  η διάρκεια της εκτροφής σε ημέρες.

## 2.7 Παρακολούθηση και έλεγχος ποιότητας νερού

Η παρακολούθηση της ποιότητας του νερού αφορούσαν τη μέτρηση των συγκεντρώσεων της αμμωνίας, των νιτρώδη και των νιτρικών ιόντων, των φωσφορικών ιόντων, το pH, την σκληρότητα, το ολικό άζωτο TN και τον ολικό οργανικό άνθρακα TOC. Η δειγματοληψία του νερού γινόταν από το reservoir του συστήματος. Οι μετρήσεις έγιναν στο εργαστήριο Χημείας του Τμήματος. Οι συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών και σκληρότητας νερού μετρήθηκαν με φασματοφωτόμετρο UV / ορατό HACH LANGE DR 2800 και το pH με μετρητή pH επιτραπέζιου υπολογιστή Hach.

## 2.8 Καλλιέργειες λαχανικών

### 2.8.1 Σύστημα καλλιέργειας

Οι καλλιέργειες βασιλικού έγιναν με υδροπονική μέθοδο deep water σε έξι δεξαμενές του κλειστού κυκλώματος KK1 σε πυκνότητα 50 φυτωρίων ανά m<sup>2</sup>. Φωτισμός βιομηχανικού φωτός νέον σε διπλή σειρά λαμπτήρων τοποθετήθηκε 40 cm πάνω από την επιφάνεια των φυτών δίνοντας ένταση φωτός 25-30 klux για 16ωρη φωτοπερίοδο (εικ. 9).





Εικόνα 9 Σύστημα καλλιέργειας Βασιλικού *Ocimum basilicum*

Για την σταθεροποίηση των φυτών στις δεξαμενές χρησιμοποιήσαμε επιπλέουσες πλατφόρμες από φελιζόλ. Το κάθε φελιζόλ είχε τρύπες/υποδοχές όπου τοποθετήθηκαν τα φυτά μέσα σε ειδικό καλαθάκι για την συγκράτηση των ριζών και σφουγγαράκι για την σταθεροποίηση του βλαστού τους (εικ. 10). Με το σύστημα αυτό οι ρίζες ήταν προστατευμένες από το φώς. Στην δεξαμενή υπήρχε αερισμός για την επαρκή οξυγόνωση των ριζών.



Εικόνα 10 Επιπλέουσα πλατφόρμα στήριξης των φυτών. Διακρίνονται δεξιά το ειδικό καλαθάκι για τις ρίζες και το πώμα για τις αχρησιμοποίητες τρύπες και δεξιά το όλο σύστημα σε λειτουργία με φυτώρια βασιλικών.

### 2.8.2 Προέλευση φυτωρίων

Τα φυτώρια των βασιλικών αγοράστηκαν σε γλαστράκια από γεωπονικό κατάστημα λιανικής πώλησης φυτών της Πάτρας. Πριν την είσοδό τους στο νερό, οι ρίζες ξεπλύθηκαν για να απομακρυνθεί το χώμα.

### 2.8.3 Δειγματοληψία

Ανά δέκα ημέρες τέσσερα φυτώρια απομακρύνονταν από το σύστημα, ζυγίζονταν ολόκληρα σε ψηφιακή ζυγαριά Adventurebhaus ακρίβειας 0,01 g, όπως επίσης το υπέργειο μέρος (βλαστός) και το υπόγειο (ριζικό σύστημα) ξεχωριστά.

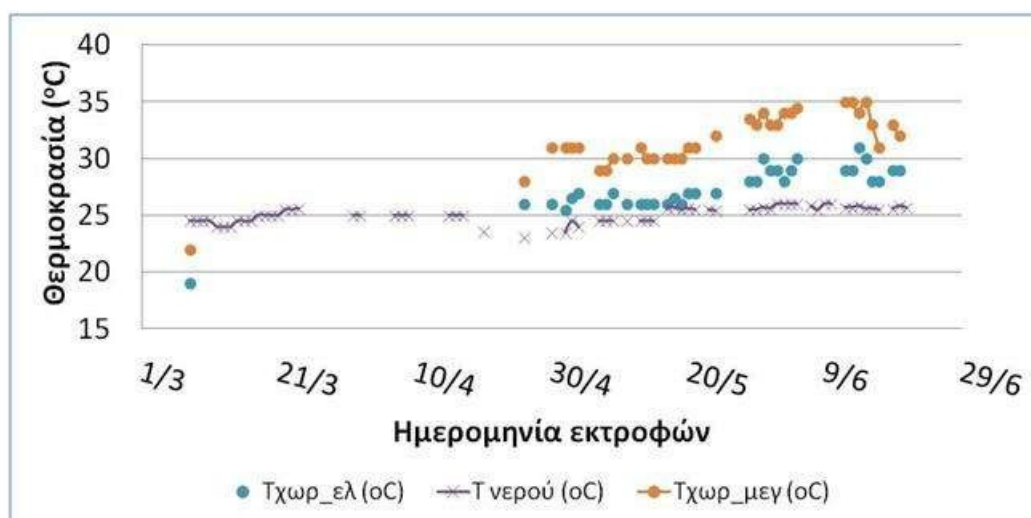
## 2.9 Στατιστική επεξεργασία και τεκμηρίωση

Για την στατιστική επεξεργασία και σύγκριση των μέσων τιμών των βαρών στα ψάρια και τα φυτά, καθώς και της μετατρεψιμότητας, του ειδικού ρυθμού αύξησης και του ημερήσιου ρυθμού διατροφής στα ψάρια εφαρμόστηκε ανάλυση στατιστικής συνάφειας (ANCOVA,  $P < 0,05$ ) χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο Statgraphics 5.0.

## 3 Αποτελέσματα

### 3.1 Έλεγχος Θερμοκρασίας

Οι καταγραφές της θερμοκρασίας του νερού (εικ. 2) απέδειξαν την αποτελεσματικότητα του συστήματος θερμομόνωσης του χώρου σε συνδυασμό με τη λειτουργία του ψυκτικού στο νερό του κυκλώματος. Ενώ λοιπόν οι θερμοκρασίες του χώρου κυμάνθηκαν στο τέλος του χειμώνα από 18-23 °C και κατά τη διάρκεια των εκτροφών την άνοιξη από 25-31 °C (ΜΟ = 27,6±1,6) οι ελάχιστες, και από 28-35 °C (ΜΟ = 31,9±1,9) οι μέγιστες, οι θερμοκρασίες του νερού παρουσίασαν πολύ μικρότερες διακυμάνσεις, κυμαινόμενες από 23,5-26 °C (ΜΟ = 25,3±0,7).



Εικόνα 11 Εξέλιξη της θερμοκρασίας του νερού, σε σχέση με τις ελάχιστες και τις μέγιστες θερμοκρασίες του χώρου

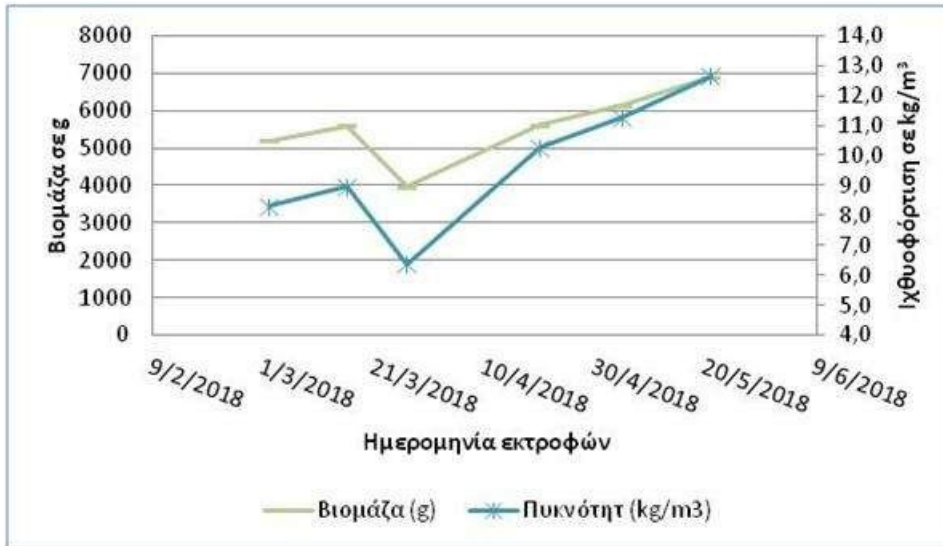
### 3.2 Εκτροφές ψαριών

#### 3.2.1 Ανακυκλούμενο σύστημα ιχθυοκαλλιέργειας 1 (RAS1)

##### 3.2.1.1 Βιομάζα και πυκνότητα

Η άνοδος της βιομάζας των ψαριών στο κύκλωμα 1 οφείλεται στην αύξηση των ψαριών. Κατά την διάρκεια της εκτροφής αφαιρέθηκαν ψάρια από το κύκλωμα (εικ. 3). Η αφαίρεση των ψαριών από το σύστημα εξυπηρετούσε (α) τη δημιουργία ενός αποθέματος γεννητόρων σε ένα άλλο σύστημα (ΚΚ2) και (β) την συγκράτηση της βιομάζας σε επίπεδα κάτω 15 kg/m<sup>3</sup> στη διάρκεια της εκτροφής.

