

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Σαλιγκαροτροφικές εγκαταστάσεις και κατασκευές»

Σπυριδούλα Κρέσσου

ΒΟΛΟΣ 2017

«Σαλιγκαροτροφικές εγκαταστάσεις και κατασκευές»

Διμελής εξεταστική επιτροπή:

- 1) **Μαριάνθη Χατζιωάννου**, Επίκουρη Καθηγήτρια Εκτροφή Σαλιγκαριών και Βατράχων, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Επιβλέπων.
  
- 2) **Στεριανή Ματσιώρη**, Επίκουρη Καθηγήτρια, Οικονομική Αποτίμηση Υδάτινων Πόρων, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μέλος

## Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους ανθρώπους που με υποστήριξαν στην διεξαγωγή αυτού του έργου. Τους φίλους μου για όσους καφέδες χάσαμε, την οικογένεια μου για όση υπομονή και φροντίδα μου προσέφεραν και τους συνεργάτες μου στη δουλειά για όλες τις «διαλέξεις» που ακούσανε.

Τέλος, όλο αυτό δεν θα ήταν εφικτό αν η αγαπημένη κυρία Μαριάνθη Χατζηιωάννου δεν μου επέτρεπε να «δημιουργήσω». Την ευχαριστώ θερμά γιατί μου έδωσε τη δυνατότητα της ελεύθερης και δημιουργικής σκέψης, χωρίς πιέσεις και βιασύνες.

## Περίληψη

Η κάθετη εκτροφή σαλιγκαριών είναι μια ιδέα που αναπτύχθηκε τα τελευταία χρόνια, χωρίς όμως να έχει πολλές ακαδημαϊκές αναφορές. Τα ποικίλα μοντέλα αφορούν, συνήθως, εμπειρικές γνώσεις του εκτροφέα.

Στην παρούσα εργασία αναλύεται μία ιδέα κάθετης εκτροφής, σχεδιασμένη υπό τις ακαδημαϊκές-επιστημονικές γνώσεις. Αρχικά αναλύονται ορισμένα κατασκευαστικά θέματα, όπως τα χαρακτηριστικά της δομής και πιθανές απορροές. Για τις απορροές γίνεται αναφορά και σύγκριση τριών περιπτώσεων, της πλαϊνής, της καθίζησης και της περισυλλογής. Με απεικόνιση αυτών και σύγκριση δυνατών σημείων τους και αδυναμιών.

Έπειτα, προτάσσετε η διαστρωμάτωση του κλωβού, καθώς και ορισμένα υλικά χαρακτηριστικά που θα συμβάλλουν στην βέλτιστη αποστράγγιση του υποστρώματος. Η προσθήκη χόματός και χαλικιών στον πάτο του κλωβού. Και τέλος, δίνονται χρήσιμα στοιχεία μιας πρώιμης μελέτης σχετικά με το υπόστρωμα του κλωβού. Η ανάλυση αυτή αφορά τις υδραυλικές ιδιότητες και την παρουσία μετάλλων, σημαντικά για την ευζωία των σαλιγκαριών.

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	5
Εισαγωγή.....	8
Εκτροφή εδώδιμων χερσαίων γαστερόποδων.....	8
Εδώδιμα είδη.....	10
Ασφάλεια και προστασία στις μονάδες εκτροφής χερσαίων γαστερόποδων...11	
Συστήματα εκτροφής.....	13
Ανοικτή ή εκτατική εκτροφή.....	13
Κλειστή ή εντατική εκτροφή.....	14
Μικτή ή ημι-εντατική εκτροφή.....	14
Χερσαία γαστερόποδα.....	15
Μορφολογία και ανατομία .....	15
Θρέψη και διατροφή.....	18
Σχέση νερού και γαστερόποδων.....	20
Αντικείμενο και στόχοι.....	22
Μέθοδος.....	23
Αποτελέσματα.....	25
Κάθετη δομή εκτροφής.....	25
Δομή.....	25
Υπόστρωμα κλωβών.....	30
Πλέγμα υποστρώματος.....	37
Υλικά και δομή κλωβού.....	37

Σύγκριση προτεινόμενων απορροών.....	39
Σύσταση υπόστρωμα.....	40
Συγκέντρωση μετάλλων.....	43
Συμπεράσματα – Συζήτηση.....	45
Βιβλιογραφία.....	47
Abstract.....	52

## Εισαγωγή

Σε αυτό το κομμάτι της εργασίας δίνονται ορισμένα εισαγωγικά στοιχεία τα οποία έχουν σκοπό την κάλυψη ενός βασικού επιπέδου γνώσεων σχετικά με το αντικείμενο. Δηλαδή στην συνέχεια γίνεται αναφορά σε πληροφορίες σχετικές με τη βιολογία και την εκτροφή των χερσαίων γαστεροπόδων. Δίνονται στοιχεία της αγοράς, των συστημάτων εκτροφής και των πιθανών τελικών προϊόντων που δύναται να παραχθούν κατόπιν μεταποίησης. Οι πληροφορίες σχετικά με την βιολογία των χερσαίων γαστεροπόδων καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα φυσιολογικών και μορφολογικών χαρακτηριστικών. Με έμφαση σε στοιχεία θρέψης και αναπαραγωγής καθώς αυτά μας δίνουν την δυνατότητα κατανόησης ποικίλων χειρισμών που εφαρμόζονται στην εκτροφή σαλιγκαριών.

### Εκτροφή εδώδιμων χερσαίων γαστεροπόδων

Η σαλιγκαροτροφία βασίζεται στην επιλογή των διαφόρων ειδών σαλιγκαριού ως πηγή τροφής από την αρχαιότητα. Υπάρχουν αρκετά μελετημένα είδη ως προς την διατήρηση και εκτροφή τους, καθώς ερευνώνται διαρκώς ως προς τις ευεργετικές τους ιδιότητες στον άνθρωπο.

Στο εμπόριο είναι διαθέσιμα τα σαλιγκάρια σε διάφορες μορφές, ώστε να εξυπηρετείται η χρήση τους και η διακίνησή τους γίνεται με τους εξής τρόπους (Overview of the European Community 1993)(Οικονόμου, 2013):

- Νωπά ή φρέσκα: προερχόμενα από εισαγωγές ή συλληφθέντα άγρια από την φύση και διακινούνται συνήθως σε ξύλινα ή πλαστικά τελάρα των 20 – 25 κιλών.
- Κατεψυγμένα με απλή ψύξη στο κέλυφος: αφού η σάρκα του σαλιγκαριού αφαιρεθεί, επεξεργάζεται και επανατοποθετείται στο κέλυφος με επικάλυψη κάποιας σάλτσας. Η πιο κοινή είναι με βούτυρο, μαϊντανό, σκόρδο και άλλα μπαχάρια.
- Κατεψυγμένη σάρκα σαλιγκαριών: προωθείται προς την βιομηχανία, όπου γίνεται περαιτέρω επεξεργασία.
- Άδεια κελύφη: του γένους *Helix*, προωθούνται στην βιομηχανία και μεταποιούνται, και στη συνέχεια πωλούνται στα εστιατόρια, αφού γεμιστούν με κρέας.



- Σώματα (σάρκα) σαλιγκαριών: εισάγονται σε μεγάλες ποσότητες στην βιομηχανία και είναι διατηρημένα σε άλμη.
- Κονσερβοποιημένα: περιέχουν σώματα σαλιγκαριών επεξεργασμένα, ενώ τα κελύφη τους δίνονται μαζί με την κονσέρβα.

Από τα παραπάνω το 29,5% αφορά νωπά προϊόντα, το 47% κατεψυγμένα και το 23,5% κονσερβοποιημένα προϊόντα. Μάλιστα η εμπορευματοποιημένη ποσότητα σήμερα εκτιμάται περίπου στους 450-500 χιλιάδες τόνους. (Χατζηιωάννου 2015).

Τέτοιες ποσότητες όμως δεν μπορούν να καλυφθούν από την περισυλλογή των ποικίλων φυσικών πληθυσμών. Έτσι ο άνθρωπος οδηγήθηκε στην εντατική μελέτη των ειδών αυτών. Με την πάροδο των ετών αναπτύχθηκαν μέθοδοι εκτροφής που στηρίζονταν στην μακροχρόνια εμπειρική τεχνογνωσία. Παρόλα αυτά, η ανάπτυξη μονάδων εκτροφής επιταχύνθηκε ιδιαίτερα όταν ξεκίνησαν οι επιστημονικές μελέτες σχετικά με την βιολογία και τα ενδιαίτηματα του σαλιγκαριού. Αυτό φαίνεται απ' την εκτεταμένη βιβλιογραφία κατά τα έτη 1950-1980 (Charter 4, Fretter 1975).

Έτσι τα επόμενα έτη δημιουργείται υψηλή ζήτηση και εμφανίζονται πολλές μονάδες εκτροφής σε διάφορα μέρη του κόσμου. Το τελευταίο ενισχύεται από τις βελτιωμένες ικανότητες προσομοίωσης του φυσικού περιβάλλοντος του σαλιγκαριού. Έπειτα δημιουργούνται πολυδιάστατες αγορές όπου διακινούνται όλα τα σχετικά παράγωγα προϊόντα. Βασικές χώρες εμπορίας σαλιγκαριού στην Ευρώπη, μέχρι και σήμερα, θεωρούνται η Γαλλία, η Ισπανία, η Ιταλία και η Ελλάδα. Με ποσά εξαγωγής στην Ε.Ε. 8.812.086, 2.543.212, 21.824.963, 2.880.921€ αντίστοιχα για το έτος 2010. (Οικονόμου, 2013)

Στην Ελλάδα, τα τελευταία χρόνια δημιουργούνται αρκετές μονάδες εκτροφής σε διάφορα μέρη της χώρας. Βάση του υπουργείου, το έτος 2011 ήταν επίσημα ενεργές 136 συνολικά μονάδες εκτροφής. Είναι, συνήθως, μικρού παραγωγικού δυναμικού αφού η τεχνογνωσία των υπευθύνων είναι περιορισμένη (κυρίως σεμιναριακή εκμάθηση). Και, καθώς, επιλέγουν την σαλιγκαροτροφία ως εναλλακτική πηγή μερικής ποσότητας εισοδήματος.

## Εδώδιμα είδη

Τα εδώδιμα είδη σαλιγκαριών παρουσιάζουν ποικιλομορφία και πολλές φορές σχετίζονται με πολιτισμικές παραδόσεις του εκάστοτε τόπου διαβίωσης. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το φεστιβάλ του σαλιγκαριού που γίνεται στο Φάρο της Πορτογαλίας κάθε χρόνο. Οι κάτοικοι συναθροίζονται για να απολαύσουν μεγάλες ποσότητες σαλιγκαριών μαζί με βούτυρο και μπύρα. Αντίστοιχες γιορτές παρατηρούνται σε χωριά της Κρήτης και του Κιλκίς. Αλλά λόγω της έντονης κατανάλωσης των φυσικών πληθυσμών, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, υπήρξε η ανάγκη για την δημιουργία μονάδων εκτροφής. Έτσι, για όσα είδη αναπτύχθηκε η τεχνογνωσία, δημιουργήθηκαν μονάδες εκτροφής.

Στον Πίνακα 3 παρατίθενται ορισμένα είδη εδώδιμων σαλιγκαριών, καθώς και μερικά στοιχεία για το καθένα, ο τόπος προέλευσης, μορφολογικά χαρακτηριστικά (ύψος κελύφους και μέσο βάρος) και τα έτη γεννητικής ωρίμανσης. (Χατζηγιάννου, 2015).

Πίνακας 1. Εδώδιμα είδη (Χατζηγιάννου, 2015)

Είδος	Προέλευση	Ύψος κελύφους ενηλίκων (mm) (Διάμετρος)	Μέσο βάρος ενηλίκων (gr)	Διάρκεια ζωής (Έτη γεννητικής ωρίμανσης)
<i>Achatina achatina</i>	Δυτική Αφρική	18 cm (9)	100-450	5-6 (2)
<i>Achatina fulica</i>	Ανατολική Αφρική	20 cm (12)	250	3-5 (1)
<i>Achatina marginata</i>	Αφρική	<20 cm	100-125, <500	(1)
<i>Otala lactea</i>	Ευρώπη, Βόρεια Αφρική	(26-35)	-	-
<i>Otala punctata</i>	Ισπανία	(35)	-	-
<i>Cerpea nemoralis</i>	Δυτική Ευρώπη	12-22 (18-25)	-	-
<i>Helix aperta</i>	Νότια Ευρώπη, Βόρεια Αφρική	22-28 (22-28)	-	-
<i>Theba pisana</i>	Μεσογειακές χώρες	9-20 (12-25)	-	(1)
<i>Eobania vermiculata</i>	Μεσογειακές χώρες	14-24 (22-32)	-	4-5 (2)
<i>Helix pomatia</i>	Ανατολική Ευρώπη	30-45 (30-50)	-	20 (2-5)
<i>Helix lucorum</i>	Ανατολική Μεσόγειο, Μέση Ανατολή	41-55 (40-50)	-	(2-3)
<i>Helix aspersa</i>	Μεσογειακές χώρες, Κεντρική Ευρώπη	32- 40 (30- 35)	45	4 (2)

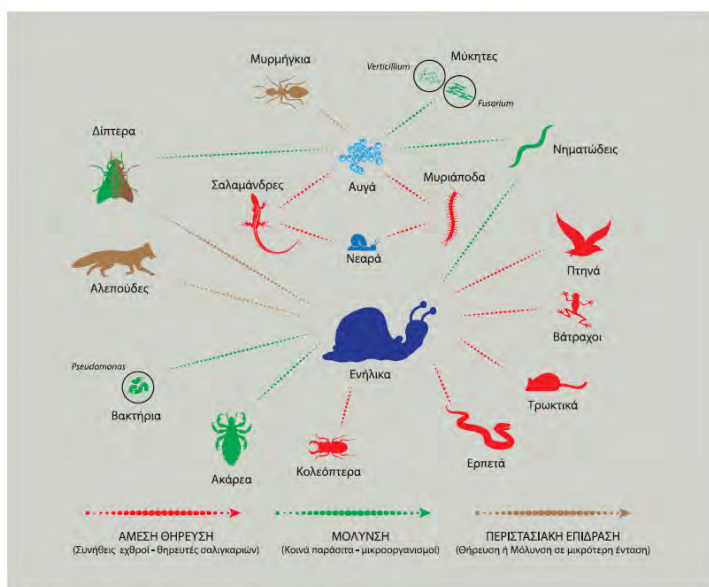
Από τα παραπάνω ορισμένα μόνο εκτρέφονται. Ενώ, επίσης, γίνονται ποικίλες διακινήσεις των σαλιγκαριών για διερεύνηση των δυνατοτήτων εκτροφής τους σε άλλους τόπους με

συνθήκες περιβάλλοντος αντίστοιχες με αυτές της χώρας προέλευσης τους. Αν και συνήθως αυτή η πρακτική δεν επιφέρει θετικά αποτελέσματα.

