

# Θρέψη και άρδευση φασολιάς σε υδροπονικά συστήματα

Δρ Δαμιανός Νεοκλέους  
Ανώτερος Λειτουργός Γεωργικών Ερευνών  
Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών

Η φασολιά (*Phaseolus vulgaris* L.) στο θερμοκήπιο καλλιεργείται για την παραγωγή νωπών λοβών (πράσινα φασολάκια). Χρησιμοποιούνται συνήθως διάφορες ποικιλίες αναρριχώμενου φασολιού ενώ σύγχρονα δεδομένα δείχνουν ότι η φασολιά ευδοκίμει και αποδίδει πολύ καλά σε υδροπονικά συστήματα όπου επιτυγχάνονται υψηλές πυκνότητες φύτευσης και αποδόσεις. Η εξέλιξη και αριστοποίηση της υδροπονίας ως μιας εναλλακτικής μεθόδου καλλιέργειας φυτών στο θερμοκήπιο όπου γίνεται καλύτερη αξιοποίηση των φυσικών πόρων και περιορίζεται η απόρριψη χημικών στοιχείων στο περιβάλλον είναι συνυφασμένη με τη στοχοθεσία του Ινστιτούτου Γεωργικών Ερευνών και τη στρατηγική «από το αγρόκτημα στο πιάτο» της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας. Όταν ανακυκλώνεται/επαναχρησιμοποιείται το θρεπτικό διάλυμα με το οποίο διατρέφεται η καλλιέργεια (κλειστά υδροπονικά συστήματα), όλα τα λιπάσματα αξιοποιούνται πλήρως από τα φυτά με αποτέλεσμα να μην διαφεύγουν υπολείμματα αυτών στο περιβάλλον. Για τον σκοπό αυτό η θρέψη και η άρδευση των φυτών θα πρέπει να είναι πολύ πιο ακριβής.

## Μεθοδολογία

Στον Πίνακα 1 δίνονται τα θρεπτικά διαλύματα (ΘΔ) για την καλλιέργεια φασολιάς σε ανοκτά (ΘΔΑ) και κλειστά (ΘΔΚ) υδροπονικά συστήματα για την περίοδο έναρξης, το βλαστικό

στάδιο και το στάδιο καρποφορίας (Σάββας, 2012). Τα ΘΔ για κλειστά συστήματα (ΘΔΚ) εφαρμόστηκαν στο παρόν σύστημα καλλιέργειας της φασολιάς χωρίς υπόστρωμα με συνεχή ανακύκλωση του ΘΔ (τεχνική καλλιέργειας NFT).

Παράμετρος	Διάλυμα έναρξης	Βλαστικό-ΘΔΑ	Βλαστικό-ΘΔΚ	Καρποφορία-ΘΔΑ	Καρποφορία-ΘΔΚ
EC (dS m <sup>-1</sup> )*	2,20	2,00	1,60	1,80	1,50
K <sup>+</sup> (mmol L <sup>-1</sup> )	5,40	5,30	4,80	5,80	5,60
Ca <sup>2+</sup>	4,60	3,75	2,50	3,00	1,90
Mg <sup>2+</sup>	2,00	1,60	1,00	1,20	0,85
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	13,50	12,60	9,90	10,60	9,20
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,50	1,20	1,40	1,00	1,20
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2,00	1,45	0,90	1,45	0,80
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1,10	1,20	1,00	1,20	1,00
Fe (μmol L <sup>-1</sup> )	15,00	15,00	12,00	12,00	10,00
Mn	6,00	7,00	5,00	10,00	5,00
Zn	6,00	5,00	4,00	5,00	4,00
Cu	0,70	0,70	0,60	0,80	0,60
B	30,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Mo	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά θρεπτικών διαλυμάτων, σε ανοκτά και κλειστά υδροπονικά συστήματα, σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας. \*EC: ηλεκτρική αγωγιμότητα. Το pH ρυθμίζεται στο θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας στο 5,6-5,7.



Εικόνα 1: Τεχνική καλλιέργεια φασολιάς (cv. Moraleda, Monsanto, the Netherlands) σε σύστημα με συνεχή ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος.

Τα φυτά τοποθετήθηκαν σε επιμήκη κανάλια υδροπονίας όπως φαίνεται στην Εικόνα 1 με πυκνότητα φύτευσης 10 φυτά/μ<sup>2</sup> για δύο περιόδους ανάπτυξης (Οκτωβρίου-Ιανουαρίου και Μαρτίου-Ιουνίου) σε αυτοματοποιημένο θερμοκήπιο στο ΙΓΕ.