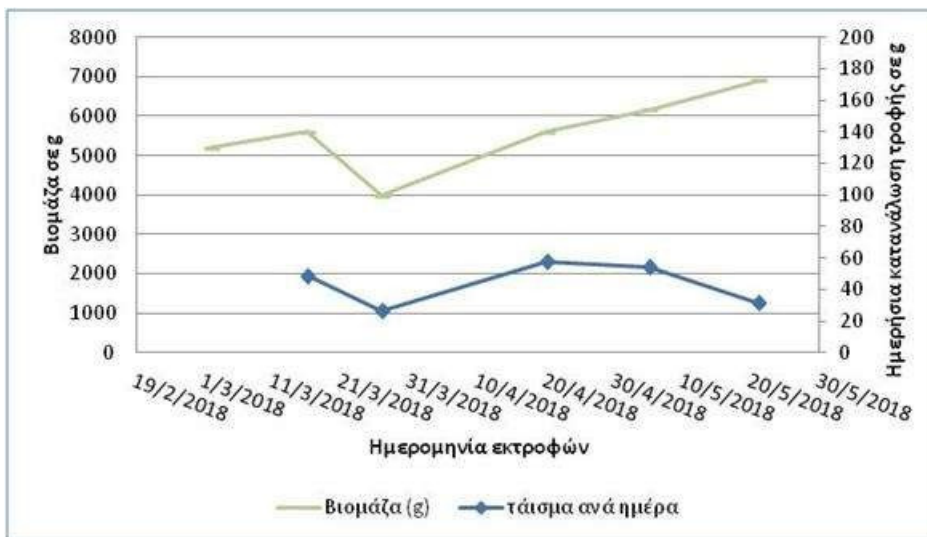




Εικόνα 12 Εξέλιξη της συνολικής ιχθυομάζας του συστήματος 1 (σε g) καθώς και της ιχθυοφόρτισης (σε kg) κατά τη διάρκεια της εκτροφής

### 3.2.1.2 Κατανάλωση τροφής

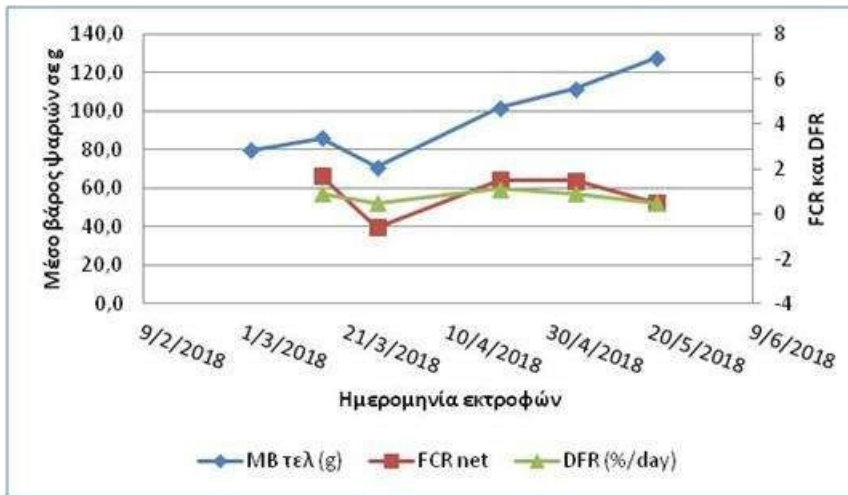
Το μέσο τάισμα ανά ημέρα σε g ακολουθεί αρχικά την εξέλιξη της βιομάζας όμως στην συνέχεια λόγω τεχνικών προβλημάτων στις αυτόματες ταΐστρες, σε συνδυασμό με την περιορισμένη φροντίδα που αναγκαστικά εφαρμόστηκε λόγω των διακοπών του Πάσχα, είχε σαν αποτέλεσμα τα ψάρια να ταΐσουν τελικά λιγότερο από ότι τελικά έπρεπε (εικόνα 4).



Εικόνα 13 Εξέλιξη της συνολικής ιχθυομάζας του συστήματος 1 (σε g) καθώς και της ημερήσιας κατανάλωσης της τροφής (σε g). κατά τη διάρκεια της εκτροφής.

### 3.2.1.3 Μετατρεψιμότητα και ημερήσιος ρυθμός διατροφής

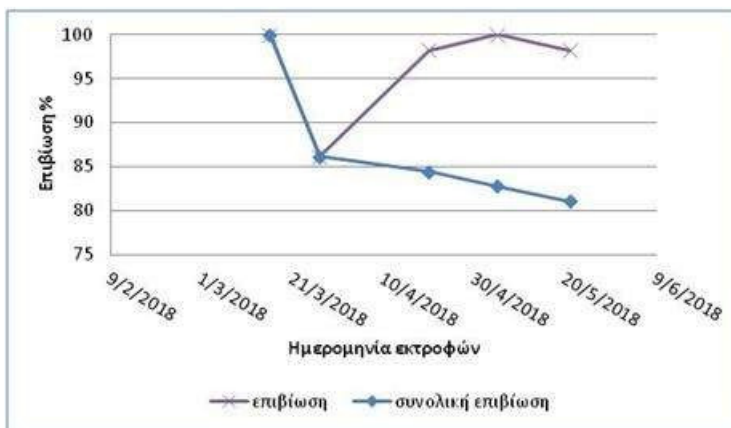
Η ημερήσια λήψη τροφής των ψαριών κατά τη διάρκεια της εκτροφής κυμάνθηκε μεταξύ 0,48 και 1,12 % της ζωντανής συνολικής βιομάζας, ενώ η καθαρή μετατρεψιμότητα κυμάνθηκε μεταξύ των τιμών -0,59 και 1,70. Διαπιστώνουμε ότι ο ελλιπής έλεγχος του ταΐσματος, στον οποίο αναφερθήκαμε στο προηγούμενο πεδίο 3.2.1.2, αντικατοπτρίζεται γλαφυρά σε αυτές τις μεγάλες διακυμάνσεις της ημερήσιας κατανάλωσης τροφής και του δείκτη μετατρεψιμότητας. Τα αποτελέσματα των δύο παραμέτρων παρουσιάζονται σε σχέση με το μέσο βάρος των εκτρεφόμενων ψαριών (εικ. 5).



Εικόνα 14 Ημερήσια κατανάλωση τροφής εκφρασμένη στο % της ζωντανής βιομάζας (DFR) καθώς και καθαρή μετατρεψιμότητα (FCRnet) σε σχέση με το μέσο βάρος των ψαριών (σε g) κατά τη διάρκεια της εκτροφής.

### 3.2.1.4 Επιβίωση

Η συνολική επιβίωση ήταν 81% (εικ.15)

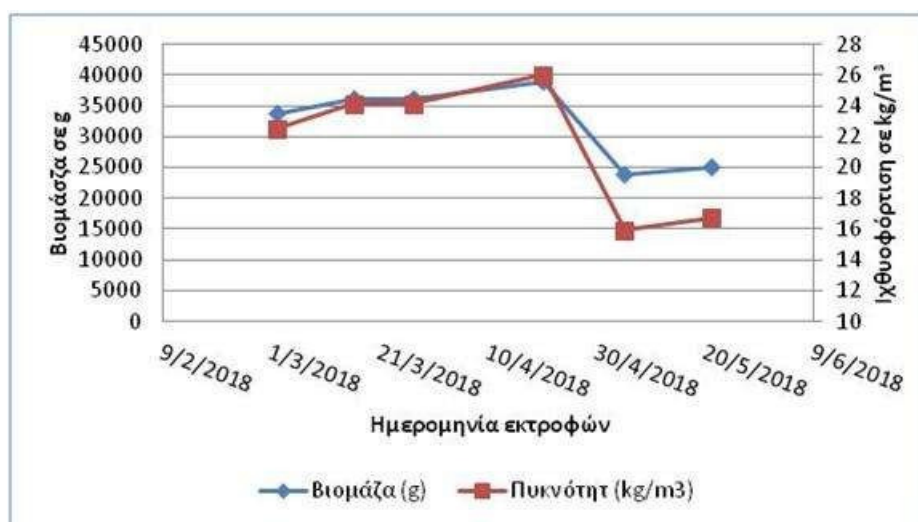


Εικόνα 15 Επιβίωση ανά περίοδο δειγματοληψίας και συνολική επιβίωση των ψαριών σε % κατά τη διάρκεια της εκτροφής.