## Ασφάλεια και προστασία στις μονάδες εκτροφής

Ορισμένοι κανόνες ασφαλείας και υγιεινής πρέπει να εφαρμόζονται σε κάθε είδους παραγωγή και ιδιαίτερα όταν πρόκειται για ζωικού είδους. Επειδή η ύπαρξη κινδύνων μπορεί να επιφέρει ποικίλα καταστροφικά αποτελέσματα στην παραγωγή και στην υγεία του καταναλωτή. Ως προς την υγεία των καταναλωτών οι κίνδυνοι μπορεί να προέρχονται από μικροβιακές επιμολύνσεις κατά την μεταποίηση, χημικούς κινδύνους (αλλεργιογόνα, πρόσθετες ουσίες, βαρέα μέταλλα, κ.α.) και φυσικούς κινδύνους (π.χ. ξένα σώματα). Κύρια είδη κινδύνων στη σαλιγκαροτροφία θεωρούνται οι φυσικοί εχθροί (θηρευτές), τα παράσιτα (ακάρεα, Νηματώδεις, Τρηματώδεις) και ποικιλία μικροοργανισμών (Μποζιάρης 2012, Χατζηιωάννου 2015).

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται οι εν δυνάμει κίνδυνοι για το σαλιγκάρι. Καθώς αναπαριστάται χρωματικά και το είδος του κινδύνου (Χατζηιωάννου 2015).



Εικόνα 1. Κίνδυνοι για το σαλιγκάρι (Χατζηιωάννου, 2015)

Οι θηρευτές ανώτερων ταξινομικών κλάσεων θεωρούνται επικίνδυνοι, κυρίως, στις ανοιχτού τύπου εκτροφές. Διότι εκεί το σαλιγκάρι είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένο και εφικτός στόχος. Σε αντίθεση με του κλειστού τύπου εκτροφές όπου το σαλιγκάρι εκτρέφεται σε κλειστό χώρο που είναι ιδιαίτερα προστατευμένος. Σ' αυτόν τον τύπο εκτροφής το σαλιγκάρι είναι εκτεθειμένο σε μικρότερης κλίμακας θηρευτές δηλαδή έντομα και τρωκτικά που δύνανται να εισέλθουν στην μονάδα εκτροφής. Καθώς, και μικροοργανισμούς που μπορεί να αναπτυχθούν λόγω υψηλών τιμών υγρασίας ή λόγω μεταφοράς στην εκτροφή από κάποιο φορέα.

Ιδιαίτερα για την κλειστή μονάδα εκτροφής, τα προβλήματα δημιουργούνται, κυρίως, λόγω μη τήρησης κανόνων υγιεινής και ορθής πρακτικής ή/και στην αμέλεια των εκτροφέων να συντηρήσουν στα ιδανικά επίπεδα τις εγκαταστάσεις εκτροφής. Σχετικά με την ανάπτυξη μικροοργανισμών, οι επικίνδυνοι για την υγεία των καταναλωτών προέρχονται συνήθως από τους λανθασμένους χειρισμούς κατά την διάρκεια της μεταποίησης. Άλλο ένα σημείο προσοχής του εκτρεφόμενου σαλιγκαριού είναι η βακτηριακή του χλωρίδα, η οποία εξαρτάται από τη τροφή και το περιβάλλον διαβίωσης. Έτσι θα μπορούσαμε να περιορίσουμε αυτό τον παράγοντα, που μπορεί να καταλήξει επιβλαβής για την υγεία μας, με τους σωστούς χειρισμούς στη μονάδα εκτροφής.

Ορισμένοι ενδεικτικοί χειρισμοί είναι η πρόληψη ενδεικτικών μέτρων κατά την εισαγωγή νεαρών ζώων στη μονάδα εκτροφής (γεννητόρων και γόνου σαλιγκαριών), η ορθή χρήση κτηνιατρικών φαρμακευτικών προϊόντων και πρόσθετων ζωοτροφών, η απομόνωση των ασθενών σαλιγκαριών, η άμεση (και σωστή) απομάκρυνση των νεκρών ατόμων και των αποβλήτων, η καθαριότητα των ζώων προ συγκομιδή, η εφαρμογή αποτελεσματικών προγραμμάτων καταπολέμησης των επιβλαβών οργανισμών και ουσιών (Χατζηιωάννου 2015).

## Συστήματα εκτροφής

### Ανοιχτή ή εκτατική εκτροφή

Η ανοιχτή ή εκτατική εκτροφή σαλιγκαριών είναι γνωστή σαν ιταλικό μοντέλο εκτροφής σαλιγκαριών. Η εκτροφή αυτού του τύπου είναι συνδυασμός αγροτικής και κτηνοτροφικής παραγωγής, που πραγματοποιείται σε ανοιχτούς περιφραγμένους χώρους όπου καλλιεργούνται και τα φυτά με τα οποία τρέφονται τα σαλιγκάρια. Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει πλεονεκτήματα όπως το χαμηλότερο κόστος επένδυσης και η καλύτερη ποιότητα παραγωγής, αλλά ενέχει υψηλότερη αβεβαιότητα λόγω της μεγαλύτερης εξάρτησης από τις περιβαλλοντικές συνθήκες.

Το έδαφος πρέπει να περιέχει υψηλά ποσοστά ασβεστίου άνω του 3% και το pH να κυμαίνεται από 5,8 έως 7,5. Σημαντικό κομμάτι της εκτροφής είναι η προετοιμασία του χώρου, δηλαδή η απεντόμωση και το καθάρισμα του εδάφους από ανεπιθύμητα υλικά. Τα πηλώδη εδάφη αποφεύγονται. Ο χώρος εκτροφής πρέπει να περιφραχθεί κατάλληλα, ώστε να προστατεύεται η εκτροφή από ανεπιθύμητα ερπετά και τρωκτικά, καθώς και για να μην μπορούν τα εκτρεφόμενα ζώα να διαφύγουν εκτός του χώρου εκτροφής (Begg and McInness, 2003). Μάλιστα, σήμερα χρησιμοποιούνται φράχτες με μικρή ποσότητα ηλεκτρισμού ώστε να αποτρέπουν το σαλιγκάρι να διαφεύγει από τον κλωβό του.

Η ανοιχτή εκτροφή στηρίζεται στη φιλοσοφία ότι πρέπει να δημιουργηθεί ένα σύστημα τέτοιο το οποίο να έχει χαμηλές απαιτήσεις σε ανθρώπινη εργασία, διότι η παραγωγή απαιτεί από 18 έως 24 μήνες οπότε αν απασχολεί μεγάλο αριθμό εργατικού δυναμικού αυτό την καθιστά ασύμφορη. Σημαντικό ρόλο παίζει ακόμα και η διαμόρφωση του χώρου με διαδρόμους, αναχώματα, ξύλινες σανίδες, κομμάτια κεραμικών σκευών κ.ά.

Η περίοδος πάχυνσης (από τη γέννηση μέχρι την πώληση) διαρκεί από 12 μέχρι 15 μήνες, αλλά μπορεί να υπάρχουν διαφοροποιήσεις ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες. Τα σαλιγκάρια τρέφονται από τα φυτά που καλλιεργούνται στο εκτροφείο. Για να παραχθεί ένα κιλό σαλιγκαριών απαιτούνται 7-8 κιλά φυτών.

## Κλειστή ή εντατική εκτροφή

Η εκτροφή Κλειστού ή Γαλλικού Τύπου είναι κτηνοτροφική παραγωγή, όπου τα σαλιγκάρια εκτρέφονται σε κλειστούς προστατευμένους χώρους. Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει σοβαρά πλεονεκτήματα, όπως ελεγχόμενες συνθήκες (θερμοκρασίας, υγρασίας, φωτισμού) παραγωγής σε όλα τα στάδια, υψηλότερη παραγωγικότητα και αποδοτικότητα, αλλά απαιτεί υψηλότερο κόστος επένδυσης και έχει αυξημένο κόστος παραγωγής. Η θερμοκρασία του χώρου, η υγρασία και η φωτοπερίοδος είναι παράγοντες που έχουν χρησιμοποιηθεί σε πολλές έρευνες με σκοπό να βρεθούν οι ιδανικές συνθήκες εκτροφής για τα σαλιγκάρια (Gomot et al., 1989, Garcia et al., 2005). Συγκεκριμένα απαιτείται ένα κτίριο για αύξηση και πάχυνση στους 20° C περίπου. Τέλος θα πρέπει να τοποθετηθούν λάμπες ψυχρού φωτισμού σε όλα τα τμήματα και τα ράφια του εκτροφείου και ειδικοί κλωβοί όπου θα διατηρούνται τα σαλιγκάρια σε όλη τη διάρκεια της εκτροφής δηλαδή για πάχυνση, εκκόλαψη και αναπαραγωγή (Murphy, 2001).

Όσον αναφορά τους γεννήτορες τα εκτροφεία αναπαραγωγής προμηθεύονται γεννήτορες μόνο στο πρώτο έτος ενώ τα υπόλοιπα προμηθεύονται γόνου στην αρχή κάθε περιόδου εκτροφής. Η αναπαραγωγή μπορεί να γίνει σε ειδικό κλειστό χώρο αναπαραγωγής με ελεγχόμενες συνθήκες θέρμανσης, υγρασίας και φωτοπεριόδου, δίνοντας το πλεονέκτημα της επιλογής του χρόνου ανάλογα με τον προγραμματισμό της μονάδας, ενώ οι γεννήτορες μπορούν να τεθούν σε τεχνητή νάρκη μέσα σε ειδικά ψυγεία. Λόγω των καλύτερων συνθηκών που επικρατούν στα διχτυοκήπια, η περίοδος πάχυνσης (από τη γέννηση μέχρι την πώληση) διαρκεί από 7 μέχρι 9 μήνες. Η διαδικασία συλλογής, αποθήκευσης και συσκευασίας μοιάζει με εκείνη του ανοικτού τύπου (Δαγκαλίδης, 2012).

## Μικτή ή ημι-εντατική εκτροφή

Η μικτή εκτροφή είναι γνωστή ως Γαλλικό μοντέλο. Ο τύπος αυτής της εκτροφής είναι οικονομικά βιώσιμος (Χατζηγιάννου, 2007) και θεωρείται συγκριτικά με τους άλλους δύο ο πιο αποδοτικός και πετυχημένος. Η μικτή ή ημι-εντατική εκτροφή διακρίνεται σε δύο κύρια στάδια. Το στάδιο της αναπαραγωγής, το οποίο πραγματοποιείται σε εσωτερικό χώρο (θάλαμος αναπαραγωγής) κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και φωτισμού. Περιλαμβάνει την προετοιμασία των γεννητόρων, την επώαση και εκκόλαψη των αυγών και μια περίοδο προπάχυνσης του γόνου (Lazaridou, 1983). Και

τέλος, το στάδιο της πάχυνσης του γόνου, το οποίο πραγματοποιείται σε διχτυοκήπιο, την εποχή που οι καιρικές συνθήκες το επιτρέπουν. Στην Ελλάδα, ο γόνος μεταφέρεται στο διχτυοκήπιο στις αρχές του Μάρτη και η συγκομιδή γίνεται τον Ιούλιο. Η υγρασία μέσα στο δικτυοκήπιο ρυθμίζεται με σύστημα υδρονέφωσης. Επίσης, υπάρχουν βοηθητικές κατασκευές, όπως διάδρομοι και σκέπαστρα. Η διατροφή των σαλιγκαριών γίνεται με τεχνητό σιτηρέσιο το οποίο τοποθετείται σε ταΐστρες κάτω από τα σκέπαστρα για να μη μουσκεύει η τροφή από την υδρονέφωση. Το δικτυοκήπιο είναι σκεπασμένο με ειδικής σκίασης δίχτυ και αυτό βοηθά στη διατήρηση της υγρασίας (Χατζιωάννου, 2007).

### Χερσαία γαστερόποδα

Με τον όρο χερσαία γαστερόποδα αναφερόμαστε στα είδη της κλάσης των Γαστερόποδων (Gastropoda), με έμφαση σ' αυτά που ζούνε στο χερσαίο περιβάλλον. Τα Γαστερόποδα αποτελούν μια κλάση του φύλου των Μαλακίων (Mollusca). Στην κλάση των Γαστερόποδων υπάρχουν τρεις υποκλάσεις: τα Προσοβράγχια (Prosobranchia), τα οποία αναπνέουν με βράγχια που βρίσκονται στο πρόσθιο μέρος του σώματος, τα Οπισθοβράγχια (Opisthobranchia), των οποίων τα βράγχια βρίσκονται στο οπίσθιο μέρος του σώματος, και τα Πνευμονοφόρα (Pulmonata), τα οποία αναπνέουν με πνεύμονα που αποτελεί τροποποίηση του μανδύα.

Για λόγους ευκολίας στη συνέχεια της εργασίας ως οργανισμός πρότυπο λαμβάνεται ο Κρητικός Κοχλιός (*Helix aspersa* συν. *Cornu aspersum*). Το είδος αυτό κατέχει τα μεγαλύτερα ποσοστά εκτροφής στην Ελλάδα (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2014).

### Μορφολογία και ανατομία

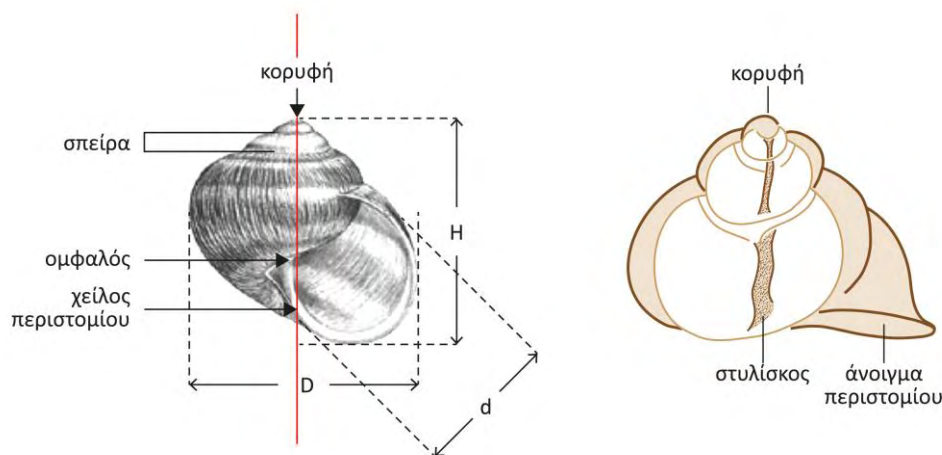
Το σαλιγκάρι αποτελείται από δύο βασικά σωματικά τμήματα, το εξωτερικό (απ' το κέλυφος), που αφορά το κεφάλι και το πόδι, και το εσωτερικό, που αφορά τη σπλαχνική μάζα. Το εξωτερικό τμήμα φέρει αισθητήρια όργανα (κεραίες και χείλια), βλεννογόνους αδένες που παράγουν την χαρακτηριστική βλέννα του σαλιγκαριού, και τα άκρα (κεφάλι

και πόδι) τα οποία συμβάλλουν άμεσα στον τρόπο διαβίωσης του οργανισμού. Στη σπλαχνική μάζα συνυπάρχουν όλα τα όργανα του σαλιγκαριού που εμπεριέχονται στο κέλυφος, προστατευμένα με έναν ανθεκτικό ιστό που ονομάζεται μανδύας.

Η σπλαχνική μάζα βρίσκεται μόνιμα εντός του κελύφους, προστατευμένη, σε αντίθεση με το υπόλοιπο σώμα που δύναται να εκβάλει κατά την κίνηση και άλλες βιολογικές διεργασίες. Χαρακτηριστικές διεργασίες είναι αυτές της εύρεσης τροφής και θρέψης, καθώς και το ζευγάρισμα.

