

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΩΝ ΣΠΟΡΩΝ
ΗΛΙΑΝΘΟΥ ΚΑΙ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ ΣΤΗ ΦΥΤΡΩΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ
ΤΡΕΙΣ ΕΠΟΧΕΣ ΣΠΟΡΑΣ ΣΤΟ ΑΓΡΟΚΤΗΜΑ ΤΟΥ
ΒΕΛΕΣΤΙΝΟΥ



ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΑΡΑΠΟΣΤΑΘΗΣ ΕΥΣΤΑΘΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΧΑ ΙΜΠΡΑΧΙΜ-ΑΒΡΑΑΜ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

ΧΑ ΙΜΠΡΑΧΙΜ-ΑΒΡΑΑΜ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ, (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ, ΜΕΛΟΣ

ΟΥΡΑΝΙΑ ΠΑΥΛΗ, ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ, ΜΕΛΟΣ

ΒΟΛΟΣ 2017

Περιεχόμενα

| | |
|--|----|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | 4 |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 5 |
| 1. ΗΛΙΑΝΘΟΣ | 5 |
| 1.1 Ιστορική αναδρομή..... | 5 |
| 1.2 Βοτανική περιγραφή..... | 9 |
| 1.3 Στάδια ανάπτυξης..... | 12 |
| 1.4 Οικολογικές απαιτήσεις..... | 15 |
| 1.5 Καλλιεργητικές φροντίδες..... | 17 |
| 1.6 Εχθροί και ασθένειες..... | 21 |
| 1.7 Χρήσεις και προϊόντα..... | 26 |
| 2. ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ | 29 |
| 2.1 Ιστορική αναδρομή..... | 29 |
| 2.2 Βοτανική περιγραφή..... | 31 |
| 2.3 Στάδια ανάπτυξης..... | 35 |
| 2.4 Οικολογικές απαιτήσεις..... | 36 |
| 2.5 Καλλιεργητικές φροντίδες..... | 38 |
| 2.6 Εχθροί και ασθένειες..... | 41 |
| 2.7 Χρήσεις και προϊόντα..... | 44 |
| 3. Ποιότητα σπόρου | 46 |
| 4. Μέτρηση ποιότητας σπόρου | 51 |
| 5. Εποχή σποράς | 55 |
| 6. Σκοπός πειράματος | 57 |
| 7. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ | 58 |
| 7.1 Κλιματικά δεδομένα..... | 62 |
| 8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ | 64 |
| ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ | 64 |
| 8.1 Εξέλιξη φυτρώματος..... | 64 |
| 8.2 Επίδραση παραγόντων στη φυτρωτική ικανότητα..... | 69 |
| 8.2.1 Εποχή σποράς..... | 69 |
| 8.2.2 Γενετικό υλικό..... | 71 |
| 8.2.3 Ευρωστία του σπόρου..... | 71 |
| 9. ΗΛΙΑΝΘΟΣ | 72 |
| 9.1 Εξέλιξη φυτρώματος..... | 72 |
| 9.2 Επίδραση παραγόντων στη φυτρωτική ικανότητα..... | 74 |

| | | |
|--------------|----------------------------------|-----------|
| 9.2.1 | Εποχή σποράς..... | 74 |
| 9.2.2 | Ευρωστία του σπόρου | 76 |
| 10. | ΣΥΖΗΤΗΣΗ | 77 |
| 11. | ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 79 |
| 11.1 | ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ..... | 79 |
| 11.2 | ΗΛΙΑΝΘΟΣ..... | 79 |
| 12. | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 80 |