### 3.2.2 Ανακυκλούμενο σύστημα ιχθυοκαλλιέργειας 2 (RAS2)

#### 3.2.2.1 Βιομάζα και πυκνότητα

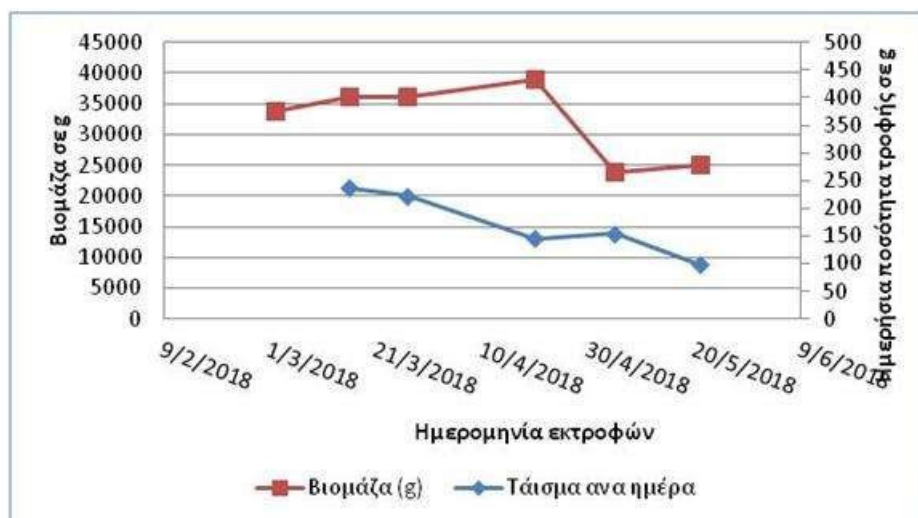
Η βιομάζα των εκτροφών στο σύστημα 2 αρχικά ανεβαίνει λόγω της σωματικής αύξησης των ψαριών. Το σύστημα συμπεριφέρεται πολύ καλά, καθώς μπορεί χωρίς προσθήκη καθαρού οξυγόνου να υποστηρίξει πολύ μεγάλη βιομάζα που φθάνει τα 40 kg/m<sup>3</sup>. Σε αυτό το όριο απομακρύνθηκαν ψάρια από το σύστημα για την συγκράτηση της βιομάζας σε ασφαλή επίπεδα (εικ.7).



Εικόνα 16 Εξέλιξη της συνολικής ιχθυομάζας του συστήματος 2 (σε g) καθώς και της ιχθυοφόρτισης (σε kg) κατά τη διάρκεια της εκτροφής.

#### 3.2.2.2 Κατανάλωση τροφής

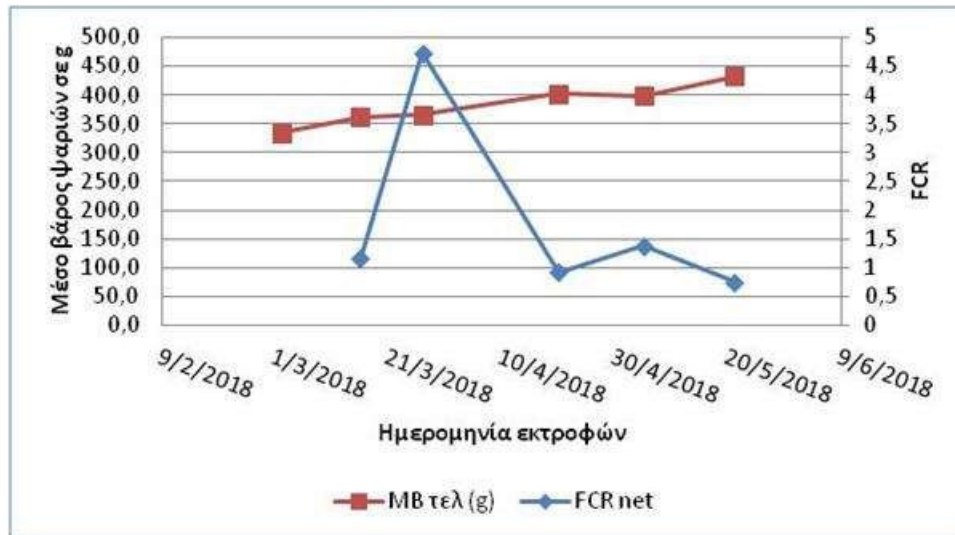
Το μέσο τάισμα ανά ημέρα σε g ακολουθεί γενικά την εξέλιξη της βιομάζας, όμως στο διάστημα των διακοπών του Πάσχα, είναι προφανές ότι τα ψάρια ταιστήκαν τελικά λιγότερο από ότι έπρεπε (εικ.8).



Εικόνα 17 Εξέλιξη της συνολικής ιχθυομάζας του συστήματος 2 (σε g) καθώς και της ημερήσιας κατανάλωσης της τροφής (σε g) κατά τη διάρκεια της εκτροφής.

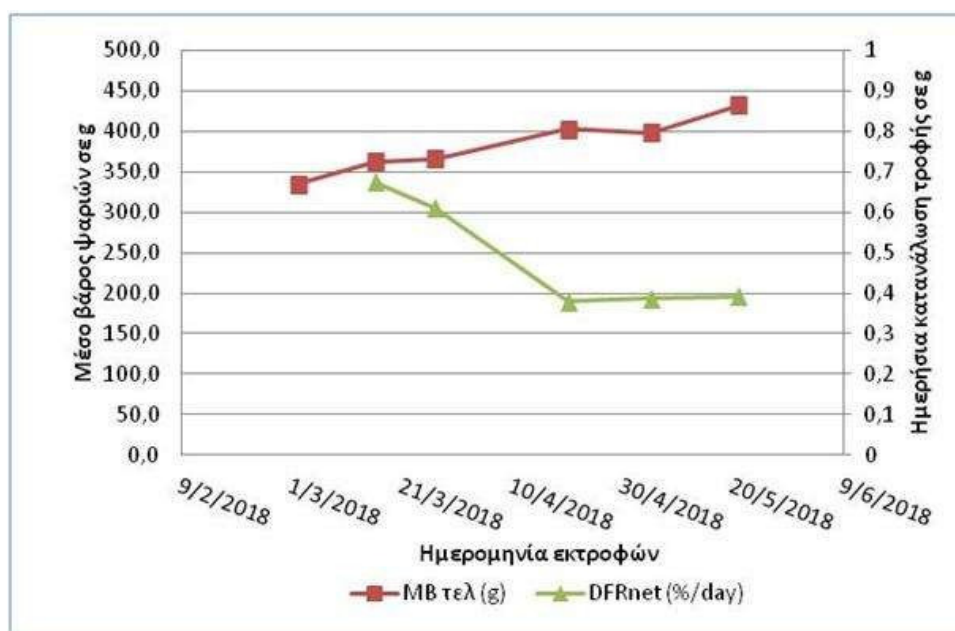
### 3.2.2.3 Μετατρεψιμότητα και ημερήσιος ρυθμός διατροφής

Η καθαρή μετατρεψιμότητα κυμάνθηκε μεταξύ των τιμών 0,75 και 4,74 (εικ. 9). Για μέσα βάρη από 300 έως 450 g που θεωρούμε ότι αντιστοιχεί στην ομαλή περίοδο των εκτροφών μας, η μέση τιμή FCR εκτιμάται στο 1,05 που θεωρείται φυσιολογική για τέτοιου μεγέθους ψάρια.



Εικόνα 18 Καθαρή μετατρεψιμότητα (FCRnet) σε σχέση με το μέσο βάρος των ψαριών (σε g) κατά τη διάρκεια της εκτροφής.

Η ημερήσια λήψη τροφής κυμάνθηκε μεταξύ 0,38 και 0,67 % του ζώντος βάρους. Η DFR πέφτει φυσιολογικά με την αύξηση του μεγέθους του ψαριού (εικ.10)

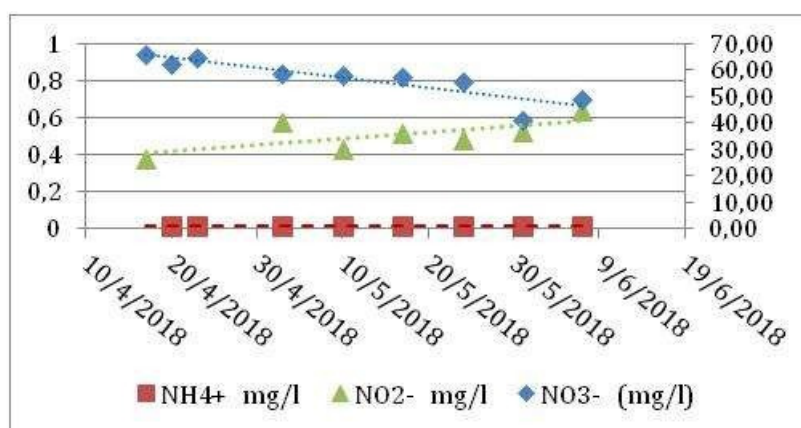


Εικόνα 19 Εικόνα 9 Ημερήσια κατανάλωση τροφής εκφρασμένη στο % της ζωντανής βιομάζας (DFR) σε σχέση του μέσου βάρους των ψαριών (σε g) κατά τη διάρκεια της εκτροφής.