Στην σπλαχνική μάζα εντάσσονται ποικίλα όργανα και συστήματα του σαλιγκαριού. Το κυκλοφορικό σύστημα του είναι ανοικτού τύπου (ελεύθερη ροή του αίματος στο σώμα) όπου το αίμα μεταφέρει οξυγόνο στα όργανα. Η καρδιά είναι δίχωρη και διαθέτει μια κοιλία και ένα κόλπο που συνδέονται μεταξύ τους με έναν αγωγό ο οποίος λειτουργεί ως βαλβίδα. Σχετικά με το νευρικό σύστημα, τα μαλάκια δεν έχουν εγκέφαλο, εκτός από τα κεφαλόποδα. Παρόλα αυτά παρουσιάζουν ανεπτυγμένο σύστημα νευρικών γαγγλίων. Τα πιο σημαντικά γάγγλια είναι τα στοματικά (στο φάρυγγα), τα εγκεφαλικά (στο κεφάλι), τα ποδικά (στο πόδι), τα πλευρικά και τοιχωματικά (στην μανδουακή κοιλότητα) και τα σπλαχνικά γάγγλια (στα εσωτερικά όργανα). Όσον αφορά το απεκκριτικό, αξιοσημείωτο είναι ότι, παρουσία νερού το σαλιγκάρι παράγει υποσμωτικό ούρο αλλά σε συνθήκες ξηρασίας τα απεκκρίματά του είναι πλήρως αφυδατωμένα (Fretter 1975, Χατζηιωάννου 2015). Έτσι αποβάλλουν άχρηστα αζωτούχα προϊόντα του μεταβολισμού τους ανεξαρτήτου των συνθηκών διαβίωσης.

Κατά τις περιόδους ανάπαυσης το σώμα αποσύρεται στο εσωτερικό του κελύφους. Για να συμβεί αυτό γίνεται σύσπαση ενός επισπαστήρα μυ, του στυλίσκου.



Εικόνα 2. Χαρακτηριστικά κελύφους (Χατζηιωάννου,2015)



Στην εικόνα 4 διακρίνονται επίσης τα βασικότερα μετρήσιμα χαρακτηριστικά του κελύφους. Αυτά χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα σε επιστημονικές μελέτες και ταξινομικούς χαρακτηρισμούς. Αφού δίνουν στοιχεία σχετικά με την ηλικία, την αναπαραγωγική ωριμότητα, τυχόν περιβαλλοντικές διαταραχές, ακόμα και το πλήρες ιστορικό τραυματισμών του σαλιγκαριού λόγω των αναγεννητικών ιδιοτήτων του κελύφους.

Η έκφραση «πλήρες ιστορικό» παραπάνω σχετίζεται με το γεγονός ότι το σαλιγκάρι δεν υπόκειται σε προ-νυμφικά στάδια. Δηλαδή φέρει το κέλυφος από την νεοεκκολαπτόμενη φυσιολογία του. Μάλιστα η ανάπτυξη της «πρωτοκόγχης» ξεκινάει από την εμβρυική του ανάπτυξη. Αν και είναι ασθενές δομικά σε εκείνα τα πρώτα στάδια ανάπτυξης, μαλακό και με διάφανο χρώμα. Η αύξηση του κελύφους κατά την ανάπτυξη συντελείται αποκλειστικά στην άκρη του περιστόμιου, ενώ η πάχυνση αναφέρεται στην ανάπτυξη ολόκληρου του κελύφους. Ο τελευταίος συμβάλλει και στην επιδιόρθωση του κελύφους σε περιπτώσεις τραυματισμών. Κατά την γεννητική ωρίμανση, σταματάει η αύξηση και το χείλος του περιστομίου γυρίζει καλύπτοντας το άνοιγμα που βρίσκεται στον ομφαλό (διακρίνεται στην παραπάνω εικόνα).

Κατά την διαβίωση του, το σαλιγκάρι, συσσωρεύει οργανικά και ανόργανα συστατικά στο κέλυφός του μέσω της θρέψης. Μάλιστα, οι ποικίλοι χρωματισμοί και μοτίβα που αποτυπώνονται πάνω στο κέλυφος συσχετίζονται με τον εκάστοτε οικολογικό θώκο και την διαθεσιμότητα σε τροφή όπως έχουν δείξει πολλές μελέτες (Porcel, 1993, Rovat, 2012). Αξίζει να σημειωθεί πως το κύριο ανόργανο συστατικό του κελύφους είναι ο ασβεστίτης (ανθρακικό ασβέστιο) ο οποίος δεσμεύεται από ένα οργανικό πλέγμα πρωτεϊνών, χιτίνης και πολυσακχαριτών. Για το λόγο αυτό το κέλυφος από μόνο του παίζει σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της εξάτμισης του νερού του σώματος (Saleuddin και Chan 1969).

Οι επιδράσεις του ασβεστίου δεν σταματούν, όμως, μόνο στην σύσταση του κελύφους. Συμβάλλει στην ομοίωση του pH, το σχηματισμό του κελύφους των αυγών, τη ρύθμιση της ανθεκτικότητας στη ψύξη και την επαναχρησιμοποίηση των παραπροϊόντων του κυτταρικού μεταβολισμού. Καθώς, και στο σχηματισμό του επιφράγματος. Αποτελεί, επίσης, βασικό συστατικό της βλέννας.

Η βλέννα αποτελείται κυρίως από νερό, μακρομόρια και σύνθετους υδατάνθρακες. Έχουν δομή πλέγματος όπου διακρίνονται ιόντα ασβεστίου και νατρίου. Παράγεται από τα σαλιγκάρια κατά τις περιόδους που δραστηριοποιούνται, για εύρεση τροφής, αναπαραγωγή και άλλες βιολογικές λειτουργίες. Η εξώθηση της βλέννας πιθανόν να οφείλεται στην τοπική αύξηση της πίεσης της αιμοκυανίνης η οποία προκαλείται απ' τη μυϊκή συγκέντρωση στα ενεργά σαλιγκάρια (Campion 1961). Έχει παχύρρευστη υφή,

παρόμοιο με κολλοειδές πήγμα (gel), και διακρίνονται υψηλά ποσοστά περιεκτικότητας σε άλας ασβεστίου. Σε περιπτώσεις διαταραχής ή καταπόνησης η βλέννα παρατηρείται να έχει πιο υγρή σύσταση. Ακόμα, η βλέννα παίρνει αφρώδη μορφή ως μηχανισμός άμυνας από τους θηρευτές. Τέλος, αξίζει να αναφέρουμε πως στις βασικές λειτουργίες της βλέννας περιλαμβάνονται η διατήρηση της υγρασίας και της ομοιόστασης του σώματος, επιπροσθέτως, η προστασία από τυχόν επιβλαβείς ουσίες από το υπόστρωμα που έρπει το σαλιγκάρι.

### Θρέψη και διατροφή

Η θρέψη γίνεται μέσω της πρόσληψης της τροφής και της απορρόφησης των θρεπτικών, αυτής, μέσω του πεπτικού συστήματος. Το πεπτικό σύστημα αποτελείται από πέντε τμήματα, τη στοματική μάζα, τον οισοφάγο, τον προστόμαχο, τον στόμαχο, το έντερο, το απευθυσμένο και την έδρα. Σχετικά με τους αδένες του πεπτικού συστήματος διακρίνονται οι σιελογόνοι αδένες και ο πεπτικός αδένας ή ηπατοπάγκρεας. Ιδιαίτερης σημασίας στοματικές δομές που συμβάλλουν στην λήψη και κατάποση της τροφής είναι η γνάθος και το ξύστρο. Η γνάθος είναι μια τοξοειδής κατασκευή από χιτίνη με εγκάρσιες πτυχώσεις και βρίσκεται στο πίσω μέρος του άνω χείλους. Ο αριθμός των πτυχώσεων και η σκληρότητα της γνάθου εξαρτούνται από τις τροφικές προτιμήσεις. Το ξύστρο είναι ένα απ' τα βασικά μορφολογικά χαρακτηριστικά των μαλακίων. Χαρακτηρίζεται ως ελαστική μεμβράνη που φέρει επιμήκεις και εγκάρσιες σειρές σκληρών δοντιών. Η βασική του λειτουργία είναι να αποξέει την τροφή σε μικρότερα (εύπεπτα) σωματίδια από σκληρές επιφάνειες και να τα μεταφέρει στο εσωτερικό της στοματικής κοιλότητας.

Σχετικά με τη σίτιση τους, τα σαλιγκάρια, εμφανίζουν συμπεριφορά γενικευμένης σίτισης ώστε να ελαχιστοποιούνται οι ενεργειακές απαιτήσεις κίνησης. Αφού κατά την κίνηση απελευθερώνονται μεγάλες ποσότητες βλέννας από το σώμα. Κατά την γενικευμένη σίτιση, το σαλιγκάρι, στρέφεται σε ποικίλες πηγές θρεπτικών ουσιών για την κάλυψη των διατροφικών του αναγκών. Έτσι έχει αναπτύξει συμπεριφορές δειγματοληψίας και αξιολόγησης της τροφής.

Αρχικά χρησιμοποιεί τις κεραίες του για την ανίχνευση αρεστών οσμών, με αυτό τον τρόπο έχει μια συνολική εικόνα του περιβάλλοντος γύρω του, καθώς και των δυνητικών διατροφικών πηγών. Έπειτα έρχεται σε επαφή με το επιθυμητό τρόφιμο με χρήση των χειλιών του. Σ' αυτό το σημείο η τροφή υποβάλλεται στο πρώτο σημείο κρίσης, αφού το

σαλιγκάρι δύναται να την απορρίψει. Στην περίπτωση έγκρισης ξεκινάει η πρόσληψη της τροφής με τη συμβολή της γνάθου και του ξύστρου. Όμως αν το σαλιγκάρι αντιληφθεί κάποια ουσία με βλαπτική δράση τότε μπορεί να σταματήσει την τροφοληψία.

Μετά την πρόσληψη της τροφής ξεκινάει η πέψη και απορρόφηση των θρεπτικών ουσιών αυτής. Στα περισσότερα είδη η παραμονή της τροφής στο έντερο παραμένει για αρκετές ώρες, ενώ η μεταφορά της τροφής από το απευθυσμένο στην έδρα διαρκεί ελάχιστα.

Η τροφή των σαλιγκαριών διακρίνεται από μια ιδιαίτερη ποικιλία οργανικών υλικών. Αφορά, κυρίως, τμήματα διαφόρων φυτών, φυτικό υλικό σε αποσύνθεση, μύκητες και βακτήρια, ξύλο και ,σπάνια, νεκρά ζώα. Συχνό φαινόμενο είναι και η κατανάλωση χόματος, καθώς και περιττωμάτων, κατά τη διάρκεια εύρεσης της τροφής. Ερευνητικά, αυτό έχει στηριχθεί στην ταυτόχρονη πρόσληψη συμβιωτικών βακτηρίων τα οποία συμβάλλουν στην ισορροπία της βακτηριακής χλωρίδας του εντέρου (Charrier 1990). Άλλος ένας λόγος που θεωρείται ότι καταναλώνουν ποσότητες χόματος είναι για την πρόσληψη ασβεστίου. Όπως έχουμε αναφερθεί και προηγουμένως, το ασβέστιο συμβάλλει σε διάφορες βιολογικές λειτουργίες του σαλιγκαριού, με τελικό σκοπό την βέλτιστη ανάπτυξη.

Αν και πρέπει να λάβουμε υπόψη τις διαφοροποιήσεις που παρουσιάζονται ανά είδος (ακόμα και σε επίπεδο πληθυσμού!), ανά ηλικιακό στάδιο, καθώς και ανά εποχή (Ireland 1991, García 2005). Οι διακυμάνσεις αυτές είναι μεγάλες και σχετίζονται, κυρίως, με την διαθεσιμότητα των θρεπτικών ουσιών στο εκάστοτε ενδιαίτημα. Αξιοσημείωτο είναι πως σε συνθήκες εκτροφής, το σαλιγκάρι αφομοιώνει πιο αποτελεσματικά τα σιτηρέσια που εμπεριέχουν υψηλότερα ποσοστά φυτικών υλών, σε σύγκριση με τα τεχνητά.

Τα τεχνητά σιτηρέσια έχουν βασιστεί σε εμπειρικές παρατηρήσεις κατά την πάροδο των ετών. Τα τελευταία χρόνια έχουν αρχίσει να ερευνώνται και οι ακριβέστερες τιμές των συστατικών πειραματικά. Χαρακτηριστικές είναι οι αναφορές σχετικά με τα ποσοστά ασβεστίου στην τροφή, όπου διακρίνεται η θετική σχέση μεταξύ των ποσοστών ασβεστίου και του ρυθμού αύξησης (Ireland 2001, Crowell 2008). Ένα, ενδεικτικό, ποσοστό ασβεστίου που προκύπτει απ' τη βιβλιογραφία κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 11-17% (Milinsk 2008, Μαρκόγλου 2012).

Στην παρούσα εργασία μας ενδιαφέρει ιδιαίτερα το ποσοστό του ασβεστίου, καθώς ενδείκνυται για προσθήκη στην επιφάνεια του υποστρώματος των κλωβών.

## Σχέση νερού και γαστερόποδων

Το ποσοστό του νερού διαφέρει μεταξύ των εσωκυτταρικών και εξωκυτταρικών συστατικών. Τα ανώτερα μαλάκια παρουσιάζουν αυξημένο κυτταρικό όγκο νερού (Fretter 1975). Αν και η πηγή της υπολογιζόμενης ποσότητας του νερού δεν είναι απόλυτα προσδιορισμένη.

Άμεση πρόσληψη νερού μπορεί να γίνει μέσω ωσμωτικών συγκεντρώσεων. Αυτός ο μηχανισμός λειτουργεί ιδιαίτερα στο εσωτερικό του οργανισμού. Τα χερσαία Πνευμονοφόρα μάλιστα διακρίνονται για την ικανότητα τους να απορροφούν άμεσα νερό όταν βυθίζονται σε νερό βρύσης ή έρχονται σε επαφή με σταγόνες νερού της βροχής. Η πρόσληψη, αυτή, του νερού εξαρτάται από την επιφάνεια επαφής και τις ωσμωτικές συγκεντρώσεις που επικρατούν στα σωματικά τοιχώματα. Από μελέτες, μάλιστα, έχει φανεί πως ο βαθμός φιλτραρίσματος και οι τελικές τιμές παραγόμενης ουρίας επηρεάζονται από την εκάστοτε φάση δραστηριότητας του σαλιγκαριού (Vorwohl 1961). Δηλαδή κατά τις περιόδους έντονης δραστηριότητας η απώλεια νερού στο σαλιγκάρι είναι μεγαλύτερη, έτσι αυξάνεται και η παραγωγή ουρίας για την μείωση της συγκέντρωσης των αλάτων στο σώμα.

Μελέτες έχουν δείξει ότι η ωσμωτική, στα σωματικά τοιχώματα, διαπερατότητα του *Helix aspersa* είναι χαμηλή, συνεπώς οι μηχανισμοί ανταλλαγής του νερού ενεργοποιούνται άμεσα. Έτσι ο χρόνος διατήρησης του εξωτερικού επιθηλίου από την ξήρανση είναι μικρός σε χαμηλά επίπεδα υγρασίας (Machin 1969a). Παρακάτω παρατίθεται ένας πίνακας σχετικός με τον συντελεστή μεταφοράς νερού *H. aspersa* κάτω από διάφορες συνθήκες υπό τους 20 Κέλσιους.