Με βάση τα πιο πάνω, μελετήθηκε η επίδραση της στρατηγικής θρέψης στην καλλιέργεια φασολιάς σε σύστημα με συνεχή ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος και προσδιορίστηκαν οι αναλογίες απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων και νερού ως εργαλείο καθορισμού των λιπαντικών αναγκών και μοντελοποίησης της θρέψης των φυτών. Επίσης, διερευνήθηκε η εφαρμογή στο ΘΔ, πέραν του σιδήρου (Fe), μεταλλικών ιχνοστοιχείων μαγγανίου (Mn) και ψευδαργύρου (Zn) σε χημική μορφή. Μετρήθηκαν η αύξηση, η παραγωγή, οι περιεκτικότητες θρεπτικών στοιχείων σε διαλύματα και ιστούς, οι μεταβολές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) και του pH στο διάλυμα ανακύκλωσης και η ποιότητα των καρπών.

#### Αποτελέσματα-Συζήτηση

Η μέση απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων ανά μονάδα όγκου νερού που καταναλώθηκε από τα φυτά (συγκεντρώσεις απορρόφησης, ΣΑ) για τις δύο περιόδους καλλιέργειας ήταν (βλαστικό-καρποφορία): 12,0-10,1 (N), 1,03-1,00 (P), 5,2-5,6 (K), 2,2-1,80 (Ca), 0,98-0,89 (Mg) mmol L<sup>-1</sup>, 13,4-12,6 (Fe), 5,6-5,3 (Mn), 4,8-4,7 (Zn), 0,86-0,90 (Cu) μmol L<sup>-1</sup>. Ταυτόχρονα, η μοριακή αναλογία K:Ca:Mg και N:K κυμάνθηκε στο βλαστικό στάδιο 0,63:0,26:0,11 και 2,3, αντίστοιχα, και 0,67:0,23:0,10 και 1,9, αντίστοιχα, στο στάδιο καρποφορίας. Τα δεδομένα αυτά συνιστούν την αλλαγή της σύνθεσης του θρεπτικού διαλύματος τουλάχιστον στα δύο αυτά στάδια της φασολιάς ώστε τα φυτά να τροφοδοτούνται με τις αναγκαίες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων αλλά ταυτόχρονα να μην περισσεύουν ώστε να συσσωρεύονται. Ο προσδιορισμός των ΣΑ θα χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή ΘΔ για κλειστό σύστημα και ισχύει για μέσες κλιματικές συνθήκες. Επίσης, η στρατηγική θρέψης που ακολουθήθηκε δεν αύξησε την αλατότητα στην περιοχή της ρίζας πέρα από τα αποδεκτά όρια (<2,9 dS/m) με αποτέλεσμα να μην χρειαστεί να απορριφθεί καμιά ποσότητα θρεπτικού διαλύματος κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας (μηδενικές απορροές). Οι συνολικές υδατικές ανάγκες κυμάνθηκαν μεταξύ 225-560 mm στις δύο περιόδους ανάπτυξης και, αντίστοιχα, η μέση παραγωγή σε νωπούς λοβούς ανήλθε στους 10 τόνους/δεκάριο (Εικόνα 2), η οποία είναι αρκετά μεγαλύτερη από την απόδοση που αναφέρεται στο έδαφος (5,8 τόνους/δεκάριο). Επίσης, τα δεδομένα έδωσαν παραγωγικότητα νερού άρδευσης μεταξύ 20,6-35,6 κιλά/τόνο νερού, στοιχείο πολύ σημαντικό για την ορθολογική χρήση του νερού στις καλλιέργειες θερμοκηπίου στις μεσογειακές χώρες. Για παράδειγμα στην Ισπανία αναφέρεται παραγωγικότητα νερού 15 κιλά/τόνο νερού στο φασολάκι θερμοκηπίου στο έδαφος και στην Κύπρο 11 κιλά/τόνο νερού. Τέλος, οι χημικές μορφές μαγγανίου και ψευδαργύρου στο θρεπτικό διάλυμα σε σχέση με τις ανόργανές τους μορφές δεν έδωσαν υψηλότερη παραγωγή ή καλύτερη ποιότητα στο παραγόμενο προϊόν που να δικαιολογεί το υψηλότερο κόστος αγοράς τους. Σημαντικότερη για την απορρόφηση των ιχνοστοιχείων ήταν η ρύθμιση του pH στον χώρο των ριζών μεταξύ 5,5-6,5.



Εικόνα 2: Καρποφορία φασολιάς (cv. Moraleda, Monsanto, the Netherlands) σε σύστημα με συνεχή ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος.

#### Βιβλιογραφία

Τα δεδομένα αυτά βασίζονται στην εργασία που έχει δημοσιευθεί στο έγκριτο διεθνές περιοδικό Agronomy (Special Issue: Nutrition Management of Hydroponic Vegetable Crops) σε ανοικτή πρόσβαση (<https://doi.org/10.3390/agronomy10060881>). Σάββας, Δ., 2012. Καλλιέργειες εκτός εδάφους: Υδροπονία, Υποστρώματα. Αθήνα, Εκδόσεις ΑγρόΤύπος.