Για μέσα βάρη από 300 έως 450 g που θεωρούμε ότι αντιστοιχεί στην ομαλή περίοδο των εκτροφών μας, η ημερήσια κατανάλωση τροφής εκτιμάται στο 0,4% της ζωντανής βιομάζας που θεωρείται φυσιολογική για τέτοιου μεγέθους ψάρια.

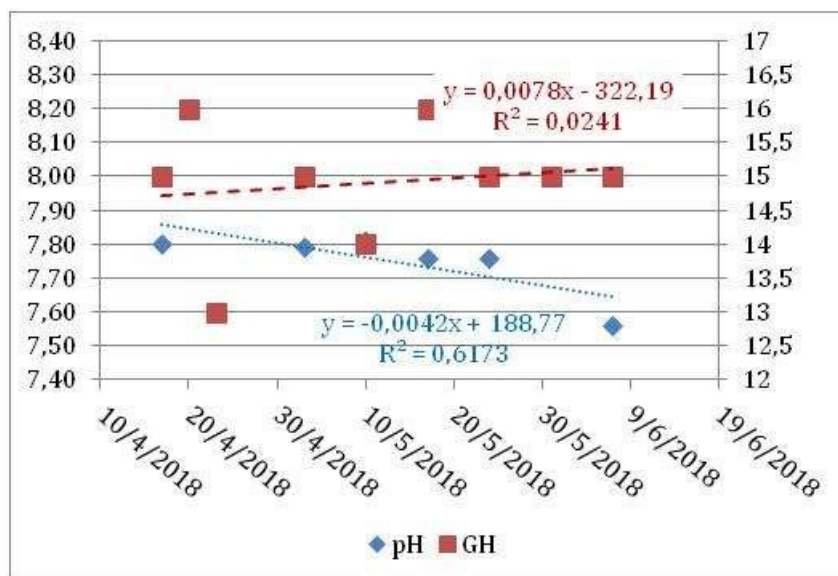
### 3.3 Ποιότητα νερού

Η συγκέντρωση της διαλυμένης αμμωνίας ήταν σε όλη τη διάρκεια των εκτροφών 0,2 ppm, δηλαδή η ελάχιστη ανιχνεύσιμη τιμή. Μικρές ήταν και οι συγκεντρώσεις των νιτρικών ιόντων που κυμάνθηκαν από 0,38 έως 0,64 ppm (εικ. 11). Αντίθετα οι τιμές των νιτρικών ιόντων κυμάνθηκαν σε επίπεδα από 66 έως 41 ppm με έντονα πτωτική τάση στην πορεία των καλλιεργειών.



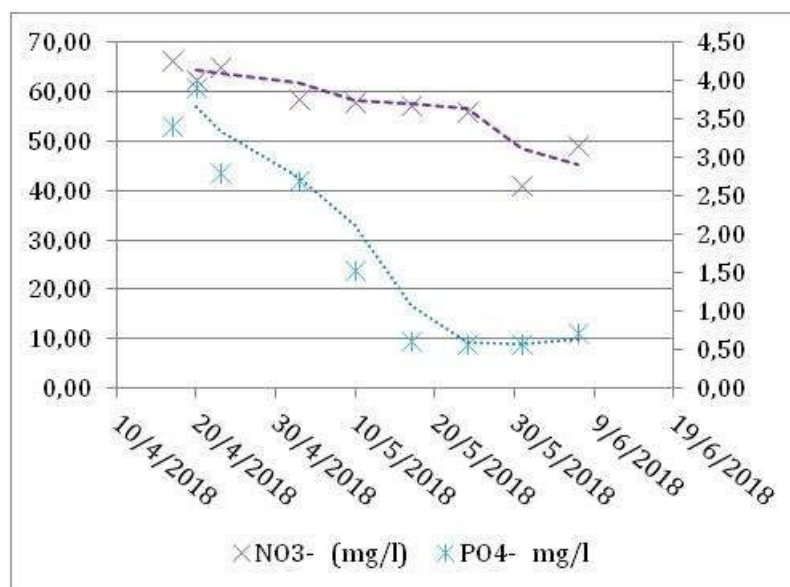
Εικόνα 20 Διακύμανση των τιμών της διαλυμένης αμμωνίας, των νιτρικών ιόντων (αριστερός κάθετος άξονας) και των νιτρικών ιόντων (δεξιός κάθετος άξονας) του νερού των εκτροφών στη διάρκεια των καλλιεργειών. Η παρουσίαση της εξέλιξης των τριών παραμέτρων γίνεται συμβατικά με την χρησιμοποίηση γραμμών τάσεων τύπου γραμμικής παλινδρόμησης.

Η σκληρότητα του νερού μετρούμενη σε γερμανικούς βαθμούς βρέθηκε να είναι μεταξύ 13 και 16, παρουσιάζοντας μία ελαφρά, στατιστικά μη σημαντική τάση αύξησης στην διάρκεια των εκτροφών ( $R^2=0,6173$   $p=0,06399 > \alpha=0,05$ ). Οι τιμές του pH κυμάνθηκαν από 7,5 έως 7,8 με μία πολύ ελαφρά τάση μείωσης, στατιστικά καθόλου σημαντική ( $R^2=0,0241$   $p=0,6897 > \alpha=0,05$ , εικ.12).



Εικόνα 21 Διακύμανση των τιμών του pH (αριστερός κάθετος άξονας) και της γενικής σκληρότητας GH σε γερμανικούς βαθμούς (δεξιός κάθετος άξονας) του νερού των εκτροφών στη διάρκεια των καλλιεργειών. Η παρουσίαση της εξέλιξης των δύο παραμέτρων επιλέχτηκε να γίνει με την χρησιμοποίηση γραμμών τάσεων γραμμικής παλινδρόμησης.

Η εξέλιξη των νιτρικών ιόντων παρουσιάζεται ξανά στο επόμενο γράφημα (εικ. 13) μαζί με τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις των φωσφορικών ιόντων, επίσης βασικών θρεπτικών συστατικών για την ανάπτυξη των φυτών των καλλιεργειών μας.

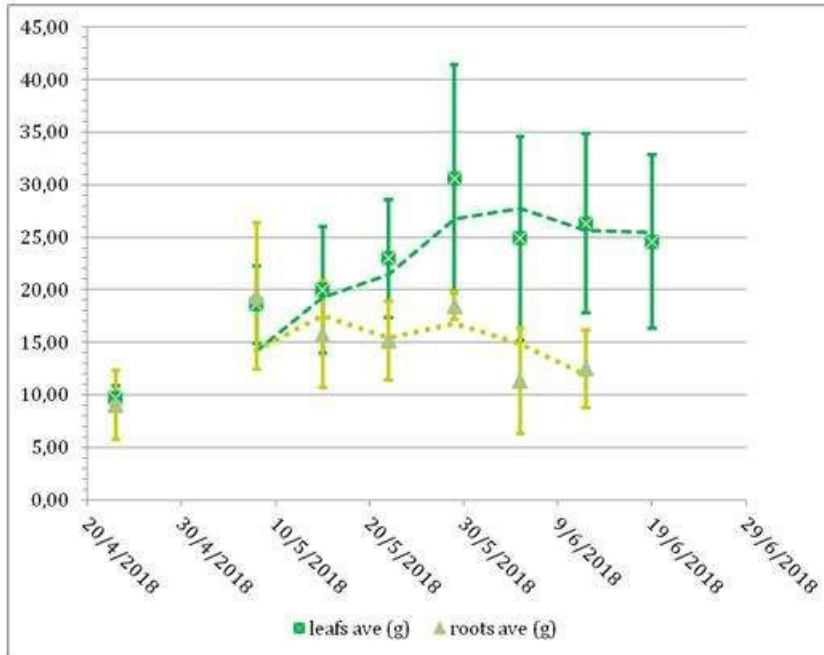


Εικόνα 22 Διακύμανση των συγκεντρώσεων των νιτρικών (αριστερός κάθετος άξονας) και των φωσφορικών ιόντων (δεξιός κάθετος άξονας) στο νερό των εκτροφών στη διάρκεια των καλλιεργειών. Η παρουσίαση της εξέλιξης των συγκεντρώσεων επιλέχτηκε να γίνει με την χρησιμοποίηση γραμμών τάσεων κυλιόμενων μέσω δύο περιόδων.