**Πίνακας 2. Μεταφορά νερού ( Fretter, 1975)**

Πειραματικές συνθήκες	Εμπόδιο αναφοράς του συντελεστή	Συντελεστής μεταφοράς (mg/cm <sup>2</sup> /h/mmHg)	Βιβλιογραφία
Υδάτινα μέσα	Ραχαία σωματικά τοιχώματα	47	Machin 1966
Ραχαία σωματικά τοιχώματα σε νηνεμία	Νηνεμία	2,5	Machin 1962
Αποσυρμένο σαλιγκάρι που εκκρίνει βλέννα	Αέρας στο άνοιγμα του κελύφους	2,6	Machin 1965
Κέλυφος σε απεσταγμένο νερό	Νηνεμία στο άνοιγμα του	2,3	Machin 1965

	κελύφους		
Αποσυρμένο σαλιγκάρι με ελεγχόμενη εξάτμιση	Μανδύας	0,039	Machin 1966

Επίσης, η βλέννα διακρίνεται από υδρόφιλες ιδιότητες οι οποίες ενισχύουν την ικανότητα απορρόφησης του νερού από το σαλιγκάρι, διευκολύνοντας την επιφανειακή διάχυση (Machin 1964a).

Υπάρχουν όμως αναφορές σχετικά με την κατανάλωση νερού δια της στοματικής κοιλότητας. Καθώς, ακόμα, και πρόσληψη μερικής ποσότητας νερού μέσω της κατανάλωσης της τροφής. Ενδεικτικές τιμές απορρόφησης νερού βάση της τροφής για το *Helix aspersa* υπολογίζονται στα 3,2 mg/g body wt/h κατά την κατανάλωση απορριμάτων από φύλλα, ενώ η αντίστοιχη τιμή για την κατανάλωση μαρουλιού ανέρχεται στα 5,1 (Mason 1970). Αν και η τελευταία θεωρείται αμελητέα, αφού τα χερσαία Πνευμονοφόρα φαίνονται να απορροφούν μερική ποσότητα νερού πριν την κατανάλωση της τροφής (Grimme 1968).

Σχετικά με την μεταφορά νερού μέσω υδρατμών, οι παράμετροι που επηρεάζουν είναι περίπλοκοι. Εκτός από τους παράγοντες της υγρασίας και της θερμοκρασίας, σημαντικό ρόλο παίζουν και τα χαρακτηριστικά του αέρα. Για παράδειγμα, γενικά, στα χερσαία Πνευμονοφόρα γίνεται αύξηση της απώλειας του νερού όταν η ταχύτητα του αέρα λαμβάνει τιμές άνω του 0,66. Για τις ομαλές επιφάνειες εξάτμισης ο βαθμός αύξησης είναι λίγο μικρότερος, για ταχύτητες του αέρα περί του 0,5 (Machin 1964b,c). Αν και δύνανται να μετριάσουν την δραστηριότητα τους σε τιμές αέρα 1-2 miles/h επειδή η απώλεια νερού είναι πέντε φορές μεγαλύτερη σε σύγκριση με αυτή που παρουσιάζεται σε συνθήκες νηνεμίας. Άλλος ένας τρόπος άμυνας προς την εξάτμιση του νερού είναι η απόσυρση του σαλιγκαριού στο κέλυφος, ώστε να μειωθεί η επιφάνεια απώλειας του νερού. Παρόλα αυτά έχει βρεθεί πως η απώλεια νερού συνεχίζεται και σε αυτή τη φάση (Howes και Wells 1934b). Μάλιστα η απώλεια του νερού κατά τη διαχείμαση εξαρτάται, κυρίως, από τα χαρακτηριστικά του επιφράγματος (Machin 1967).

Μια στρατηγική επιλογής ενδιαιτήματος, που παρατηρείται ιδιαίτερα στους φυσικούς πληθυσμούς, είναι η επιλογή προστατευμένων περιοχών. Όστε να αποφεύγεται η απευθείας έκθεση στον ήλιο (Pomeroy 1968a). Τοποθεσίες τέτοιες χαρακτηρίζονται από πυκνή βλάστηση, όπου συγκρατείται υγρασία από το έδαφος και υπάρχει αφθονία τροφής.

## Αντικείμενο και στόχοι

Στην παρούσα εργασία παρατίθενται ορισμένα βασικά στοιχεία των εγκαταστάσεων και των κατασκευών που χρησιμοποιούνται στις μονάδες εκτροφής. Απαραίτητα για την βελτιστοποίηση της παραγωγής και με γνώμονα την ευζωία των οργανισμών.

Έπειτα εστιάζουμε στο κομμάτι της κάθετης εκτροφής το οποίο βρίσκει περιορισμένη εφαρμογή στην αγορά. Καθώς δεν έχει μελετηθεί εκτενώς η λειτουργία του, αφού περιορίζετε σε εμπειρικές γνώσεις. Έτσι ερχόμαστε και στον βασικό σκοπό της παρούσας εργασίας. Το αντικείμενο μελέτης είναι η σύγκριση τριών περιπτώσεων απορροής, ώστε να βελτιστοποιούνται τα χαρακτηριστικά εκτροφής της κάθετης δομής. Γίνεται σύγκριση της πλαινής, της καθίζησης και της περισυλλογικής απορροής. Όστε να δίνεται η δυνατότητα στον αναγνώστη να έχει μια σφαιρική και ολοκληρωμένη άποψη κατά την συγκεκριμένη επιλογή.

Παράλληλα δίνονται και ορισμένα στοιχεία σχετικά με το υπόστρωμα που συνίσταται για το περιβάλλον εκτροφής σαλιγκαριών. Τα στοιχεία αυτά στοχεύουν στην πρώιμη μελέτη της δυνητικής κατακράτησης νερού στον κλωβό. Όστε μελλοντικά να μελετηθεί ο ακριβής όγκος νερού που χρειάζεται το σύστημα κάθετης εκτροφής.

Συνεπώς η εργασία έχει ως βασικό σκοπό την παρουσίαση και σύγκριση τριών απορροών μιας κάθετης μονάδας εκτροφής σαλιγκαριών. Προσπαθώντας να παρουσιάση μια ολοκληρωμένη συνολική εικόνα.

## Μέθοδοι

Τα στοιχεία της παρούσας εργασίας είναι βιβλιογραφικά. Αφορούν μία διεπιστημονική μελέτη, αφού οι πληροφορίες που παρατίθενται στα αποτελέσματα αφορούν ποικίλους ακαδημαϊκούς κλάδους. Όπως, εδαφομηχανική, αρχιτεκτονική (κατασκευαστικές και δομικές πληροφορίες) και τον κλάδο της ζωικής παραγωγής με έμφαση στη σαλιγκαροτροφία.

Στην εισαγωγή χρησιμοποιήθηκαν ακαδημαϊκά σημειώσεις και διαλέξεις, σχετικά με την σαλιγκαροτροφία ως κλάδο επιστήμης. Για παράδειγμα η επισκόπηση των στατιστικών στοιχείων παραγωγής, για τον προσδιορισμό της εξέλιξης του κλάδου. Καθώς και στοιχεία σχετικά με την φυσιολογία του σαλιγκαριού για την καλύτερη κατανόηση της βέλτιστης ανάπτυξης του οργανισμού. Το σημείο κλειδί της εισαγωγής είναι οι πληροφορίες σχετικά με την σχέση νερού και σαλιγκαριού την οποία μπορούμε να αναλύσουμε μελλοντικά και να ποσοτικοποιήσουμε την ροή του νερού στην εκάστοτε απορροή.

Παρακάτω στα αποτελέσματα, αρχικά, γίνεται μία ενδεικτική παρουσίαση των απορροών. Μέσω της σχηματικής απεικόνισης και του προσδιορισμού ορισμένων κατασκευαστικών στοιχείων. Έπειτα, παρατίθενται πληροφορίες εδαφομηχανικής, που προέρχονται από διαλέξεις του πολυτεχνείου. Με σκοπό την διερεύνηση των παραμέτρων του υποστρώματος. Μέσω των κλασικών μεθόδων γεωλογικής κατάταξης δύναται να προσδιοριστούν οι ιδιότητες του υποστρώματος του κλωβού. Σε αυτό συμβάλλουν και ποικίλες βιβλιογραφικές αναφορές σχετικά με τις ιδιότητες του εδάφους και την σχέση του με το νερό. Κατόπιν γίνεται η τελική σύγκριση των απορροών υποδεικνύοντας τα δυνατά τους σημεία και τις πιθανές αδυναμίες που παρουσιάζουν. Στο τέλος, γίνεται και μια πλήρη παρουσίαση της σχέσης των εκτρεφόμενων οργανισμών με τα μέταλλα. Δίνονται στοιχεία σχετικά με την σχέση υποστρώματος και οργανισμού. Αλλά και σε σχέση με τις συγκεντρώσεις των μετάλλων στο σαλιγκάρι. Όλα αυτά τα στοιχεία αφορούν καθαρά την βιβλιογραφική ανασκόπηση επιστημονικών άρθρων. Και παρουσιάζουν μια πλήρη ανασκόπηση. Παρόλα αυτά. Επειδή προέρχονται από ποικίλες εποχές καθίσταται περίπλοκη η σύγκρισή τους.

Στο σημείο αυτό, αξίζει να σημειωθεί πως οι απορροές που αναλύονται παρακάτω αφορούν προσωπική ιδέα. Και οι τρεις δομές απορροής είναι προϊόντα προσωπικής σχεδίασης. Στην παρούσα εργασία εξετάζονται σε θεωρητικό επίπεδο με την προσδοκία πως κάποια στιγμή θα τελειοποιηθούν μέσα από πειραματικές μελέτες.

Εν κατακλείδι, όλα τα παραπάνω συμβάλλουν στη δόμηση της κάθετης εκτροφής.  
Δίνοντας ένα ολοκληρωμένο έναυσμα σε σχετικές μελέτες.



## Αποτελέσματα

### Κάθετη δομή εκτροφής

Η κάθετη δομή εκτροφής χαρακτηρίζεται από την κάθετη τοποθέτηση των κλωβών εκτροφής. Η ιδέα αυτή βασίζεται στη μέγιστη δυνατή απόδοση βιομάζας ανά τετραγωνικό μέτρο. Αφού παράγει, θεωρητικά, την βιομάζα μια κλασικής εκτροφής επί δύο ή επί τρία (ανάλογα με το πόσοι κλωβοί τοποθετούνται στον ίδιο σκελετό).

Αυτός ο τρόπος εκτροφής δεν έχει μεγάλη χρήση στις μονάδες εκτροφής καθώς δεν έχει δομηθεί βάση πειραματικών και τεχνικών γνώσεων. Συνήθως η χρήση του περιορίζεται στις εμπειρικές γνώσεις των εκτροφέων.

Στη συνέχεια του κεφαλαίου δίνονται αρχές για την βελτιστοποίηση της δομής και στοιχεία κατασκευής των απορροών. Ακόμα, παρουσιάζονται οι παράμετροι του υποστρώματος, όπως γεωλογική κατάταξη, σχέση νερού-υποστρώματος και συγκεντρώσεις μετάλλων και το πώς αυτά επηρεάζουν το σαλιγκάρι. Καταλήγοντας σε ορισμένα συμπεράσματα, έχοντας μια ολοκληρωμένη εικόνα της κάθετης εκτροφής.

### Δομή

Εστιάζοντας στην ανάλυση της κατασκευής και στις δομικές παραμέτρους αξίζει να αναφερθεί ότι δύναται η χρήση και στις δύο επικρατέστερες μορφές εκτροφής (ανοικτού και κλειστού τύπου). Βασικά στοιχεία της κατασκευής προς ανάλυση είναι:

- Στοιχεία του σκελετού
- Στοιχεία του κλωβού και των πιθανών συστημάτων απορροής
- Στοιχεία υποστρώματος

Το σύνολο της κατασκευής θα έχει δομή παρόμοια με αυτή της βιβλιοθήκης, καθώς οι κλωβοί θα κατατάσσονται κάθετα με τη μορφή ραφιών πάνω σε μία μεταλλική κατασκευή. Ο μεταλλικός σκελετός θα προέρχεται από γαλβανισμένο υλικό ώστε να

μπορεί να αντέξει μακροπρόθεσμα έναντι των υψηλών τιμών υγρασίας. Ο σκελετός μπορεί να προέρχεται προκατασκευασμένος από την καταναλωτική αγορά, αφού υπάρχουν πολλά σχετικά μοντέλα σε αρκετά προσιτές τιμές. Ενδεικτικά ορισμένες εικόνες:

**Εικόνα 3. Σκελετός κατασκευής (The HomeDepot, <http://www.homedepot.com/p/Husky-78-in-H-x-60-in-W-x-24-in-D-5-Shelf-Steel-Unit-MR602478W5/203828237>.)**

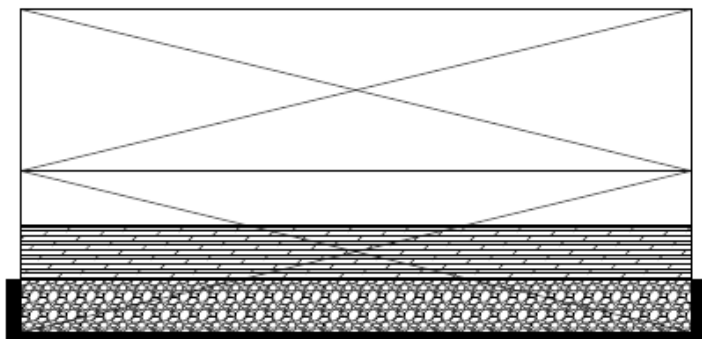


Τέτοιου είδους κατασκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανάλογα με τον χρήστη, καθώς οι ενδιάμεσοι χώροι ρυθμίζονται εύκολα όπως φαίνεται και στις εικόνες. Λόγω των πολυάριθμων τρυπών κατά μήκος των πλαγίων στηριγμάτων μπορούμε να τοποθετήσουμε με άνεση και ασφάλεια πολλές προσθήκες, όπως το σύστημα ποτίσματος των κλωβών. Επίσης, τα ράφια που φαίνονται στις παραπάνω εικόνες μπορούν να έχουν συμπαγή μορφή και να χρησιμοποιηθούν ως βάσεις για την προσθήκη των απορροών.

Η προσθήκη των κλωβών γίνεται πάνω στις πλαϊνές τρύπες της κατασκευής. Ο κλωβός σχηματίζεται με την περίδεση ενός κατάλληλου δικτιού προστασίας. Το μέγεθος των

ενδιάμεσων ματιών του δίχτιού εξαρτάται από το μέγεθος των εκτρεφόμενων οργανισμών, ώστε να αποφεύγονται τυχόν διαφυγές.

Καθώς η άμεση προσκόλληση οποιασδήποτε απορροής καθίσταται αδύνατη επάνω στον κλωβό, συνίσταται η προσθήκη ορισμένης βάσης. Η βάση μπορεί να είναι είτε πλαστική είτε μεταλλική, σε κάθε όμως περίπτωση πρέπει να έχει περαστεί με επίστρωση υλικού με υδροφοβικές ιδιότητες. Ωστε να μειώνεται το ιξώδες της βάσης με σκοπό την εύκολη απομάκρυνση του νερού. Μειώνοντας έτσι την επίδραση της «νεκρής»- ιζηματογενούς ζώνης. Με την χρήση της βάσης, αίρεται και το ερώτημα για τον αν χρειάζεται το κάτω μέρος του κλωβού. Είναι στην επιλογή του εκάστοτε κατασκευαστή, αλλά πιθανόν να προσφέρει καλύτερη συγκράτηση στη δομή του υποστρώματος. Αφού, με την σωστή τοποθέτηση του πλέγματος συγκρατείται το άνω μέρος του υποστρώματος. Επιπλέον μπορεί να λειτουργήσει ως δίχτυ ασφαλείας προς τυχόν απώλειες εκτρεφόμενων οργανισμών.