## Χρήση ελαιοπλακούντα στη διατροφή των μηρυκαστικών

Διονύσης Σπαράγγης  
Λειτουργός Γεωργικών Ερευνών Α'  
Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών

Ο ελαιοπλακούντας είναι ένα παραπροϊόν που προκύπτει από την επεξεργασία των ελαιοκάρπων για την παρασκευή ελαιόλαδου με πίεση ή φυγοκέντρηση. Ο φρέσκος ελαιοπλακούντας αποτελεί μίγμα φλούδας, σάρκας και του σκληρού ενδοκαρπίου της ελιάς. Έχει μικρό ή και καθόλου κόστος αγοράς και αποτελεί εποχική περιβαλλοντική επιβάρυνση στις αγροτικές περιοχές του νησιού. Ο ελαιοπλακούντας περιέχει 50-70% υγρασία, 8-12% λάδι, 5% ακατέργαστη πρωτεΐνη, 45% κυτταρίνη και έχει πεπτικότητα οργανικής ουσίας 11-14%. Παλαιότερα από τον φρέσκο ελαιοπλακούντα γινόταν εξαγωγή πυρηνέλαιου με τη χρήση ειδικών διαλυτών. Όμως, παρά την υψηλή του ενεργειακή αξία λόγω της περιεκτικότητας σε λάδι, ο ελαιοπλακούντας δεν αξιοποιείται όπως θα έπρεπε. Μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι λόγω του υψηλού ποσοστού υγρασίας και λαδιού, μouxλιάζει και οξειδώνεται (ταγγίζει) σχετικά γρήγορα.

Η διεθνής πρακτική στη διατροφή των μηρυκαστικών ζώων στα εντατικά συστήματα παραγωγής γάλακτος, όπως είναι η πλειοψηφία της παραγωγής στην Κύπρο, βασίζεται στη χρήση χονδροειδών και συμπυκνωμένων ζωοτροφών σε μίγμα και ποσότητα που ικανοποιεί τις ανάγκες των ζώων. Τα τελευταία χρόνια οι τιμές αυτών των παραδοσιακών ζωοτροφών έχουν αυξηθεί, δημιουργώντας έντονο πρόβλημα στο κόστος παραγωγής του γάλακτος. Έτσι η έρευνα για αντικατάσταση των παραδοσιακών ζωοτροφών και η χρήση εναλλακτικών τροφών και βιομηχανικών υποπροϊόντων έχουν ενταθεί την τελευταία δεκαετία παγκοσμίως.

### Αποτελέσματα από την ερευνητική δραστηριότητα του Ινστιτούτου Γεωργικών Ερευνών στη χρήση ελαιοπλακούντα

Στο Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών Κύπρου (ΙΓΕ) έχουν πραγματοποιηθεί διάφορες ερευνητικές εργασίες στη χρησιμοποίηση του ελαιοπλακούντα στη διατροφή των μηρυκαστικών ζώων ως υποκατάστατο παραδοσιακών χονδροειδών ζωοτροφών, όπως ο κριθαροσανός και το άχυρο. Κύριος στόχος των μελετών αυτών ήταν η επίδραση του ελαιοπλακούντα στην ποσότητα και ποιότητα του παραγόμενου γάλακτος, καθώς και το οικονομικό όφελος από μια τέτοια αντικατάσταση χονδροειδών ζωοτροφών στο σιτηρέσιο των ζώων.

Τα πειράματα επικεντρώθηκαν στις διάφορες μεθόδους ενσίρωσης του φρέσκου ελαιοπλακούντα και στη χρήση του στη διατροφή των ζώων. Σύμφωνα με σχετικά αποτελέσματα, ο ενσίρωμένος πλακούντας έχει υψηλή ενεργειακή αξία και μπορεί να αποτελέσει μέρος ενός τελικού σιτηρεσίου. Η ενσίρωση του πλακούντα σε συνδυασμό με κοπριά δίδει μια ασφαλή και πιο ισοζυγισμένη ζωοτροφή, ενώ η χρήση ουρίας κατά τη διαδικασία της ενσίρωσης δεν συνιστάται (Hadjipanayiotou and Koumas, 1996). Η ενσίρωση αποτελεί μίαν αποτελεσματική μέθοδο διατήρησης του φρέσκου ελαιοπλακούντα, η οποία εξασφαλίζει τη διατήρησή του, μειώνοντας την πιθανότητα τάγγισης, μούχλας ή άλλης υποβάθμισής του. Το παραγόμενο ενσίρωμα είναι υψηλής προσληψιμότητας από τα μηρυκαστικά ζώα, χωρίς αρνητικές επιπτώσεις στα παραγωγικά χαρακτηριστικά τους (Hadjipanayiotou, 1999).