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

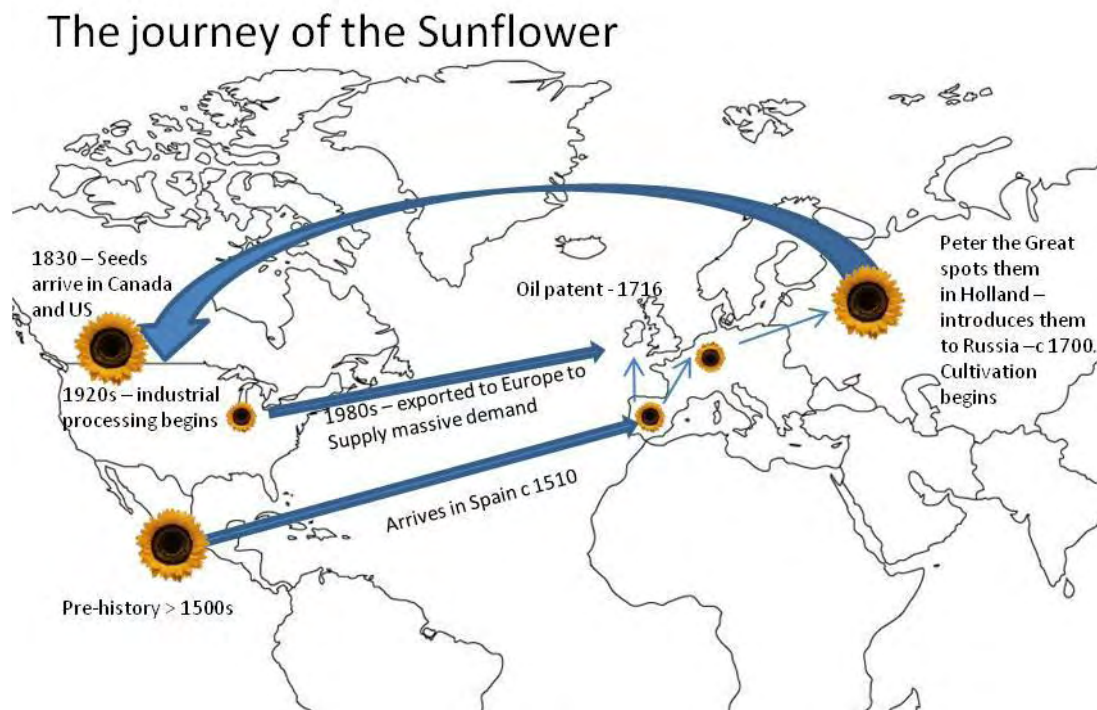
Στόχο της παρούσας μελέτης αποτέλεσε η μελέτη της επίδρασης των ποιοτικών διαφορών σπόρων ηλίανθου και καλαμποκιού στη φυτρωτικότητα και ανάπτυξη των φυτών. Αρχικά παρατίθενται σημαντικές πληροφορίες για τα γνωρίσματα και τα χαρακτηριστικά του ηλίανθου και του καλαμποκιού αντίστοιχα. Οι πληροφορίες αυτές περιλαμβάνουν την ιστορική αναδρομή των δυο φυτών τόσο στην Ελλάδα όσο και στον κόσμο καθώς και την μορφολογική και φαινολογική τους περιγραφή. Γίνονται γνωστές οι απαιτήσεις που έχουν οι δυο αυτές καλλιέργειες και οι φροντίδες που πρέπει να γίνουν για να έχουμε όσο το δυνατόν μεγαλύτερη και καλύτερη παραγωγή. Ακόμα αναφέρονται οι εχθροί και οι ασθένειες του ηλίανθου και του καλαμποκιού ενώ στη συνέχεια επεξηγείται η σημασία της ποιότητας του σπόρου. Αναλύεται η σημασία του υβριδίου, η ευρωστία του σπόρου καθώς και διάφορες σημαντικές έννοιες που θα βοηθήσουν στην κατανόηση του πειράματος. Έπειτα περιγράφονται οι τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση των πειραμάτων της μελέτης και τέλος, ακολουθεί η ανάλυση των αποτελεσμάτων. Στο τελευταίο κεφάλαιο της διατριβής, παρατίθεται συζήτηση για την κατανόηση των αποτελεσμάτων και τη συσχέτισή τους με σχετικές αναφορές στη διεθνή βιβλιογραφία καθώς και εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων από τα αποτελέσματα της μελέτης.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΗΛΙΑΝΘΟΣ

1.1 Ιστορική αναδρομή

Ο ηλίανθος αρχικά αναφέρθηκε για πρώτη φορά περί το 2.600 π.χ. από ιθαγενείς της Κεντρικής και Νότιας Αμερικής οι οποίοι λόγω της μορφής του τον θαύμαζαν καθώς γι' αυτούς συμβόλιζε τον θεό Ήλιο. Οι ιθαγενείς κρατούσαν ένα βόλο φτιαγμένο από σπόρους του ηλίανθου για να τον καταναλώνουν όταν κουράζονταν κατά την διάρκεια του πολέμου (Skoric, 1992). Το όνομά του προέκυψε από τις λέξεις ήλιος και άνθος. Στις χρήσεις του περιλαμβάνεται η αξιοποίησή του ως τρόφιμο, φάρμακο, βαφή και λάδι για τελετουργίες.



Εικόνα (1.1.1): Το ταξίδι και η διάδοση του ηλίανθου στον κόσμο. (Πηγή: www.kuriositas.com)

Το 1510, μέσω των Ισπανών, εισήχθηκε στην Ευρώπη όπου για αρκετά χρόνια αξιοποιήθηκε αποκλειστικά για καλλωπιστικούς λόγους. Έπειτα από το 1769, με την βοήθεια της Ορθόδοξης Εκκλησίας στην Ρωσία η οποία επιτρέπει την χρήση ηλιέλαιου κατά την διάρκεια της νηστείας, πρωτοεμφανίστηκε η καλλιεργήσιμη μορφή του ηλιάνθου για την εξαγωγή βρώσιμου ηλιέλαιου. Αρχικά, στη Ρωσία έλαβε χώρα καλλιέργεια 2 ειδών ηλιάνθου, σε έκταση δεκ στρεμμάτων, κατάλληλων για παραγωγή ηλιέλαιου και πασατέμπο. Πνευστής της καλλιέργειας του φυτού με το όνομα ηλιάνθος θεωρείται ο Ρώσος Vasily Pustovoyt (1886-1972), καθώς σε αυτόν αποδίδεται η δημιουργία 2 νέων ποικιλιών ηλιάνθου που χαρακτηρίζονται από αυξημένη απόδοση και ελαιοπεριεκτικότητα (ποσοστό λαδιού, έως 55%). Στην Αργεντινή, που συνιστά μια από τις τρεις μεγαλύτερες παγκόσμιες δυνάμεις στην καλλιέργεια ηλιάνθου, μεταφέρθηκε από Εβραίους το 1900 (Αναστασιάδης Άνθιμος 2012).