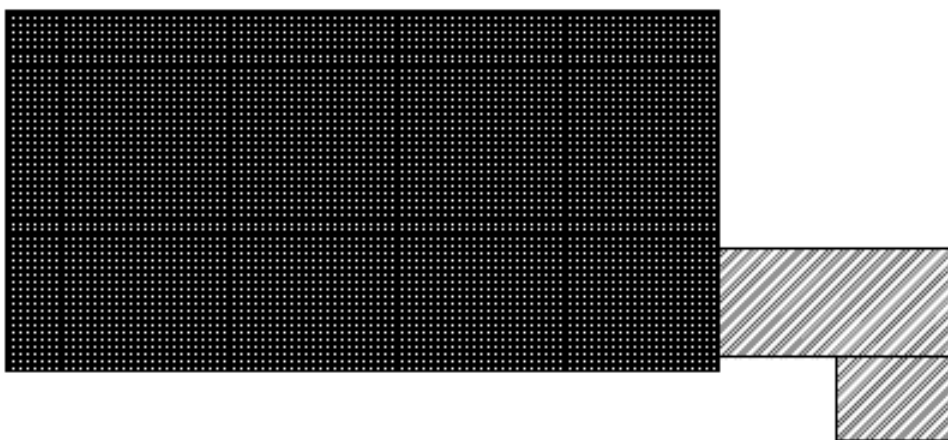


Εικόνα 4. Προβολή του κλωβού

Για την κατασκευή της απορροής συνίστανται η προσκόλληση και η μόνωση, του σημείου. Ευρείας χρήσης υλικό είναι οι σωλήνες PVC οι οποίοι και ενδείκνυνται για την κατασκευή των απορροών. Στην παρούσα εργασία αναλύονται τρεις ειδικές περιπτώσεις απορροής:

- i. Πλαϊνή απορροή
- ii. Απορροή βαρύτητας/καθίζησης
- iii. Απορροή περισυλλογής

Στην περίπτωση της πλαϊνής απορροής αναφερόμαστε στην προσκόλληση σωλήνα απορροής στην πλαϊνή όψη της βάσης, σύμφωνα με τις συστάσεις που αναφερθήκαμε παραπάνω. Δηλαδή γίνεται προσκόλληση του σωλήνα και μόνωση του σημείου σύνδεσης, προς αποφυγή τυχόν διαρροών. Στην εσωτερική πλευρά του ανοίγματος της βάσης τοποθετείται το πλέγμα του υποστρώματος το οποίο συμβάλλει στην βέλτιστη συγκράτηση. Η διεκπεραίωση της τοποθέτησης αυτής της απορροής δεν απαιτεί εξειδικευμένη τεχνογνωσία και έτσι μπορεί να φτιαχτεί εύκολα από οποιονδήποτε εκτροφέα.

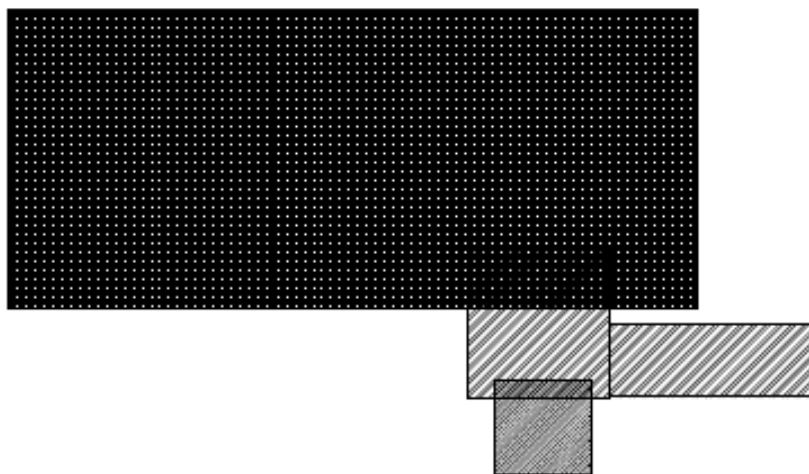


Εικόνα 5. Προβολή του κλωβού με την πλαϊνή απορροή

Στην περίπτωση της απορροής καθίζησης βασιζόμαστε στην επίδραση της βαρύτητας στο νερό όπου ο σωλήνας της απορροής τοποθετείται στο κάτω μέρος της βάσης. Κάνοντας ένα άνοιγμα, τοποθετούμε στην εσωτερική πλευρά το πλέγμα του υποστρώματος και στην εξωτερική προσκολλάμε τον σωλήνα. Έπειτα μονώνουμε αναλόγως.

Στην συγκεκριμένη κατασκευή δύναται η τοποθέτηση ενός αποθηκευτικού χώρου για την καθίζηση των στερεών φερτών υλικών. Σε αυτόν το χώρο, που μπορεί να έχει οποιαδήποτε μορφή ( κατά προτίμηση μικρού εμβαδού, για τον εύκολο καθαρισμό του), με την επίδραση της βαρύτητας μπορούν και καθιζάνουν στερεά φερτά υλικά. Καθώς η ροή του νερού είναι μικρή, υπάρχει διαθέσιμος χρόνος καθίζησης στερεών υλικών. Με τον χώρο αυτό βελτιστοποιούνται οι συνθήκες υγιεινής της απορροής, χωρίς την χρήση κάποιας ιδιαίτερης τεχνογνωσίας. Αφού ο καθαρισμός και η απομάκρυνση των φερτών υλικών διευκολύνεται σε μεγάλο βαθμό, είτε με την άμεση αποκόλληση (ξεβίδωμα) του

αποθηκευτικού χώρου, είτε με την χρήση κατάλληλης χειροκίνητης βαλβίδας. Αξιοσημείωτη παρατήρηση της περίπτωσης αυτής είναι πως η απομάκρυνση του νερού καταλήγει να γίνεται με υπερχειλίση του χώρου καθίζησης. Κατά συνέπεια, όμως, μπορεί να μην παρατηρείται μεγάλη ροή στην απορροή μετά τις πρώτες μέρες ύστερα από την εκκαθάριση των στερεών αποβλήτων.



Εικόνα 6. Προβολή του κλωβού με την απορροή καθίζησης

Η απομάκρυνση του νερού μέσω της απορροής συμβαίνει κατά την καθίζηση αυτού στον πάτο του κλωβού. Αφού στοιβαχτεί ο συνολικός όγκος του νερού και φτάσει το απαραίτητο ύψος απ' τα τοιχώματα της απορροής, ξεκινάει η απομάκρυνση του. Παρόλα αυτά, αξίζει να αναφερθούμε και στα φερτά υλικά που καθιζάνουν στον πάτο του κλωβού, για τα οποία είναι εύλογη η διατύπωση και αντίληψη μιας ιζηματογενούς ζώνης. Το εμβαδό αυτής μπορεί να υπολογιστεί ως το εμβαδό του πάτου μείον το εμβαδό του σιφονιού απορροής. Η κρίσιμη γωνία που θα πρέπει να σχηματίζει το συσσωρευμένο νερό για να κάνει ροή εξαρτάται άμεσα από το ιζώδες του ιζήματος και πως αυτό μεταβάλλεται κατά την ενυδάτωση. Για τον προσδιορισμό της θα πρέπει να γίνει πειραματική διερεύνηση.

Στην απορροή περισυλλογής το νερό συλλέγεται από το συνολικό εμβαδό του κλωβού. Μάλιστα η μορφή της απορροής συμβάλλει στην σταδιακή αύξηση της πυκνότητας του νερού, καθώς και του βάρους του, διευκολύνοντας την ροή μέσω της αύξησης της ταχύτητας. Έτσι δεν παρατηρείται μεγάλη καθυστέρηση στην συνολική διαδικασία.

Επίσης, άλλη μια αξιοσημείωτη παρατήρηση είναι η απουσία περιοχών ιζηματογενούς καθίζησης. Με αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση του μικροβιακού φορτίου στην απορροή, γεγονός που συμβάλλει θετικά στην διαβίωση των εκτρεφόμενων οργανισμών. Στην περίπτωση αυτή συνίστανται διαστάσεις κλωβού 100\*80\*70cm (μήκος\* ύψος\* πλάτος). Καθώς η απορροή με γωνία 30 μοίρες προσδίδει επιπλέον 27,423cm στο συνολικό ύψος. Παρακάτω παρατίθεται μια υποτυπώδη τρισδιάστατη απεικόνιση της απορροής.



Εικόνα 7. Υποτυπώδης μορφή απορροής περισυλλογής

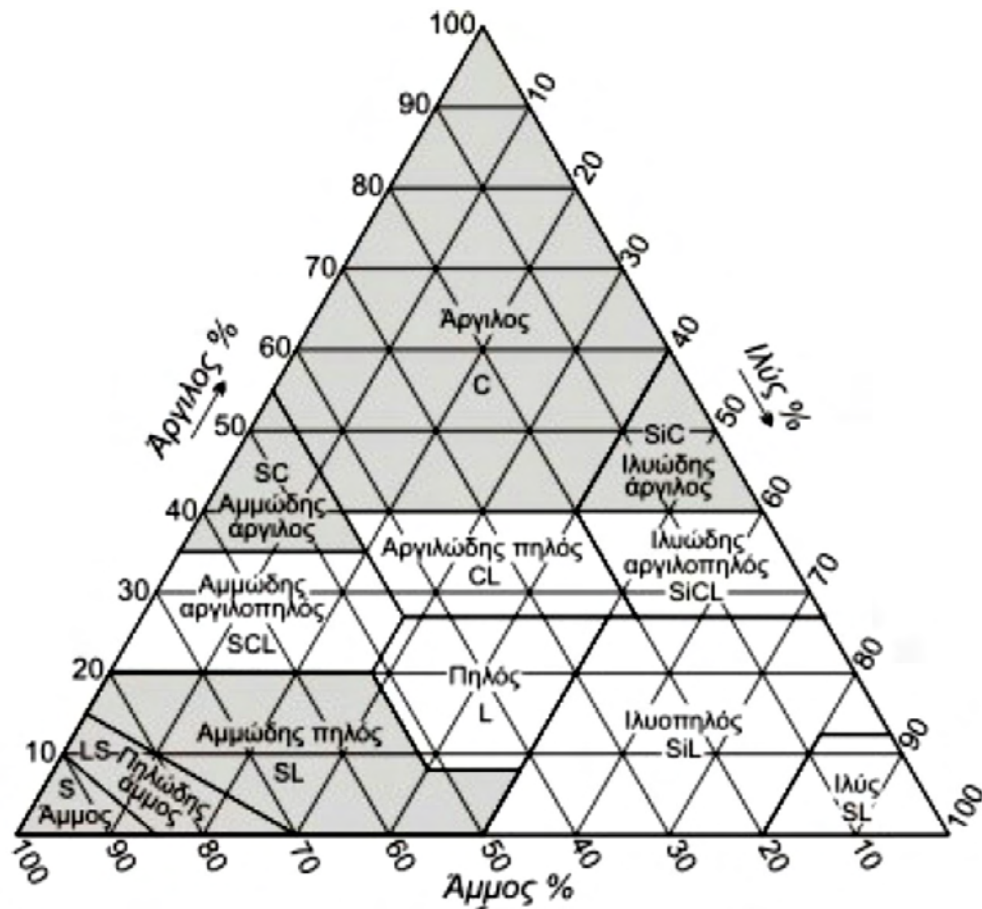
#### Υπόστρωμα κλωβών

Για το υπόστρωμα των κλωβών γίνεται εκτενής διερεύνηση καθώς παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των σαλιγκαριών. Σημαντικοί παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη στην παρούσα εργασία είναι:

- Η κατάταξη του εδάφους βάση των συστημάτων ταξινόμησης εδαφών
- Η σύσταση και οι ιδιότητες του εδάφους σε σχέση με το νερό
- Η σύσταση του εδάφους σε μέταλλα

Καθώς, αυτοί οι παράγοντες είναι ιδιαίτερης σημασίας για τη βέλτιστη ανάπτυξη των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών. Αφού τα επίπεδα υγρασίας και η διάθεση για θρέψη επηρεάζονται ιδιαίτερα από αυτούς τους παράγοντες (Sanz Sampelayo M. 1991) (Ruiz Hernandez A. 2003) .

Συγκεκριμένα για την ταξινόμηση του εδάφους λαμβάνονται στοιχεία από την εικόνα 10 και τον πίνακα 4 . Η ταξινόμηση του εδάφους βασίζεται στην σύσταση του υποστρώματος σε ιλύς, άργιλο και άμμο, σύμφωνα με την παρουσία (σε ποσοστά) των υλικών αυτών.



Εικόνα 8. Τριγωνικό σύστημα κατάταξης εδαφών (Καββαδάς, 2005)

Στο παραπάνω τρίγωνο ο ενδιαφερόμενος δύναται να κατατάξει το υπόστρωμα βάση των περιεχομένων ποσοστών ιλύος, άμμου και αργίλου. Όσον αφορά τον παρακάτω πίνακα, η κατάταξη του εδάφους στηρίζεται, κυρίως, στο υλικό που παρουσιάζεται σε μεγαλύτερο ποσοστό, λαμβάνοντας μερικούς υπόψη και το μέγεθος των κόκκων.

Πίνακας 3 Ταξινόμηση εδαφών με βάση το ενιαίο σύστημα εδαφικής ταξινόμησης (Καββαδάς 2005)

Περιγραφή		Σύμβολο	Τυπική Ονομασία	
Χονδρόκοκκα Εδάφη	Χαλίκια Άνω του 50% του κλάσματος έχει μέγεθος >4,699 mm	Καθαρά χαλίκια	GW Καλά διαβαθμισμένα χαλίκια	
		Χαλίκια με λεπτόκοκκες προσμίξεις	GP Χαλίκια χωρίς διαβάθμιση ή κακά διαβαθμισμένα	
			GM Γλυομιγή χαλίκια	
		GC Αργιλομιγή χαλίκια		
	Άμμοι Άνω του 50% του κλάσματος έχει μέγεθος <4,699 mm	Καθαρές άμμοι	SW Καλά διαβαθμισμένες άμμοι	
			SP Κακά διαβαθμισμένες άμμοι	
		Άμμοι με λεπτόκοκκες προσμίξεις	SM Γλυομιγείς άμμοι	
			SC Αργιούχες άμμοι	
	Λεπτόκοκκα Εδάφη	Πηλίτες (ΐλύες και Άργιλοι)	LL < 50	ML Ανόργανες ίλύες και πολύ λεπτόκοκκες άμμοι, ελαφρά πλαστικότητα
				CL Ανόργανες άργιλοι χαμηλής ως μέτριας πλαστικότητας
OL Οργανικές ίλύες και ιλυούχες άργιλοι χαμηλής πλαστικότητας				
LL > 50			MH Ανόργανες ίλύες, ελαστικές ίλύες	
		CH Ανόργανες ίλύες υψηλής πλαστικότητας		
		OH Οργανικές άργιλοι μέτριας ως υψηλής πλαστικότητας		
		PT Τύρφη και άλλα οργανικά εδάφη		



Όσον αφορά τα στοιχεία και τις ιδιότητες του εδάφους, λήφθηκε υπόψη η μεθοδολογία Beerkan Estimation of Soil Transfer (BEST). Αυτή η μέθοδος εφαρμόζεται για απλό χαρακτηρισμό των υδραυλικών ιδιοτήτων ενός εδάφους. Έχει αναπτυχθεί ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, αφού δύναται η μοντελοποίηση των παραμέτρων ώστε η πειραματικές εφαρμογές να ελαχιστοποιούνται ιδιαίτερα. Αν και αυτό δεν αποκλείει την απαραίτητη σύγκριση των πειραματικών τιμών με άλλες μεθόδους.