### 3.4 Καλλιέργειες λαχανικών

Τα φύλα του βασιλικού αναπτύχθηκαν με ιδιαίτερα καλή απόδοση κατά τη διάρκεια των τριών πρώτων εβδομάδων, ενώ η ανάπτυξη, παρέμεινε στάσιμη την επόμενη περίοδο, αν και παρουσίασε έντονη ανοδική τάση από την ημέρα 20 έως την ημέρα 40 (εικ. 11).



Εικόνα 23 Μέση ανάπτυξη φύλλων και ριζών βασιλικού κατά τη διάρκεια του πειράματος σε g. Η σταθερή απόκλιση των 4 τιμών που καταγράφηκαν παρουσιάζεται με κάθετες μπάρες. Η παρουσίαση της εξέλιξης των συγκεντρώσεων επιλέχθηκε να γίνει με την χρησιμοποίηση γραμμών τάσεων κυλιόμενων μέσω δύο περιόδων.

Οι ρίζες του βασιλικού αναπτύχθηκαν επίσης κατά τη διάρκεια των τριών πρώτων εβδομάδων, όμως στη συνέχεια δεν αυξήθηκαν παρουσιάζοντας μία ελαφρά πτωτική τάση, όχι όμως στατιστικά σημαντική.

## 4 Συζήτηση-συμπεράσματα

Οι τιμές της διαλυμένης αμμωνίας και της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων ήταν ιδιαίτερα χαμηλές, απόδειξη της καλής λειτουργίας σε γενικές γραμμές της βιολογικής επεξεργασίας του νερού των εκτροφών και σαφώς εντός των ασφαλών ορίων για τα ψάρια (Somerville et al., 2014). Η γενική σκληρότητα GH του νερού εκφράζεται μέσω της συγκέντρωσης των θετικών ιόντων  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  και  $Fe^{2+}$  και η τιμή της εξαρτάται βέβαια από την ποιότητα του αρχικού νερού προέλευσης. Μεγαλύτερη σκληρότητα έχουν νερά που κατά τη διαδρομή τους προς το υδραγωγείο διέρχονται από ασβεστολιθικά πετρώματα. Η γενική σκληρότητα του νερού του δικτύου που χρησιμοποιήθηκε ήταν μέσα στην περιοχή τιμών 12-18 γερμανικής σκληρότητας (δηλαδή 200-300 mg/L  $CaCO_3$ ), χαρακτηρίζεται δηλαδή ως «Μέτρια σκληρό». Η περιοχή αυτή τιμών της σκληρότητας εκτιμάται ότι είναι κατάλληλη τόσο για τα ψάρια, όσο και για φυτά (Somerville et al., 2014). Σε ένα σύστημα ανακυκλοφορίας του νερού, όπως ένα ενυδρείο, ή ένα κλειστό σύστημα υδατοκαλλιέργειας (RAS) είναι αναμενόμενο η σκληρότητα, ως περιεκτικότητα ιόντων στο νερό να αυξάνει συνεχώς λόγω της συνεχούς εξάτμισης του νερού, η οποία αναπληρώνεται με τις τακτικές προσθήκες νέου νερού για να αντιμετωπίσουν αυτήν και τις άλλες απώλειες του νερού των εκτροφών (σιφόνια, flushings). Το ότι αυτό δεν αποτυπώθηκε στα

αποτελέσματά μας ,δείχνει ότι στο σύστημα έμπαινε συστηματικά πολύ νέο νερό, "ξεπλένοντας" το νερό των εκτροφών.

Στο ίδιο συμπέρασμα οδηγούμαστε και από την ανάγνωση των αποτελεσμάτων των διακυμάνσεων του pH, οι τιμές του οποίου έχουν βέβαια μία πτωτική τάση, λόγω οξίνισης του νερού από τις διαδικασίες νιτροποίησης στο βιολογικό φίλτρο και την συσσώρευση διοξειδίου άνθρακα από την αναπνοή των οργανισμών στο κλειστό κύκλωμα εκτροφής (Κλαδάς 2018), ωστόσο δεν είναι τόσο σημαντική όσο θα περιμέναμε για εκτροφές ψαριών, ιδιαίτερα σε τόσο μεγάλες πυκνότητες για ένα μεγάλο διάστημα εκτροφής μεγαλύτερο των δύο μηνών. Σε αυτό το σημείο να επισημανθεί ότι η διακυμάνσεις του pH, σε αντίθεση με την προηγούμενη εργασία των (Cladas *et al.*, 2018), ακολούθησαν μία μη επιθυμητή εξέλιξη, καθώς η απορρόφηση των ιχνοστοιχείων από τα φυτά είναι αποτελεσματική σε τιμές pH κάτω του 7. Ειδικότερα ο παράγοντας αυτός επηρεάζει όλα τα βιοτικά στοιχεία ενός συστήματος Aquaponics, ψάρια, φυτά και βακτήρια. Στα φυτά επηρεάζει τη διαθεσιμότητα των ιχνοστοιχείων. Για παράδειγμα στην περιοχή 6-6.5, όλα τα ιχνοστοιχεία είναι διαθέσιμα. Στο 7.5 αποκλείονται τα Fe, P, Mn (nutrient lock out). Στα βακτήρια τιμές μικρότερες του 6, επηρεάζουν αρνητικά τις διαδικασίες νιτροποίησης. Έτσι το ιδανικό εύρος είναι το 6-7 (Somerville *et al.*, 2014). Άρα και εδώ τα αποτελέσματά μας δείχνουν ότι στο σύστημα έμπαινε πολύ νέο νερό, αντικαθιστώντας συστηματικά το νερό των εκτροφών, ακυρώνοντας έτσι την ευεργετική επίδραση του χαμηλού pH για τις καλλιέργειες του βασιλικού.

Τα φυτά του βασιλικού αναπτύχθηκαν με ιδιαίτερα καλή απόδοση κατά τη διάρκεια του πρώτου μήνα, ενώ η ανάπτυξη παρέμεινε στάσιμη την επόμενη περίοδο. Η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων στο σύστημα μειώθηκε κατά 15% κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης ανάπτυξης, ενώ η πτώση των φωσφορικών ιόντων ήταν πολύ πιο σημαντική φτάνοντας τα 0,58 mg / l που είναι 84% λιγότερο. Είναι ενδιαφέρον να διερευνήσουμε εάν ο φωσφόρος ενήργησε ως περιοριστικός παράγοντας σε αυτήν την περίπτωση. Βέβαια επιμείνουμε στις προηγούμενες παρατηρήσεις μας για την ποιότητα του νερού και την επίδρασή του στην ανάπτυξη των φυτών καθώς αναπτύχθηκαν κατά μέσο όρο έως τα 30 περίπου γραμμάρια μόνον ανά φυτώριο, δηλαδή στο μισό περίπου προηγούμενων πειραμάτων με τους ίδιους οργανισμούς (Cladas *et al.*, 2018).

Η μειωμένη γενικά αύξηση και η μετέπειτα στασιμότητα ανάπτυξης των ριζών του βασιλικού ήταν περίπου αναμενόμενη, καθώς στα υδροπονικά συστήματα τύπου "deep water" το φυτό δεν χρειάζεται να αναπτύξει ιδιαίτερο ριζικό σύστημα αφού η πρόσληψη των θρεπτικών από το νερό γίνεται ευχερώς (Σαλάχας, προσωπική επικοινωνία).



## 5 Βιβλιογραφία

### 5.1 Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Ahmed EA , Hassan EA, Tobgy KM, Ramadan EM ( 2014 ) Evaluation of rhizobacteria of some medicinal plants for plant growth promotion and biological control. *Annals of Agricultural Sciences*, 59 (2): 273-280
- Cladas Y, Salahas G, Samara A, Margari S, Pagonidis T, Roussis N, Mpekiari V, Dendrinis P (2018) Combined production of red tilapia and basil in a recirculation aquaponic system. *HydroMediT 2018, "3rd International Congress on Applied Ichthyology & Aquatic Environment"*, Book of Proceedings (ed. P.Berillis & I.Karapanagiotidis) ISBN: 978-618-80242-5-0, ISSN: 2529-1246, pp 90-94
- Mangmang JS , Rosalind D , Rogers G ( 2016 ) Inoculation effect of *Azospirillum brasilense* on basil grown under aquaponics production system. *Organic Agriculture*6 ( 1 ): 65 - 74
- Phuong M. NguyenEileen M. KweeEmily D. Niemeye ( 2010 ) Potassium rate alters the antioxidant capacity and phenolic concentration of basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. *Food Chemistry*, 123 (4): 1235-1241
- Rakocy JE , Shultz RC , Bailey DS , Thoman ES ( 2004 ) Aquaponic production of tilapia and basil: comparing a batch and staggered cropping system. *ISHS Acta Horticulturae* 648: South Pacific Soilless Culture Conference - SPSCC, 648Q 63 - 69
- Roosta HR ( 2014 ) Comparison of the Vegetative Growth, Eco-Physiological Characteristics and Mineral Nutrient Content of Basil Plants in Different Irrigation Ratios of Hydroponic:Aquaponic Solutions. *Journal of Plant Nutrition* 37 (11): 1782 - 1803
- Somerville C, Cohen M, Pantanella E, Stankus A & Lovatelli A (2014) Small- scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. No. 589. Rome, FAO. 262 pp.