### Τρέχουσα έρευνα

Το Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών, σε συνεργασία με το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, πραγματοποίησε πρόσφατα ερευνητική εργασία στη χρήση ελαιοπλακούντα στη διατροφή των αγελάδων και των αιγών. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μέχρι τώρα έρευνα στη χρήση αυτού του παραπροϊόντος στα μικρά μηρυκαστικά, και ιδιαίτερα στα πρόβατα, εξακολουθεί να είναι πολύ περιορισμένη και αφορά κυρίως παχυνόμενα ζώα και όχι γαλακτοπαραγωγή.

Η ερευνητική εργασία είχε ως σκοπό την αξιολόγηση της χρήσης ελαιοπλακούντα στις αίγες (φυλή Δαμασκίου) και στις αγελάδες (φυλή Χολσάιν), εξετάζοντας: (α) τη θρεπτική αξία του ενσίρωμένου ελαιοπλακούντα, (β) την επίδρασή του στην ποσότητα και ποιότητα του παραγόμενου γάλακτος, (γ) την επίδραση στο τελικό προϊόν (χαλλούμι) μετά την παρασκευή του από το παραγόμενο γάλα, (δ) την επίδραση αυτής της ζωοτροφής στην έκφραση συγκεκριμένων γονιδίων στον μαστό, στο συκώτι και στο περινεφρικό λίπος, καθώς και (ε) το οικονομικό όφελος από μια τέτοια αντικατάσταση χονδροειδών ζωοτροφών στο σιτηρέσιο των ζώων. Το πειραματικό σκέλος πραγματοποιήθηκε στην Πειραματική Έπαυλη Αθαλάσσης του ΙΓΕ. Οι αίγες χωρίστηκαν σε τρεις ισάριθμες ομάδες και καταρτίστηκε σιτηρέσιο που περιλάμβανε τρία διαφορετικά ποσοστά συμπερίληψης του παραπροϊόντος (μηδέν, μισό και ένα κιλό ημερησίως) σε αντικατάσταση χονδροειδών ζωοτροφών (σανού ή αχύρου). Όσον αφορά στις αγελάδες, αυτές χωρίστηκαν σε δύο ισάριθμες ομάδες και καταρτίστηκε σιτηρέσιο που περιλάμβανε δύο διαφορετικά ποσοστά συμπερίληψης του παραπροϊόντος (0 και 5 κιλά ελαιοπλακούντα ημερησίως). Κατά τη διάρκεια του πειράματος λήφθηκε αριθμός δειγμάτων γάλακτος, αίματος και ιστών που αναλύθηκαν σε εργαστήρια του ΤΕΠΑΚ.

Τα μέχρι τώρα δημοσιευμένα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χρήση ελαιοπλακούντα στη διατροφή των αγελάδων δεν επηρέασε τη γαλακτοπαραγωγή, ενώ μεταβολές παρατηρήθηκαν στο προφίλ των λιπαρών οξέων τόσο του γάλακτος όσο και του χαλλουμιού (Neofytou et al., 2020). Στις αγελάδες που κατανάλωναν ελαιοπλακούντα παρατηρήθηκε μείωση στο ποσοστό των κορεσμένων λιπαρών οξέων και παράλληλα αύξηση στα μονοακόρεστα λιπαρά, όπως το ολεϊκό οξύ. Αντιθέτως, τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα δεν επηρεάστηκαν από το είδος της διατροφής. Η μελέτη έδειξε ότι η συμπερίληψη ελαιοπλακούντα στο σιτηρέσιο των αγελάδων βελτιώνει το προφίλ των λιπαρών οξέων στο γάλα και στο χαλλούμι, αυξάνοντας ωφέλιμα για τον άνθρωπο λιπαρά, όπως το CLA *cis*-9, *trans*-11.

### Βιβλιογραφία:

- Hadjipanayiotou, M. and Koumas, A. 1996. Performance of sheep and goats on olive cake silage. Agricultural Research Institute Miscellaneous Technical Bulletin 176.
- Hadjipanayiotou, M. 1999. Voluntary intake of crude olive cake silage by growing ewelambs, goatkids and Friesian heifers. Agricultural Research Institute Miscellaneous Reports 75.
- Neofytou M. C., Miltiadou D., Sfakianaki E., Constantinou C., Symeou S., Sparaggis D., Hager-Theodorides A. L. and Tzamaloukas O. 2020. The use of ensiled olive cake in the diets of Friesian cows increases beneficial fatty acids in milk and Halloumi cheese and alters the expression of SREBF1 in adipose tissue. Journal of Dairy Science 103:8998-9011.