Γνωρίζοντας τις σχέσεις μεταξύ της υδάτινης εδαφικής πίεση (soil water pressure head,  $h$ ), του περιεχόμενου υδάτινου όγκου (volumetric water content,  $\theta$ ) και της υδραυλικής αγωγιμότητας (hydraulic conductivity,  $K$ ) μπορούμε να αποτυπώσουμε και να μοντελοποιήσουμε αριθμητικά τις υδραυλικές διαδικασίες του υποστρώματος. Αυτές οι χαρακτηριστικές υδραυλικές καμπύλες μπορούν να δημιουργηθούν από εργαστηριακές και εμπειρικές μεθόδους με τα αποτελέσματα να διαφέρουν βάση ακρίβειας και επαναλήψεων των μετρήσεων.

Η μέθοδος BEST σχετίζεται με ορισμένη πειραματική διαδικασία «φίλτρασης» στο πεδίο υπό μηδενική πίεση (υφίσταται ατμοσφαιρική πίεση). Η πειραματική διαδικασία αφορά μία κυλινδρική επιφάνεια υποστρώματος η οποία υφίσταται προσθήκη νερού και γίνονται συγκεκριμένες μετρήσεις του χρόνου αποστράγγισης του νερού βάση του όγκου που προστίθεται (Lassabatere 2006). Αν και τα αποτελέσματα και η διαδικασία του πειράματος φαίνονται ιδιαίτερα απλοϊκά παραθέτουν επαρκή αποτελέσματα για τον προσδιορισμό βασικών υδραυλικών χαρακτηριστικών.

Κατά την πειραματική διαδικασία το δείγμα καθαρίζετε από τυχόν επιφανειακά φυτά, χωρίς να απομακρύνονται τυχόν ρίζες. Ορισμένη ποσότητα δείγματος χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της μάζας του περιεχόμενου νερού και για την ανάλυση των κόκκων ως προς το μέγεθος. Άλλη μία δειγματοληψία, ορισμένου όγκου, προορίζεται για τον προσδιορισμό της πυκνότητας (bulk density,  $\rho_d$ ). Στον πειραματικό κύλινδρο τοποθετείται υπόστρωμα σε βάθος τουλάχιστον 1 cm από το όριο, ώστε να αποτραπεί τυχόν υπερχειλίσει του παρεχόμενου νερού. Όπως αναφέραμε και παραπάνω, γίνονται μετρήσεις σχετικά με την απορροφητικότητα του νερού από το υπόστρωμα. Οι όγκοι νερού που προστίθενται για φιλτράρισμα είναι προκαθορισμένοι, αλλά ο χρόνος φίλτρασης (cumulative time) ποικίλει βάση της σύστασης του υποστρώματος. Η προσθήκες ύδατος συνεχίζονται μέχρι την σταθεροποίηση του χρόνου αποστράγγισης (φίλτρασης). Στο τέλος του πειράματος, το κορεσμένο υπόστρωμα χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της μάζας του περιεχόμενου νερού (saturated gravimetric water content,  $w_s$ ) ή και τον όγκο του περιεχόμενου νερού (saturated volumetric water content,  $\theta_s$ ).

Οι πειραματικές παράμετροι που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι οι δύο αδιάστατες παράμετροι, η « $m$ » και η « $n$ » (conductivity shape parameter), και οι τρεις

παράμετροι διαστάσεων  $\theta_s$ ,  $hg$  (pressure scale parameter), and  $K_s$  (saturated hydraulic conductivity) (Haverkamp 1998b).

Για τον υπολογισμό των παραπάνω παραμέτρων λαμβάνονται υπόψη οι εξής μαθηματικές σχέσεις. Η εξίσωση της καμπύλης της κατακράτησης νερού (water retention curve)(Lassabatere 2006).

$$\frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} = \left[ 1 + \left( \frac{h}{hg} \right)^n \right]^{-m}$$

Όπου  $\theta$  είναι ο όγκος του περιεχομένου στο έδαφος νερού,  $h$  είναι το ύψος καταπόντισης του εδάφους (soil water pressure head),  $\theta_s$  είναι η ποσότητα ύδατος του κορεσμένου εδάφους (saturated soil water content) και  $\theta_r$  είναι η «φυσική» περιεχόμενη ποσότητα ύδατος του εδάφους (residual soil water content). Η παραπάνω εξίσωση βασίζεται στην σχέση της υδραυλικής αγωγιμότητας (Hydraulic conductivity) του Van Genuchten (Van Genuchten 1980). Στην παραπάνω εξίσωση θεωρούμαι ότι ισχύει  $\theta_r = 0$ . Λαμβάνεται υπόψη και η σχέση (Haverkamp 2005) η οποία αφορά τις αδιάστατες παραμέτρους:

$$m = 1 - \frac{k}{n}$$

Όπου το  $k=2$  βάση της μοντελοποίησης των Brooks και Corey (Brooks and Corey 1964) και της συνθήκης Burdine (Burdine 1953). Το  $n$  στην παρούσα εργασία το βρίσκουμε θεωρητικά βάση του μοντέλου των Minasny και McBratney (Minasny and McBratney 2007) το οποίο βασίζεται στα περιεχόμενα ποσοστά, του υποστρώματος, σε άργιλο και άμμο.

$$n = 2.18 + 0.11[48.087 - 44.954 * S(X1) - 1.023 * S(X2) - 3.896 * S(X3)]$$

Όπου,

$$X1 = 24.547 - 0.238 * sa - 0.082 * cl$$

$$X2 = -3.569 + 0.081 * cl$$

$$X3 = 0.694 - 0.024 * sa + 0.048 * cl$$

$$S(X) = \frac{1}{1 + \exp(-x)}$$

Αν και αξίζει να ληφθεί υπόψη ότι σε υποστρώματα με υψηλό περιεχόμενο σε άμμο και χαμηλό περιεχόμενο σε άργιλο το ποσοστό αβεβαιότητας του μοντέλου αυξάνεται (Minasny and McBratney 2007).

Ένα, ακόμα, σημαντικό κομμάτι που μας ενδιαφέρει ιδιαίτερα σχετικά με το υπόστρωμα είναι η σύσταση του σε μέταλλα. Αφού, όπως έχουμε εξηγήσει απ' την αρχή, ορισμένα μέταλλα παίζουν καθοριστικό ρόλο στις φυσιολογικές διεργασίες του σαλιγκαριού.

Στη συνέχεια παρατίθεται πίνακας σχετικά με τη φυσιολογία των σαλιγκαριών και την πρόσληψη μετάλλων. Με σκοπό την επισκόπηση των συγκεντρώσεων, των μετάλλων, στους οργανισμούς.

Ιστός	<i>Taraxacum</i>			Υπόστρωμα		
	b	a	r	b	a	r
<b>Pb</b>						
Ηπατοπάγκρεας	4,83	72,2	0,53	0,081	100,65	0,4
Υπόλ. Σώμα	0,611	3,91	0,69	0,002 ns	12,31	0,11 ns
Σύνολο	1,771	20,08	0,58	0,018	36,42	0,26
<b>Zn</b>						
Ηπατοπάγκρεας	8,533	426,34	0,58	0,54	882,06	0,56
Υπόλ. Σώμα	0,149	54,42	0,46	0,011	61,47	0,52
Σύνολο	2,309	99,43	0,58	0,164	212,52	0,63
<b>Cd</b>						
Ηπατοπάγκρεας	7,6	21,57	0,49	1,635	25,41	0,61
Υπόλ. Σώμα	2,336	3,32	0,58	0,477	5,18	0,69
Σύνολο	3,949	5,8	0,55	0,809	9,38	0,69
<b>Cu</b>						
Ηπατοπάγκρεας	(-) 0,394 ns	141,82	0,02 ns	0,044 ns	132,32	0,02 ns
Υπόλ. Σώμα	0,465 ns	169,14	0,02 ns	0,075 ns	171,95	0,04 ns
Σύνολο	0,054 ns	167,3	0,09 ns	0,066 ns	163,87	0,08 ns

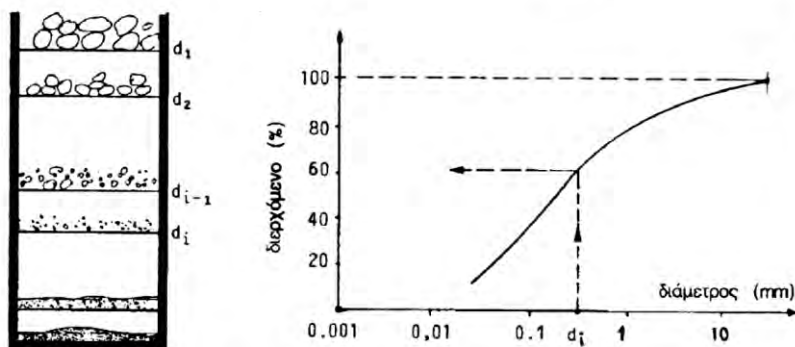
Ο παραπάνω πίνακας σχετίζεται με βιβλιογραφικά στοιχεία, παρόλα αυτά προσδίδουν μια εικόνα σχετικά με την συγκέντρωση μετάλλων στο σαλιγκάρι. Έτσι συνίσταται εκτενής πειραματική διερεύνηση.

Σε συνδυασμό, μάλιστα, με άλλα βιβλιογραφικά στοιχεία θα μπορούσαν να βελτιστοποιηθούν τα μοντέλα πρόσληψης με σκοπό την μέγιστη ακρίβεια και αξιοπιστία τους. Όστε μελλοντικά να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία ενός ιδανικού υποστρώματος που θα προάγει την σωστή ανάπτυξη των οργανισμών βάση των προτύπων ευζωίας, μέσα από την ορθή διαχείριση των δεδομένων και με την σωστή εφαρμογή των στατιστικών εργαλείων.

## Πλέγμα υποστρώματος

Στην εικόνα 12 που ακολουθεί παρατίθενται ενδεικτικά ορισμένα βιβλιογραφικά στοιχεία που μπορούν να ληφθούν υπόψη κατά την επιλογή του πλέγματος, του υποστρώματος, (με την ιδιότητα του κόσκινου) στο ανώτερο μέρος της απορροής. Σκοπός του πλέγματος αυτού είναι η συγκράτηση των κόκκων του υποστρώματος που μετακινούνται στο κάτω μέρος του κλωβού κατά το πότισμα. Ωστε να μην παρατηρούνται απώλειες στον όγκο του υποστρώματος.

Αριθμός κοσκίνου (No)	Διάσταση οπής (mm)
4	4.75
10	2
20	0.85
40	0.425
60	0.25
100	0.15
140	0.106
200	0.075



Σχ. 2.8: Κοκκομέτρηση εδαφών με κόσκινα

## Εικόνα 9. Κοκκομέτρηση εδαφών με κόσκινα ( Καβαδάς 2005)

### Υλικά και δομή κλωβού

Αρχικά πρέπει να προσδιοριστούν οι διαστάσεις της κατασκευής, δηλαδή τα μήκος \*ύψος \*πλάτος. Όμως αυτοί οι αριθμοί εξαρτώνται από άλλους παράγοντες. Πάντα με γνώμονα την ευζωία των οργανισμών, στηριζόμαστε στα εξής:

1. Καλή ροή του αέρα ανάμεσα στους κλωβούς
2. Διαθεσιμότητα χώρου για το σύστημα ποτίσματος

3. Διαθέσιμος χώρος βάση της επιθυμητής απορροής
4. Εμβαδό αποστράγγισης

Τα σημεία 2 και 3 αφορούν το τεχνικό κομμάτι της κατασκευής και αναλύονται στην επόμενη ενότητα. Παρόλα αυτά τα σημεία 1 και 4 συμβάλλουν στην διατήρηση του τεχνητού περιβάλλοντος ώστε να προάγεται η βέλτιστη ανάπτυξη των σαλιγκαριών.

Η καλή ροή του αέρα σχετίζεται, κυρίως, με το υλικό του κλωβού για παράδειγμα, αν ο κλωβός φτιάχνετε από δίχτυ εντομοπροστασίας (το πιο ευρέως χρησιμοποιημένο μέσο προστασίας καλλιεργειών) θα δοθεί μεγαλύτερη βαρύτητα στο μάτι του δικτιού. Θα πρέπει να επιλέξουμε αυτό που μας δίνει την μεγαλύτερη ροή αέρα, λαμβάνοντας υπόψη τον περιοριστικό παράγοντα της δυνατότητας εισόδου εντόμων και θηρευτών.

Το εμβαδό του χώρου αποστράγγισης αφορά στο χώρο που καταλαμβάνουν στρώση χαλικιών και η στρώση χώματος (κατά το σύνολο, χαρακτηρίζονται ως το υπόστρωμα). Η χρήση των χαλικιών στον πάτο του κλωβού συνίσταται για την υποστήριξη του άνω-υποστρώματος και για την μεγιστοποίηση της ταχύτητας του νερού προς αποστράγγιση. Αντίστοιχα πρότυπα αποστράγγισης παρατηρούνται και στις πλήρως ελεγχόμενες κηπευτικές εγκαταστάσεις. Στην παρούσα εργασία συνίσταται η διαφοροποίηση της χρήσης του κλωβού σε δύο διαστάσεις, βάση:

$$A + \Upsilon\pi + X = \Upsilon\kappa$$

Για τα οποία ισχύει,

$$A = 0,6 * \Upsilon\kappa, \quad \Upsilon\pi = 0,25 * \Upsilon\kappa, \quad X = 0,15 * \Upsilon\kappa$$

Όπου,

A: χώρος που καταλαμβάνεται από τον αέρα

Υπ: χώρος που καταλαμβάνεται από το χώμα του υποστρώματος

X: χώρος που καταλαμβάνεται από τα χαλίκια του υποστρώματος

Υκ: ύψος κλωβού

Όλοι οι υπολογισμοί δύνανται να αναχθούν στις τρεις διαστάσεις αφού πολλαπλασιαστούν επί το μήκος και επί το πλάτος.

#### Σύγκριση προτεινόμενων απορροών

Στην περίπτωση της πλαϊνής απορροής ως βασικό πλεονέκτημα θεωρείται η μείωση της απαιτούμενης απόστασης των κλωβών. Γεγονός το οποίο προσδίδει την δυνατότητα τοποθέτησης περισσότερων κλωβών στον σκελετό, βάση της επιθυμητής παραγόμενης βιομάζας, βέβαια. Ενώ ως βασικότερο μειονέκτημα θεωρείται το εν δυνάμει εμβαδό που χαρακτηρίζεται ως ιζηματογενής περιοχή. Ανάλογα με το ύψος που θα τοποθετηθεί η απορροή, μπορούμε να υπολογίσουμε το εμβαδό. Συνίσταται, μάλιστα, η απορροή να τοποθετείται όσο πιο χαμηλά γίνεται στον κλωβό ώστε να μειώνεται το νερό που κατακρατείται στον πάτο του κλωβού. Αφού η παραμονή του εκεί συμβάλλει στην ανάπτυξη μικροοργανισμών που μπορεί να επιφέρουν ασθένειες στους εκτρεφόμενους οργανισμούς.