### 5.2 Ελληνική βιβλιογραφία

- Γιαννηκώτσιου Ν (2010) *Οι απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά της τιλάπιας του Νείλου (Oreochromis niloticus, Linnaeus 1758)*. Προπτυχιακή Διατριβή. Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 68 p
- Κλαδάς Ι (2016) *Εργαστήριο Μαθήματος ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΓΛΥΚΩΝ ΝΕΡΩΝ, Βοηθητικές Σημειώσεις Ι*, Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας & Υδατοκαλλιεργειών, ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, 4p <https://eclass.upatras.gr/modules/document/?course=TAY128> (ημερομηνία πρόσβασης 5/4/2018)
- Κλαδάς Ι (2018) *Σημειώσεις Μαθήματος «Ενυδρεία»*, Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας & Υδατοκαλλιεργειών, ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας <https://openeclass.teimes.gr/courses/YDAD106/> (ημερομηνία πρόσβασης 5/4/2018)

### 5.3 Ιστοσελίδες

- Aquarpon (2015, April 16) Aquaponics – Ιστορική αναδρομή. <https://aquaponico.wordpress.com/2015/04/16/aquaponics-historical-flashback/> (Ημερομηνία πρόσβασης 1/10/2010)

- Aquaponics and the Aquaponic Source (2020, January 10)  
<https://www.theaquaponicsource.com/terms-conditions> (Ημερομηνία πρόσβασης 1/10/2010)
- Aquaponics exposed (2020a, September 28) <https://aquaponicsexposed.com/phosphorus-deficiency-in-aquaponics/> (Ημερομηνία πρόσβασης 1/10/2010)
- Aquaponics exposed (2020b, September 28) <https://aquaponicsexposed.com/iron-deficiency-in-aquaponics/> (Ημερομηνία πρόσβασης 1/10/2010)
- FAO (2020) Cultured Aquatic Species Information Programme *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis\\_niloticus/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/en) (Ημερομηνία πρόσβασης 1/10/2010)
- Khanal SK (2020, May 2020) Basis of Aquaponics.  
<http://www2.hawaii.edu/~khanal/aquaponics/> (Ημερομηνία πρόσβασης 1/10/2010)
- Tropical Marine Centre (2020, September 30) Complete Filtration Systems  
<https://www.tropicalmarinecentre.co.uk/en/products/drygoods/7956> (Ημερομηνία πρόσβασης 1/10/2010)

## 6 Παράρτημα: αποδόσεις εκτροφών ανα δειγματοληψία

ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΕΚΤΡΟΦΩΝ, Χρονικό διάστημα από \_\_2\_\_/\_3\_\_/\_2018\_\_, έως \_\_16\_\_/\_3\_\_/\_2018\_\_

Δεξαμενή	Ημερ/νία Εισόδου	Ημερ/νία Εξόδου	ημέρες	Βιομάζα (g)	Άτομα (pcs)	ΜΒ αρχ (g)	Πυκνότητ (kg/m3)	Σύνολο Τροφής (g)	Βάρος νεκρών	τύπος τροφής	Βιομάζα (g)	Άτομα (pcs)	ΜΒ τελ (g)	Πυκνότητ (kg/m3)	ΑΥΞΗΣΗ (g)	FCR gross	FCR net	SGR (%/day)	SGRnet (%/day)	DFR (%/day)	DFRnet (%/day)	επιβίωση
A1	2-Μαρ	16-Μαρ	14	653	8	81,6	8,4	78,7	0		735	8	91,9	9,4	82	1,0	1,0	0,84	0,84	0,81	0,81	100
A2	2-Μαρ	16-Μαρ	14	989	8	123,6	12,7	129,5	0		1074	8	134,3	13,8	85	1,5	1,5	0,59	0,59	0,90	0,90	100
A3	2-Μαρ	16-Μαρ	14	167	5	33,4	2,1	28,8	0		194	5	38,8	2,5	27	1,1	1,1	1,07	1,07	1,14	1,14	100
A4	2-Μαρ	16-Μαρ	14	410	11	37,3	5,3	103,5	0		515	11	46,8	6,6	105	1,0	1,0	1,63	1,63	1,61	1,61	100
A5	2-Μαρ	16-Μαρ	14	226	12	18,8	2,9	44,9	0		290	12	24,2	3,7	64	0,7	0,7	1,78	1,78	1,25	1,25	100
A6	2-Μαρ	16-Μαρ	14	1090	10	109,0	14,0	120,5	0		1085	10	108,5	13,9	-5	-24,1	-24,1	-0,03	-0,03	0,79	0,79	100
B1																						
B2																						
B3	2-Μαρ	16-Μαρ	14	840	6	140,0	10,8	140	0		897	6	149,5	11,5	57	2,5	2,5	0,47	0,47	1,15	1,15	100
B4	2-Μαρ	16-Μαρ	14	820	6	136,7	10,5	40,1	0		809	6	134,8	10,4	-11	-3,6	-3,6	-0,10	-0,10	0,35	0,35	100
B5																						
B6																						
<b>Total ΚΚ1</b>	<b>2-Μαρ</b>	<b>16-Μαρ</b>	<b>14</b>	<b>5195</b>	<b>66</b>	<b>78,7</b>	<b>8,3</b>	<b>686</b>	<b>0</b>		<b>5599</b>	<b>66</b>	<b>84,8</b>	<b>9,0</b>	<b>404</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>0,53</b>	<b>0,53</b>	<b>0,91</b>	<b>0,91</b>	<b>100</b>
D1	2-Μαρ	16-Μαρ	14	6800	18	377,8	27,2	584	0		7125	18	395,8	28,5	325	1,8	1,8	0,33	0,33	0,60	0,60	100
D2	2-Μαρ	16-Μαρ	14	5060	17	297,6	20,2	527	0		5580	17	328,2	22,32	520	1,0	1,0	0,70	0,70	0,71	0,71	100
D3	2-Μαρ	16-Μαρ	14	5960	17	350,6	23,8	421	0		6550	17	385,3	26,2	590	0,7	0,7	0,67	0,67	0,48	0,48	100
E1	2-Μαρ	16-Μαρ	14	4700	16	293,8	18,8	790	0		5170	16	323,1	20,68	470	1,7	1,7	0,68	0,68	1,14	1,14	100
E2	2-Μαρ	16-Μαρ	14	6250	17	367,6	25,0	627	490		6420	16	401,3	25,68	170	3,7	1,0	0,19	0,72	0,71	0,68	94
E3	2-Μαρ	16-Μαρ	14	5020	16	313,8	20,1	375	0		5320	16	332,5	21,28	300	1,3	1,3	0,41	0,41	0,52	0,52	100
<b>Total ΚΚ2</b>	<b>2-Μαρ</b>	<b>16-Μαρ</b>	<b>14</b>	<b>33790</b>	<b>101</b>	<b>334,6</b>	<b>22,5</b>	<b>3324</b>	<b>490</b>		<b>36165</b>	<b>100</b>	<b>361,7</b>	<b>24,1</b>	<b>2375</b>	<b>1,4</b>	<b>1,2</b>	<b>0,49</b>	<b>0,58</b>	<b>0,68</b>	<b>0,67</b>	<b>99,01</b>

ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΕΚΤΡΟΦΩΝ, Χρονικό διάστημα από \_16\_ / \_3\_ / \_2018\_, έως \_27\_ / \_3\_ / \_2018\_