Από την άλλη, στην απορροή βαρύτητας-καθίζησης η περιοχή ιζηματογένεσης μειώνεται βάση της διατομής που δημιουργείται στον πάτο από το σιφόνι της απορροής. Επίσης, άλλο ένα συγκριτικό πλεονέκτημα της κάτω έναντι της πλαϊνής (απορροής) είναι η απουσία απαιτούμενου ελάχιστου ύψους του νερού για να ξεκινήσει η διαδικασία της απορροής του νερού. Ακόμα, όπως έχουμε αναφερθεί και παραπάνω, υπάρχει και η δυνατότητα προσθήκης χώρου αποθήκευσης των στερεών φερτών υλικών. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα αυτής της απορροής, αφού με την επαναπροσθήκη των φερτών υλικών στο κλωβό μειώνονται οι απώλειες του συστήματος. Παρόλα αυτά, το σύστημα μειονεκτεί στην απαίτηση κενού χώρου μεταξύ των κλωβών η οποία αυξάνεται με την προσθήκη του αποθηκευτικού χώρου για τα φερτά υλικά.

Αντίστοιχο μειονέκτημα παρατηρείται και στην περίπτωση της απορροής περισυλλογής, όπου η απόσταση των κλωβών απαιτείται ακόμα μεγαλύτερη. Όμως, αυτό αντισταθμίζεται σημαντικά με το πλεονέκτημα της ελαχιστοποίησης της ιζηματογενούς περιοχής, καθίσταται αμελητέα. Αφού η κλίση της απορροής δεν αφήνει καθίζησης του νερού. Μπορεί να απαιτεί λίγο περισσότερη τεχνογνωσία, αλλά τα οφέλη στην υγιεινή των εκτρεφόμενων οργανισμών είναι πολλά.

## Σύσταση υποστρώματος

Για την σύσταση του υποστρώματος λήφθηκαν υπόψη υδραυλικές ιδιότητες, η κατάταξη εδαφών και ορισμένα εμπειρικά-μαθηματικά μοντέλα. Βασικά στοιχεία εδαφολογίας βάση της τοποθεσίας μπορούμε να πάρουμε μέσω της Ευρωπαϊκής γεωλογικής βάσης δεδομένων. Ωστε να καθορίζονται οι ιδιότητες του υποστρώματος γρήγορα και αξιόπιστα για την βέλτιστη κατανόηση των επιδράσεων που θα έχει στην ανάπτυξη του σαλιγκαριού. Τα βασικά στάδια κατάταξης του υποστρώματος που ακολουθούνται είναι:

- i. Προσδιορισμός ποσοστών άμμου, αργίλου και ιλύος
- ii. Γεωλογική κατάταξη βάση των παραπάνω ποσοστών
- iii. Μελέτη των υδραυλικών παραμέτρων
- iv. Επιλογή υποστρώματος

Πίνακας 5. Επισκόπηση υδραυλικών παραμέτρων (Clapp, 1978)

Εδαφική σύσταση	Αρ. υποστρωμάτων	Μέσο κλάσμα αργίλου	b	Ψs (cm)	Ψs (log), (cm)	Ψt (cm)	θ (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	K (cm/min)	S {cm/[min <sup>1/2</sup> ]}
Άμμος	13	0,03	4,05 (1,78)	12,10 (14,30)	3,5	4,66	0,395 (0,056)	1,056	1,52
Αργιλώδης άμμος	30	0,06	4,38 (1,47)	9,0 (12,40)	1,78	2,38	0,410 (0,068)	0,938	1,04
Αμμώδης άργιλος	204	0,09	4,90 (1,75)	21,80 (31,00)	7,18	9,52	0,435 (0,086)	0,208	1,03
Ιλυώδες άργιλος	384	0,14	5,30 (1,96)	78,60 (51,20)	56,6	75,3	0,485 (0,059)	0,0432	1,26
Άργιλος	125	0,19	5,39 (1,87)	47,8 (51,20)	14,6	20	0,451 (0,078)	0,0417	0,693
Αμμώδης πηλός άργιλος	80	0,28	7,12 (2,43)	29,90 (37,80)	8,63	11,7	0,420 (0,059)	0,0378	0,488
Ιλυώδες πηλός άργιλος	147	0,34	7,75 (2,77)	35,60 (37,80)	14,6	19,7	0,477 (0,057)	0,0102	0,31



Πηλώδης άργιλος	262	0,34	8,52 (3,44)	63,00 (51,00)	36,1	48,1	0,476 (0,053)	0,0147	0,537
Αμμώδης πηλός	19	0,43	10,40 (1,64)	15,30 (17,30)	6,16	8,18	0,426 (0,057)	0,013	0,223
Ιλυώδης πηλός	441	0,49	10,40 (4,45)	49,00 (62,10)	17,4	23	0,492 (0,064)	0,0062	0,242
Πηλός	140	0,63	11,40 (3,70)	40,50 (39,70)	18,6	24,3	0,482 (0,050)	0,0077	0,268

Μάλιστα με τα ποσοστά σύστασης του υποστρώματος δύναται να διαμορφώσουμε τις επιθυμητές υδραυλικές παραμέτρους. Για παράδειγμα, εφαρμόζοντας το μαθηματικό μοντέλο BEST, Beerkan method for estimating soil hydraulic parameters, κατά Minasny και McBratney (2007).

Στον παρακάτω πίνακα διερευνούνται οι αλλαγές ορισμένων παραμέτρων βάση των ποσοστών άμμου και αργίλου.

Πίνακας 6. Διερεύνηση υδραυλικών παραμέτρων κατά Minasny και McBratney

Αρ. Δοκιμής	Sand (%)	Clay (%)	Soil car.	S(x1)	S(x2)	S(x3)	n	M	pm
1	60	30	Αμμώδης πηλός αργίλου	0,99959	0,78432	0,66686	2,15259	0,07089	0,14249
2	60	25	Αμμώδης πηλός αργίλου	0,99973	0,78432	0,61159	2,1756	0,08071	0,16249
3	60	20	Αμμώδης άργιλος	0,99982	0,78432	0,5533	2,20014	0,09097	0,18345
4	65	25	Αμμώδης πηλός αργίλου	0,99911	0,84501	0,58273	2,18419	0,08433	0,16987
5	65	20	Αμμώδης άργιλος	0,99941	0,84501	0,52348	2,20811	0,09425	0,19018
6	65	15	Αμμώδης άργιλος	0,99961	0,84501	0,46356	2,23281	0,10427	0,21083
7	70	15	Αμμώδης άργιλος	0,99872	0,891	0,43389	2,24476	0,10904	0,2207
8	70	10	Αμμώδης άργιλος	0,99915	0,891	0,37613	2,26738	0,11793	0,23918
9	75	15	Αμμώδης άργιλος	0,99579	0,92456	0,40468	2,26796	0,11815	0,23964
10	75	10	Αμμώδης άργιλος	0,9972	0,92456	0,34842	2,28509	0,12476	0,25347

Στην παραπάνω ανάλυση μπορεί να δοθεί παραπάνω έκταση προσθέτοντας ποικίλα υδραυλικά και μη στοιχεία. Ο Dexter A. (2001) στο πείραμα του αναλύει τις διαφορές στη σύσταση προσθέτοντας και την οργανική ύλη ως παράμετρο. Γενικά, όμως, αυτό μπορεί να γίνει με τις κατάλληλες γνώσεις εδαφομηχανικής, ώστε να προσδιοριστούν βασικές παράμετροι. Στην συγκεκριμένη εργασία μας ενδιαφέρουν παράμετροι κατακράτησης νερού, πορώδες του υποστρώματος και απώλειες του υποστρώματος.

Για την διερεύνηση της σύστασης του υποστρώματος στη σαλιγκαροτροφία, πειραματικά, χρησιμοποιούνται δύο βασικά υποστρώματα, το ISO 11268-1 και το ISO 15952.

Για το πρώτο η βιβλιογραφία είναι περιορισμένη στον τομέα της σαλιγκαροτροφίας. Τα μόνα σχετικά στοιχεία παρατίθενται από τους Menta και Parisi (2001), που αφορούν στην απορρόφηση μετάλλων.

Πίνακας 7. Συγκέντρωση μετάλλων από το υπόστρωμα ISO 11268-1 (Menta, 2001)

	<i>H. pomatia</i>		<i>H. aspersa</i>	
	Πεπτικός σωλήνας	Πόδι	Πεπτικός σωλήνας	Πόδι
Ξηρό βάρος	0,460 ±0,006	1,120±0,01 1	0,121±0,003	0,175±0,0 05
Cu	55,68±15,49	39,49±6,82	34,69±5,32	49,96±6,9 0
Zn	187,32±37,31	86,68±8,79	384,69±64,11	70,51±5,0 4
Fe	385,96±92,97	107,59±11, 51	620,35±159,32	72,51±5,0 3
Mn	210,78±32,25	11,82±0,79	299,16±69,31	21,84±2,2 6
Pb	10,65±2,95	-	23,04±3,77	-
Cd	13,4±2,63	-	15,90±5,77	-

Μάλιστα στην εργασία τους παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις απορρόφησης από τρία διαφορετικά είδη όπου διακρίνεται μια μεγάλη διακύμανση στην απορρόφηση μετάλλων.

Ενώ στην περίπτωση του ISO15952, οι προδιαγραφές του υποστρώματος έχουν οριστεί για την ανάπτυξη νεαρών σαλιγκαριών. Υπάρχουν δημοσιευμένα στοιχεία στην μελέτη του Gimbert et al. (2006), στην οποία γίνεται σύγκριση της ανάπτυξης των σαλιγκαριών σε τέσσερα διαφορετικά υποστρώματα.

Πίνακας 8.Στοιχεία ISO 15952 (Γκίλμπερτ, 2006)

<b>Πηλός (%)</b>	<b>13.6</b>
<b>Άργιλος (%)</b>	12.6
<b>Άμμο (%)</b>	73.8
<b>Water holding capacity (mL/kg)</b>	619.7±4.5
<b>pH<sub>water</sub></b>	5.94±0.01
<b>pH<sub>KCl</sub></b>	5.46±0.03
<b>CaCO<sub>3</sub>(g/kg)</b>	8.7
<b>Mg (g/kg)</b>	1
<b>Ανταλλάξιμο Ca (cmol/kg)</b>	21.5
<b>Ανταλλάξιμο Mg (cmol/kg)</b>	1.3

Ένα πλεονέκτημα που υπάρχει σχετικά με το δεύτερο υπόστρωμα είναι οι, ήδη προσδιορισμένες, υδραυλικές παράμετροι. Πάνω στις οποίες μπορούμε να διερευνήσουμε και την κατακράτηση του νερού από το υπόστρωμα. Πιθανόν να μπορούμε και να προβλέψουμε την ανάπτυξη των οργανισμών βάση των τιμών του ασβεστίου και του μαγνησίου. Μία σχετική εργασία είναι εκείνη του Chevalier (2003), στην οποία αναλύει την επίδραση των ανόργανων ουσιών στην θρέψη του σαλιγκαριού.

#### Συγκέντρωση μετάλλων

Σε ακολουθία με τα παραπάνω, μέσω της συνεχούς μελέτης, πιθανόν, να μπορούμε να συσχετίσουμε την ανάπτυξη των σαλιγκαριών με την ύπαρξη των μετάλλων. Τέτοιες μελέτες έχουν ακόμα πρώιμη μορφή (Pauget, 2013) και περιορίζονται στην συγκέντρωση των μετάλλων στο σαλιγκάρι. Όπως διακρίνεται στον παρακάτω πίνακα μία βιβλιογραφική επισκόπηση.

Πίνακας 9. Βιβλιογραφική επισκόπηση παρουσίας μετάλλων στο σαλιγκάρι

Ουσία	Ποσότητα (mg/kg wet mass)	Ιστός	Αναφορά
<b>Cd</b>	1,3	Πεπτικός σωλήνας	Abdel 2013
	3,55	Σώμα	Coeurdassier 2007
	7,3	Μαλακοί ιστοί	Laskowski 1996
	15,9	Πεπτικός σωλήνας	Menta 2001
	2,6	Μαλακοί ιστοί	Scheifler 2006
<b>Mn</b>	10,91	Πεπτικός σωλήνας	Abdel 2013
	21,84	Πόδι	Menta 2001
<b>Pb</b>	3,59	Πεπτικός σωλήνας	Abdel 2013
	8,33	Μαλακοί ιστοί	Beeby 2002
	35,74	Σώμα	Coeurdassier 2007
	22	Μαλακοί ιστοί	Laskowski 1996
	23,04	Πεπτικός σωλήνας	Menta 2001
<b>Zn</b>	19,8	Μαλακοί ιστοί	Scheifler 2006
	56,94	Πεπτικός σωλήνας	Abdel 2013
	87,87	Σώμα	Coeurdassier 2007
	131	Μαλακοί ιστοί	Laskowski 1996
	70,51	Πόδι	Menta 2001
<b>Cu</b>	290,2	Μαλακοί ιστοί	Scheifler 2006
	18,01	Πεπτικός σωλήνας	Abdel 2013
	9,19	Σώμα	Coeurdassier 2007
	101	Μαλακοί ιστοί	Laskowski 1996
	49,96	Πόδι	Menta 2001
<b>Mg</b>	196,8	Μαλακοί ιστοί	Scheifler 2006
	3864	Μαλακοί ιστοί	Beeby 2002
<b>Ca</b>	18,408	Μαλακοί ιστοί	Beeby 2002
<b>Ni</b>	0,96	Πεπτικός σωλήνας	Abdel 2013
	4,6	Μαλακοί ιστοί	Scheifler 2006
<b>Fe</b>	72,51	Πόδι	Menta 2001

Για να μπορέσει να γίνει, όμως, μια δευτερογενής ανάλυση των δεδομένων θα πρέπει αυτά να ανάγονται σε μία κοινή βάση αναφοράς. Για παράδειγμα, αναγωγή των συγκεντρώσεων (των μετάλλων) στο καθαρό βάρος σώματος του σαλιγκαριού, ή έστω στο μεικτό. Κάτι τέτοιο όμως δεν παρατηρείται έντονα στην βιβλιογραφία.

## Συμπεράσματα - Συζήτηση

Έπειτα από την παρουσίαση όλων των παραπάνω στοιχείων ο αναγνώστης έχει μια σφαιρική εικόνα για το τι θα πρέπει να λάβει υπόψη για την βελτιστοποίηση της μονάδας εκτροφής του.

Τα κατασκευαστικά στοιχεία, αν και περιορισμένα δύνανται να επεκταθούν παραπάνω μέσω της σύγκρισης τους με άλλες παρόμοιες μεθόδους εκτροφής. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι τα κλουβιά εκτροφής κουνελιών ή ορνίθων. Αφού, οι κατασκευές αυτές έδωσαν τα πρώιμα εναύσματα εξέλιξης των κλωβών. Συνεπώς, τυχόν προσθήκες αυτών των κλουβιών θα μπορούσαν να βρουν χρήση στους κλωβούς της σαλιγκαροτροφίας. Παρόλο, που όπως έχουμε ξανά αναφέρει, οι διάφορες προσθήκες στους κλωβούς περιορίζονται κυρίως σε ιδιωτική χρήση του εκτροφέα. Επειδή βασίζονται, συνήθως, στις εμπειρικές τους γνώσεις, χωρίς κάποια επιστημονικά εμπειριστατωμένη γενίκευση.

Άλλο ένα κομμάτι ιδιαίτερης σημασίας, πιθανόν, να είναι η διερεύνηση των υλικών κατασκευής. Λόγω της μεγάλης μηχανολογικής εξέλιξης στον τομέα των υλικών θα μπορούσε να γίνει σχετική έρευνα. Για παράδειγμα, ώστε τα υλικά να παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντίσταση στις μόνιμα υψηλές τιμές υγρασίας. Αυτό το φαινόμενο αντιμετωπίζεται με περιοδικές επιστρώσεις στο βασικό μέταλλο. Αλλά ένα πρόβλημα που παράγουν οι επιστρώσεις είναι η διάχυση επιβλαβών ουσιών στο υπόστρωμα των εκτρεφόμενων οργανισμών.

Από τα εισαγωγικά στοιχεία, κιάλας, έχει δοθεί έμφαση στην σχέση υποστρώματος και σαλιγκαριού. Λόγω την φυσιολογίας του σαλιγκαριού και της βιολογίας του, το υπόστρωμα που έρπει καθίσταται υψίστης σημασίας. Οπότε μια εκτενής και εμπειριστατωμένη ανασκόπηση της βιβλιογραφίας θεωρήθηκε απαραίτητη για την πλήρη κατανόηση ορισμένων βασικών αρχών της σαλιγκαροτροφίας. Έτσι ώστε η κάθετη δομή να μην περιορίζεται σε εμπειρικά δεδομένα και παρατηρήσεις, αλλά να πηγαίνει ένα βήμα παρακάτω μέσω της καλύτερης κατανόησης και βελτιστοποίησης του υποστρώματος.

Μέσα από αυτή τη διαδικασία, το επόμενο βήμα είναι η κατανόηση της σχέσης νερού και υποστρώματος. Για να περιοριστούν οι απώλειες του νερού και να δημιουργηθεί ένας κλειστός κύκλος του νερού. Το οποίο είναι και το ιδανικό, αφού το μεγαλύτερο ποσοστό λειτουργικών εξόδων αφορά το νερό ποτίσματος του υποστρώματος (μετά την τροφή).

Γεγονός που συμβαδίζει με την συνεχή πίεση για μηδενικό περιβαλλοντικό κόστος. Καθώς, ένα από τα μεγαλύτερα ανθρώπινα προβλήματα στο κόσμο είναι η παραγωγή τροφής μέσα από την ελάχιστη χρήση πόρων.

Αν και το παραπάνω περιορίζεται μερικώς από τις αρχές βιοηθικής (σχετικά με την ευζωία των οργανισμών) και την ασφάλεια των καταναλωτικών προϊόντων. Σχετικά με την ευζωία, ο εκτροφέας, πλέον και νομικά, οφείλει να τηρεί κανόνες βέλτιστων συνθηκών εκτροφής. Στην παρούσα εργασία, χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα κενά μεταξύ των κλωβών και η καλή αποστράγγιση του υποστρώματος. Η ασφάλεια των καταναλωτικών προϊόντων είναι βασικό θέμα της δευτερογενούς επεξεργασίας του σαλιγκαριού.

Συμπερασματικά για τις τρεις προτεινόμενες απορροές που αφορούν την αποστράγγιση του υποστρώματος μπορούμε να πούμε πως δύνανται να καλύψουν οποιοδήποτε επίπεδο εκτροφής (ερασιτεχνική και επαγγελματική). Μπορούν να καλύψουν κάθε είδος κάθετης δομής εκτροφής. Παρόλα αυτά χρήζουν πειραματικής εξέτασης. Ορισμένα παραδείγματα περαιτέρω εξέτασης είναι η ποσοτικοποίηση του διαπερνόντος νερού, η αντοχές σε βιομάζα και ο προσδιορισμός των παραγωγικά βέλτιστων διαστάσεων.

## Βιβλιογραφία

### Ξένη

Armon R., Hanninen O. (2015), Environmental Indicators, Springer

Bagarello V., Iovino M., (2012), Testing the BSET procedure to estimate the soil water retention curve, *Geoderma* 187-188:67-76

Bagarello V., Di Prima S., Iovino M., (2014), A test of the Beerkan Estimation of Soil Transfer parameters (BEST) procedure, *Geoderma* 221-222:20-27

Bagarello V., et al., (2014), Soil hydraulic properties determined by infiltration experiments and different heights of water pouring, *Geoderma* 213:492-501

Beeby A., Eaves S., (1983), Short-term changes in Ca, Pb,Zn and Cd Concentrations of the Garden Snail *Helix aspersa* from a central London Car Park, *Environmental Pollution* 30:233-244

Beeby A., Richmond L., Herpe F., (2002), Lead reduces shell mass in juvenile garden snails *Helix aspersa*, *Environmental Pollution* 120:283-288

Brooks A., White K., (1995) The localization of aluminium in the digestive gland of the terrestrial snail *Helix aspersa*, *Tissue and cell*, 27(1):61-72

Cayambre M., (2012), Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo de caracoles (*Helix aspersa*), criados en parques de engorde, Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Céline Pavat, Isabelle Zanella-Cléon, Michel Becchi, Davorin Medakovic, Gilles Luquet, Nathalie Guichard, Gérard Alcaraz, Jean-Louis Dommergues, Antoine Serpentin, Jean-Marc Lebel, Frédéric Marin, The shell matrix of the pulmonate land snail *Helix aspersa* maxima, *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, Volume 161, Issue 4, April 2012, Pages 303-314, ISSN 1096-4959

Charrier, M. (1990). Evolution, during digestion, of the bacterial flora in the alimentary system of *Helix aspersa* (Gastropoda: Pulmonata): a scanning electron microscope study. *Journal of molluscan studies*, 56(3), 425-433.



- Chevalier L., Le Coz M., Charrier M., (2003), Influence of inorganic compounds on food selection by the brown garden snail *Cornu aspersum*, *Malacologia*, 45(1):125-132
- Clapp R., Hornberger G.,(1978) Empirical equations for some soil hydraulic properties, *Water Resources research*, 14(4)
- Crowell, H.H. (1973) Laboratory study of calcium requirements of the brown garden snail *Helix aspersa* Müller. *Proceedings of the Malacological Society of London*, 40:491-503.
- Delleur J., (2007), *The handbook of groundwater engineering (second edition)*, CRC press
- Dexter A., Bird N., (2001), Methods for predicting the optimum and the range of soil water contents for tillage based on the water retention curve, *Soil and Tillage research*, 57:203-212
- Egonmwan, R.I. (2008) Effects of dietary calcium on growth and oviposition of the African land snail *Limicolaria flammea* (Pulmonata: Achatinidae). *International Journal of Tropical Biology*, 56:333-343.
- Eybe T., et al., (2013), Determination of oral uptake and biodistribution of platinum and chromium by the snail (*Helix aspersa*) employing nano-secondary ion mass-spectrometry, *Chemosphere*, 90:1829-1838
- Fretter, V., & Peake, J. (Eds.). (1975). *Pulmonates*, Chapter 4. London, UK:: Academic Press.
- García, A., Perea, J., Martín, R., Acero, R., Mayoral, A., Peña, F., Luque, M. (2005) Effect of two diets on the growth of the *Helix aspersa* Müller during the juvenile stage. 56th Annual Meeting EAAP, Session 30, Uppsala, p 1-9.
- Gomot A., (2000), Standardised growth toxicity testing (Cu, Zn, Pb and Pentachlorophenol) with *Helix aspersa*, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 46:41-50
- Gonzalez O., et al., (2008), Efecto de la densidad poblacional en la productividad de caracoles (*Helix aspersa*) en un sistema a cielo abierto alimentados con acelga y suplemento alimentario balanceado, *Ciencia e Investigación agraria*, 35(3):251-257
- Gimbert F., et al., (2006), Modelling chronic exposure to contaminated soil: a toxicokinetic approach with the terrestrial snail *Helix aspersa*, *Environmental International*, 32:866-875
- Grime, J. P., MacPherson-Stewart, S. F., & Dearman, R. S. (1968). An investigation of leaf palatability using the snail *Cepaea nemoralis* L. *The Journal of Ecology*, 405-420.
- Howes N., Wells G., (1934) The water relations of snails and slugs, XI:4

- Ireland, M.P. (1991) The effect of dietary calcium on growth, shell thickness and tissue calcium distribution in the snail *Achatina fulica*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 98A:111-116.
- Ireland, M.P. (1993) The effect of diamox at two dietary calcium levels on growth, shell thickness and distribution of Ca, Mg, Zn, Cu, P in the tissues of the snail *Achatina fulica*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 104C:21-28.
- Klein D., Daguzan J., (1988), Oral water consumption in *Helix aspersa muller* according to age, reproductive activity and food supply, *Comparative Biochemical Physiology*, 89A (3):351-357
- Laskowski R., Hopkin S., (1996), Effect of Zn, Cu, Pb and Cd on fitness in snails *Helix aspersa*, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 34:59-69
- Machin, J. (1962). *The water relations of snail integument*.
- Machin, J. (1964a). The evaporation of water from *H.aspersa*, the nature of the evaporating surface. *Journal of Experimental Biology* 4:759-769
- Machin, J. (1964b). The evaporation of water from *H.aspersa*, measurement of air flow and the diffusion of water vapour. *Journal of Experimental Biology* 4:771-781
- Machin J., (1964c). The evaporation of water from *H.aspersa*, the application of evaporation formulae. *Journal of Experimental Biology* 4:783-792
- Mason, C. F. (1970). Food, feeding rates and assimilation in woodland snails. *Oecologia*, 4(4), 358-373.
- Menta C., Parisi V., (2001) Metal concentrations in *Helix pomatia*, *Helix aspersa* and *Arion rufus*: a comparative study, *Environmental Pollution*, 115:205-208
- Minasny B., McBratney (2007), Estimating the water retention shape parameter from sand and clay content, *Soil Science Society of America Journal*, 71(4)
- Murphy B., 2001: *Breeding and Growing Snails*, Rural Industries Research and Development Corporation, Australia 2001
- Pauget B., et al., (2013), Ranking field site management priorities according to their metal transfer to snails, *Ecological Indicators*, 29:445-454
- Pavat C., et al., (2012), The shell matrix of the pulmonate land snail *Helix aspersa maxima*, *Comparative Biochemistry and Physiology* 161(B):303-314

Porcel, D., J. D. Bueno, and A. Almendros. "Alterations in the digestive gland and shell of the snail *Helix aspersa* Müller (Gastropoda, Pulmonata) after prolonged starvation." *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology* 115.1 (1996): 11-17.

Rawls W., Brakensiek D., Saxton K., (1982), Estimation of soil water properties, American Society of Agricultural Engineering, 25(5):1316-1320

Scheifler R., et al., (2002) Transfer of Cadmium from plant leaves and vegetables flour to the snail *Helix aspersa*: bioaccumulation and effects, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 53:148-153

Scheifler R., et al., (2006), Transfer of Cd, Cu, Ni, Pb, and Zn in a soil-plant-invertebrate food chain: a microcosm study, *Environmental Toxicology and Chemistry*, 25(3):815-822

Van Genuchten M., (1980), A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils, *Soil scientific Society of America*, 44:892-898

Van Straalen N., Denneman C., (1989), Ecotoxicological evaluation of soil quality criteria, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 18:241-251

Viard B., et al. (2004) Integrated assessment of heavy metal (Pb, Zn, Cd) highway pollution: bioaccumulation in soil, Graminaceae and land snails, *Chemosphere*, 55:1349-1359

Vorwohl, G. (1961). Zur Funktion der Exkretionsorgane von *Helix pomatia* L. und *Archachatina ventricosa* Gould. *Zeitschrift für vergleichende Physiologie*, 45(1), 12-49.

Yilmaz D., et al., (2010) Hydrodynamic characterization of basic oxygen furnace slag through an adapted BEST method, *Vadose Zone Journal* 9(1)

Ελληνική

Καββαδάς Μ., (2005), «Στοιχεία εδαφομηχανικής». Εκδόσεις Ε.Μ.Π.

Μαλάκου Δ., (2015), «Συγκριτική παρουσίαση και αξιολόγηση μονάδων εκτροφής σαλιγκαριών στην Περιφέρεια Θεσσαλίας». Προπτυχιακή διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Μποζιάρης Ι., (2012), «Υγιεινή και συντήρηση εδώδιμων αλιευμάτων». Πανεπιστημιακές σημειώσεις.

Οικονόμου Σ., (2013), «Διερεύνηση των προοπτικών των ελληνικών σαλιγκαριών στην αγορά της Ευρωπαϊκής Ένωσης». Προπτυχιακή διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Σατήρης Κ., (2012), «Συγκριτική παρουσίαση και αξιολόγηση διαφορετικών τύπων εκτροφής σαλιγκαριών στην περιφέρεια Θεσσαλίας». Προπτυχιακή διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Φλέσσας Α., (2013), «Επίδραση του μικροκλίματος του δικτυοκηπίου στην αναπαραγωγή και την ανάπτυξη του γόνου του γαστερόποδου *Cornu aspersum*». Προπτυχιακή διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Χατζιωάννου Μ., Στάικου Α., (2015), «Βιολογία και εκτροφή γαστερόποδων». ΣΕΑΒ. ISBN: 978-960-603-419-0

## Ιστότοποι

BEST method <https://bestsoilhydro.wordpress.com/>

Eurostat, (2011). Διαθέσιμο:<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/> (πρόσβαση 03/05/2011)

Θέματα υδρογεωλογίας περιβάλλοντος, Βουδούρης Κώστας. Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.<http://www.geo.auth.gr/courses/ggg/ggg887e/>

European Soil Data Centre <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/european-soil-database-v20-vector-and-attribute-data>

<http://www.homedepot.com/p/Husky-78-in-H-x-60-in-W-x-24-in-D-5-Shelf-Steel-Unit-MR602478W5/203828237>

[http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/saligariavatraxopodara/ektrofi\\_saligkarion020115.pdf](http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/saligariavatraxopodara/ektrofi_saligkarion020115.pdf)

[http://www.vaisala.com/Vaisala%20Documents/Application%20notes/Humidity\\_Conversion\\_Formulas\\_B210973EN-F.pdf](http://www.vaisala.com/Vaisala%20Documents/Application%20notes/Humidity_Conversion_Formulas_B210973EN-F.pdf)

## **Abstract**

Vertical snail farming is an idea that has developed over the past few years, but hasn't had many academic references. Various models usually concern the breeder's empirical knowledge.

In this paper we analyze an idea of vertical farming, designed under academic-scientific knowledge. Initially, some structural issues are analyzed, such as structure features and possible run-offs. For reference and comparison we analyze three cases, side, settling and collective run-offs. By describing them and comparing their strengths and weaknesses.

Furthermore, suggest the stratification of the cage, as well as some material features that will contribute to the optimal drainage of the substrate. The addition of soil and gravel to the bottom of the cage. Finally, useful data from an early study on the substrate of the cage are given. This analysis concerns the hydraulic properties and the presence of metals, important for the snail welfare.