Δεξαμενή	Ημερ/νία Εισόδου	Ημερ/νία Εξόδου	ημέρες	Βιομάζα (g)	Άτομα (pcs)	ΜΒ αρχ (g)	Πυκνότητ (kg/m3)	Σύνολο Τροφής (g)	Βάρος νεκρών	τύπος τροφής	Βιομάζα (g)	Άτομα (pcs)	ΜΒ τελ (g)	Πυκνότητ (kg/m3)	ΑΥΞΗΣΗ (g)	FCR gross	FCR net	SGR (%/day)	SGRnet (%/day)	DFR (%/day)	DFRnet (%/day)	επιβίωση
A1	16-Μαρ	27-Μαρ	11	735	8	91,9	9,4	54,9			105	8	13,1	1,3	-630	-0,1	-0,1	-17,69	-17,69	1,54	1,54	100
A2	16-Μαρ	27-Μαρ	11	1074	8	134,3	13,8	27,6			1048	8	131,0	13,4	-26	-1,1	-1,1	-0,22	-0,22	0,24	0,24	100
A3	16-Μαρ	27-Μαρ	11	194	5	38,8	2,5	31,9			194	5	38,8	2,5	0	#ΔΙΑΙΠ/0!	#ΔΙΑΙΠ/0!	0,00	0,00	#ΔΙΑΙΠ/0!	#ΔΙΑΙΠ/0!	100
A4	16-Μαρ	27-Μαρ	11	515	11	46,8	6,6	19,2			584	11	53,1	7,5	69	0,3	0,3	1,14	1,14	0,32	0,32	100
A5	16-Μαρ	27-Μαρ	11	290	12	24,2	3,7	28,5			323	12	26,9	4,1	33	0,9	0,9	0,98	0,98	0,85	0,85	100
A6	16-Μαρ	21-Μαρ	5	1085	10	108,5	13,9	51,7			1120	10	112,0	14,4	35	1,5	1,5	0,63	0,63	0,94	0,94	100
B1																						
B2																						
B3	16-Μαρ	27-Μαρ	11	897	6	149,5	11,5	36,8			879	6	146,5	11,3	-18	-2,0	-2,0	-0,18	-0,18	0,38	0,38	100
B4	16-Μαρ	27-Μαρ	11	809	6	134,8	10,4	43,6			847	6	141,2	10,9	38	1,1	1,1	0,42	0,42	0,48	0,48	100
B5																						
B6																						
<b>Total ΚΚ1</b>	<b>16-Μαρ</b>	<b>27-Μαρ</b>	<b>11</b>	<b>5599</b>	<b>66</b>	<b>84,8</b>	<b>9,0</b>	<b>294,2</b>	<b>0</b>		<b>5100</b>	<b>66</b>	<b>77,3</b>	<b>8,2</b>	<b>-499</b>	<b>-0,6</b>	<b>-0,6</b>	<b>-0,85</b>	<b>-0,85</b>	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>	<b>100</b>
D1	16-Μαρ	27-Μαρ	11	7125	18	395,8	28,5	485			7410	18	411,7	29,64	285	1,7	1,7	0,36	0,36	0,61	0,00	100
D2	16-Μαρ	27-Μαρ	11	5580	17	328,2	22,32	378			5780	17	340,0	23,12	200	1,9	1,9	0,32	0,32	0,61	0,00	100
D3	16-Μαρ	27-Μαρ	11	6550	17	385,3	26,2	493			6700	17	394,1	26,8	150	3,3	3,3	0,21	0,21	0,68	0,00	100
E1	16-Μαρ	27-Μαρ	11	5170	16	323,1	20,68	410			5170	16	323,1	20,68	0	#ΔΙΑΙΠ/0!	#ΔΙΑΙΠ/0!	0,00	0,00	#ΔΙΑΙΠ/0!	#ΔΙΑΙΠ/0!	100
E2	16-Μαρ	27-Μαρ	11	6420	16	401,3	25,68	355			6230	16	389,4	24,92	-190	-1,9	-1,9	-0,27	-0,27	0,51	0,00	100
E3	16-Μαρ	27-Μαρ	11	5320	16	332,5	21,28	318,5	500		4890	15	326,0	19,56	-430	-0,7	4,6	-0,77	0,12	0,57	0,00	93,75
<b>Total ΚΚ2</b>	<b>16-Μαρ</b>	<b>27-Μαρ</b>	<b>11</b>	<b>36165</b>	<b>100</b>	<b>361,7</b>	<b>24,1</b>	<b>2440</b>	<b>500</b>		<b>36180</b>	<b>99</b>	<b>365,5</b>	<b>24,1</b>	<b>15</b>	<b>162,6</b>	<b>4,7</b>	<b>0,00</b>	<b>0,13</b>	<b>0,61</b>	<b>0,61</b>	<b>99</b>

ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΕΚΤΡΟΦΩΝ, Χρονικό διάστημα από 27 / 3 / 2018, έως 20 / 4 / 2018

Δεξαμενή	Ημερ/νία Εισόδου	Ημερ/νία Εξόδου	ημέρες	Βιομάζα (g)	Άτομα (pcs)	ΜΒ αρχ (g)	Πυκνότητ (kg/m3)	Σύνολο Τροφής (g)	Βάρος νεκρών	τύπος τροφής	Βιομάζα (g)	Άτομα (pcs)	ΜΒ τελ (g)	Πυκνότητ (kg/m3)	ΑΥΞΗΣΗ (g)	FCR gross	FCR net	SGR (%/day)	SGRnet (%/day)	DFR (%/day)	DFRnet (%/day)	επιβίωση
A1	27-Μαρ	20-Απρ	24	839	8	104,9	10,8	224,5			901	8	112,6	11,6	62	3,6	3,6	0,30	0,30	1,08	1,08	100
A2	27-Μαρ	20-Απρ	24	1048	8	131,0	13,4	276			1257	8	157,1	16,1	209	1,3	1,3	0,76	0,76	1,00	1,00	100
A3	27-Μαρ	20-Απρ	24	194	5	38,8	2,5	49,5			296	5	59,2	3,8	102	0,5	0,5	1,76	1,76	0,85	0,85	100
A4	27-Μαρ	20-Απρ	24	584	11	53,1	7,5	168			700	11	63,6	9,0	116	1,4	1,4	0,75	0,75	1,09	1,09	100
A5	27-Μαρ	20-Απρ	24	323	12	26,9	4,1	118,5	35		405	11	36,8	5,2	82	1,4	1,0	0,94	1,29	1,36	1,30	92
A6																						
B1																						
B2																						
B3	27-Μαρ	20-Απρ	24	879	6	146,5	11,3	248			1015	6	169,2	13,0	136	1,8	1,8	0,60	0,60	1,09	1,09	100
B4	27-Μαρ	20-Απρ	24	847	6	141,2	10,9	306,5			1030	6	171,7	13,2	183	1,7	1,7	0,82	0,82	1,37	1,37	100
B5																						
B6																						
<b>Total ΚΚ1</b>	<b>27-Μαρ</b>	<b>20-Απρ</b>	<b>24</b>	<b>4714</b>	<b>56</b>	<b>84,2</b>	<b>8,6</b>	<b>1391</b>	<b>35</b>		<b>5604</b>	<b>55</b>	<b>101,9</b>	<b>10,3</b>	<b>890</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>0,72</b>	<b>0,75</b>	<b>1,13</b>	<b>1,12</b>	<b>98</b>
D1	27-Μαρ	20-Απρ	24	7410	18	411,7	29,64	657	490		7440	17	437,6	29,76	30	21,9	1,3	0,02	0,28	0,37	0,36	94
D2	27-Μαρ	20-Απρ	24	5780	17	340,0	23,12	473	460		5880	16	367,5	23,52	100	4,7	0,8	0,07	0,39	0,34	0,33	94
D3	27-Μαρ	20-Απρ	24	6700	17	394,1	26,8	659			7420	17	436,5	29,68	720	0,9	0,9	0,43	0,43	0,39	0,39	100
E1	27-Μαρ	20-Απρ	24	5170	16	323,1	20,68	547			5880	16	367,5	23,52	710	0,8	0,8	0,54	0,54	0,41	0,41	100
E2	27-Μαρ	20-Απρ	24	6230	16	389,4	24,92	633			7060	16	441,3	28,24	830	0,8	0,8	0,52	0,52	0,40	0,40	100
E3	27-Μαρ	20-Απρ	24	4890	15	326,0	19,56	492			5320	15	354,7	21,28	430	1,1	1,1	0,35	0,35	0,40	0,40	100
<b>Total ΚΚ2</b>	<b>27-Μαρ</b>	<b>20-Απρ</b>	<b>24</b>	<b>36180</b>	<b>99</b>	<b>365,5</b>	<b>24,1</b>	<b>3461</b>	<b>950</b>		<b>39000</b>	<b>97</b>	<b>402,1</b>	<b>26,0</b>	<b>2820</b>	<b>1,2</b>	<b>0,9</b>	<b>0,31</b>	<b>0,41</b>	<b>0,38</b>	<b>0,38</b>	<b>97,98</b>

ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΕΚΤΡΟΦΩΝ, Χρονικό διάστημα από 20 / 4 / 2018, έως 5 / 5 / 2018

Δεξαμενή	Ημερ/νία Εισόδου	Ημερ/νία Εξόδου	ημέρες	Βιομάζα (g)	Άτομα (pcs)	ΜΒ αρχ (g)	Πυκνότητ (kg/m3)	Σύνολο Τροφής (g)	Βάρος νεκρών	τύπος τροφής	Βιομάζα (g)	Άτομα (pcs)	ΜΒ τελ (g)	Πυκνότητ (kg/m3)	ΑΥΞΗΣΗ (g)	FCR gross	FCR net	SGR (%/day)	SGRnet (%/day)	DFR (%/day)	DFRnet (%/day)	επιβίωση
A1	20-Απρ	5-Μαΐ	15	901	8	112,6	11,6	111,3			1010	8	126,3	12,9	109	1,0	1,0	0,76	0,76	0,78	0,78	100
A2	20-Απρ	5-Μαΐ	15	1257	8	157,1	16,1	121,3			1280	8	160,0	16,4	23	5,3	5,3	0,12	0,12	0,64	0,64	100
A3	20-Απρ	5-Μαΐ	15	296	5	59,2	3,8	96,6			400	5	80,0	5,1	104	0,9	0,9	2,01	2,01	1,86	1,86	100
A4	20-Απρ	5-Μαΐ	15	700	11	63,6	9,0	143,2			865	11	78,6	11,1	165	0,9	0,9	1,41	1,41	1,22	1,22	100
A5	20-Απρ	5-Μαΐ	15	405	11	36,8	5,2	79,3			435	11	39,5	5,6	30	2,6	2,6	0,48	0,48	1,26	1,26	100
A6																						
B1																						
B2																						
B3	20-Απρ	5-Μαΐ	15	1015	6	169,2	13,0	149,6			1050	6	175,0	13,5	35	4,3	4,3	0,23	0,23	0,97	0,97	100
B4	20-Απρ	5-Μαΐ	15	1030	6	171,7	13,2	112,6			1110	6	185,0	14,2	80	1,4	1,4	0,50	0,50	0,70	0,70	100
B5																						
B6																						
<b>Total ΚΚ1</b>	<b>20-Απρ</b>	<b>5-Μαΐ</b>	<b>15</b>	<b>5604</b>	<b>55</b>	<b>101,9</b>	<b>10,3</b>	<b>813,9</b>	<b>0</b>		<b>6150</b>	<b>55</b>	<b>111,8</b>	<b>11,3</b>	<b>546</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>0,62</b>	<b>0,62</b>	<b>0,92</b>	<b>0,92</b>	<b>100</b>
D1	20-Απρ	5-Μαΐ	15	7460	17	438,8	29,84	507,5			8340	17	490,6	33,36	880	0,6	0,6	0,74	0,74	0,43	0,43	100
D2	20-Απρ	5-Μαΐ	15	5880	16	367,5	23,52	260,5			5490	16	343,1	21,96	-390	-0,7	-0,7	-0,46	-0,46	0,31	0,31	100
D3	20-Απρ	5-Μαΐ	15	7420	17	436,5	29,68	307,6	460		7450	16	465,6	29,8	30	10,3	0,6	0,03	0,43	0,28	0,27	94
E1	20-Απρ	5-Μαΐ	15	5930	16	370,6	23,72	489			7260	16	453,8	29,04	1330	0,4	0,4	1,35	1,35	0,50	0,50	100
E2	20-Απρ	5-Μαΐ	15	7060	16	441,3	28,24	383	1870		6064	11	551,3	24,256	-996	-0,4	0,4	-1,01	0,78	0,39	0,34	69
E3	20-Απρ	5-Μαΐ	15	5320	15	354,7	21,28	368			6140	16	383,8	24,56	820	0,4	0,4	0,96	0,96	0,43	0,43	107
<b>Total ΚΚ2</b>	<b>20-Απρ</b>	<b>5-Μαΐ</b>	<b>15</b>	<b>39070</b>	<b>97</b>	<b>402,8</b>	<b>26,0</b>	<b>2316</b>	<b>2330</b>		<b>40744</b>	<b>92</b>	<b>442,9</b>	<b>27,2</b>	<b>1674</b>	<b>1,4</b>	<b>0,6</b>	<b>0,28</b>	<b>0,65</b>	<b>0,39</b>	<b>0,38</b>	<b>94,85</b>

ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΕΚΤΡΟΦΩΝ, Χρονικό διάστημα από 5 / 5 / 2018, έως 21 / 5 / 2018

Δεξαμενή	Ημερ/νία Εισόδου	Ημερ/νία Εξόδου	ημέρες	Βιομάζα (g)	Άτομα (pcs)	MB αρχ (g)	Πυκνότητ (kg/m3)	Σύνολο Τροφής (g)	Βάρος νεκρών	τύπος τροφής	Βιομάζα (g)	Άτομα (pcs)	MB τελ (g)	Πυκνότητ (kg/m3)	ΑΥΞΗΣΗ (g)	FCR gross	FCR net	SGR (%/day)	SGRnet (%/day)	DFR (%/day)	DFRnet (%/day)	επιβίωση	
A1	5-Μαΐ	21-Μαΐ	16	1010	8	126,3	12,9	85,4			1170	8	146,3	15,0	160	0,5	0,5	0,92	0,92	0,49	0,49	100	
A2	5-Μαΐ	21-Μαΐ	16	1280	8	160,0	16,4	102			1520	8	190,0	19,5	240	0,4	0,4	1,07	1,07	0,46	0,46	100	
A3	5-Μαΐ	21-Μαΐ	16	400	5	80,0	5,1	46,5			510	5	102,0	6,5	110	0,4	0,4	1,52	1,52	0,64	0,64	100	
A4	5-Μαΐ	21-Μαΐ	16	865	11	78,6	11,1	87,8			1070	11	97,3	13,7	205	0,4	0,4	1,33	1,33	0,57	0,57	100	
A5	5-Μαΐ	21-Μαΐ	16	435	11	39,5	5,6	39,9			550	11	50,0	7,1	115	0,3	0,3	1,47	1,47	0,51	0,51	100	
A6																							
B1																							
B2																							
B3	5-Μαΐ	21-Μαΐ	16	1050	6	175,0	13,5	86,5	250		840	5	168,0	10,8	-210	-0,4	2,2	-1,39	0,23	0,57	0,51	83	
B4	5-Μαΐ	21-Μαΐ	16	1110	6	185,0	14,2	56,8			1250	6	208,3	16,0	140	0,4	0,4	0,74	0,74	0,30	0,30	100	
B5																							
B6																							
<b>Total KK1</b>	<b>5-Μαΐ</b>	<b>21-Μαΐ</b>	<b>16</b>	<b>6150</b>	<b>55</b>	<b>111,8</b>	<b>11,3</b>	<b>504,9</b>	<b>250</b>		<b>6910</b>	<b>54</b>	<b>128,0</b>	<b>12,7</b>	<b>760</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,73</b>	<b>0,95</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>	<b>98</b>	
D1	5-Μαΐ	21-Μαΐ	16	6010	13	462,3	24,04	238	330		6290	12	524,2	25,16	280	0,9	0,4	0,28	0,60	0,24	0,24	92	
D2	5-Μαΐ	21-Μαΐ	16	3750	11	340,9	15	301			4410	12	367,5	17,64	660	0,5	0,5	1,01	1,01	0,46	0,46	109	
D3	5-Μαΐ	21-Μαΐ	16	5160	12	430,0	20,64	316			5540	12	461,7	22,16	380	0,8	0,8	0,44	0,44	0,37	0,37	100	
E1	5-Μαΐ	21-Μαΐ	16	4200	12	350,0	16,8	264	570		3620	10	362,0	14,48	-580	-0,5	-26,4	-0,93	-0,01	0,42	0,39	83	
E2	5-Μαΐ	21-Μαΐ	16	7260	16	453,8	29,04	125			650	1	650,0	2,6	-6610	0,0	0,0	-15,08	-15,08	0,29	0,29	6,25	
E3	5-Μαΐ	21-Μαΐ	16	4110	11	373,6	16,44	319			4550	11	413,6	18,2	440	0,7	0,7	0,64	0,64	0,46	0,46	100	
<b>Total KK2</b>	<b>5-Μαΐ</b>	<b>21-Μαΐ</b>	<b>16</b>	<b>30490</b>	<b>75</b>	<b>406,5</b>	<b>20,3</b>	<b>1563</b>	<b>900</b>		<b>25060</b>	<b>58</b>	<b>432,1</b>	<b>16,7</b>	<b>-5430</b>	<b>-0,3</b>	<b>-0,3</b>	<b>-1,23</b>	<b>-1,01</b>	<b>0,35</b>	<b>0,35</b>	<b>77,33</b>	