Πλέον το φυτό του ηλιάνθου καλλιεργείται και παγκοσμίως αποτελώντας μια από τις πιο ισχυρές ελαιοδοτικές καλλιέργειες (Schneiter, 1997). Το 2007, η ποσότητα παράγωγης ηλιόσπορου σε όλο τον κόσμο ανήλθε στους 26.841.965 τόνους από καλλιέργεια 214.916.830 στρεμμάτων συνολικά. Οι χώρες που κατέχουν την μεγαλύτερη ποσότητα παράγωγης είναι η Ρωσία και η Ουκρανία η Αργεντινή αλλά και χώρες της Ασίας όπως η Κίνα και η Ινδία. Περίπου το 80% της παράγωγης ηλιόσπορου σε όλο τον κόσμο το κατέχουν 10 χώρες (Πίνακας 1.1.2).

Πίνακας (1.1.2): Οι δέκα χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή ηλιόσπορου κατά το καλλιεργητικό έτος 2007 (Πηγή: FAOSTAT,2008).

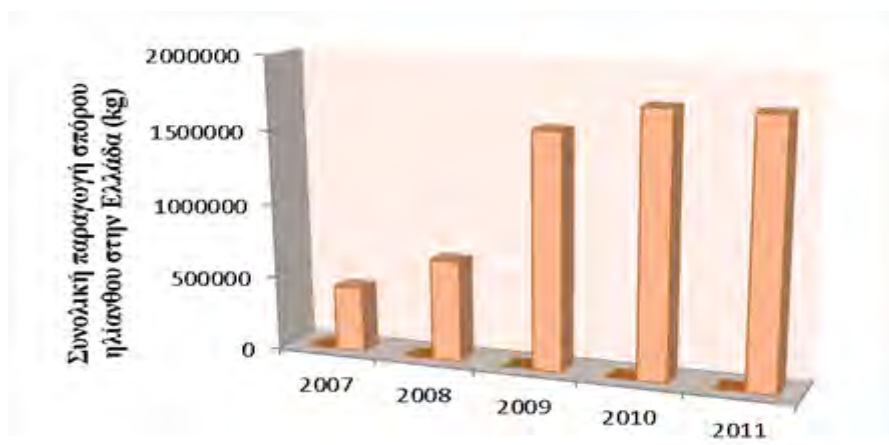
| ΧΩΡΑ | ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΙΟΣΠΟΡΟΥ (τόνοι) | ΕΚΤΑΣΗ (στρέμματα) | ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/στρ) |
|-------------|--|-------------------------------|-----------------------------|
| Ρωσία | 5.656.500 | 50.025.300 | 113,1 |
| Ουκρανία | 4.174.400 | 34.114.000 | 122,4 |
| Αργεντινή | 3.497.732 | 23.513.480 | 148,8 |
| Κίνα | 1.800.000 | 10.200.000 | 176,5 |
| Ινδία | 1.463.000 | 18.800.000 | 77,8 |

| | | | |
|----------|-----------|-----------|-------|
| Γαλλία | 1.376.000 | 5.340.000 | 257,7 |
| Η.Π.Α | 1.318.225 | 8.132.150 | 162,1 |
| Ουγγαρία | 1.032.300 | 5.049.000 | 204,5 |
| Τουρκία | 854.407 | 5.521.940 | 154,7 |
| Ισπανία | 703.000 | 6.010.000 | 117,0 |

Ο Ηλίανθος στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, η καλλιέργεια του ηλίανθου λαμβάνει χώρα κατά κύριο λόγο βορειοανατολικά της χώρας και αξιοποιείται για την παράγωγη φυτικού ελαίου. Από το 2005 και έπειτα βέβαια, καλλιεργείται και για την παράγωγη βιοντίζελ (Biofuels Barometer-2004, EUROSERVER).

Συμφώνα με στοιχεία του ΥΠ.Α.Α.Τ., η καλλιέργεια του φυτού περιορίστηκε στην Π.Ε. Έβρου, με την καλλιεργουμένη έκταση να σημειώνει αύξηση κατά την εικοσαετία 1961 έως 1982, όπου τα καλλιεργήσιμα στρέμματα ανήλθαν περί τα 10-40 χιλ. Με την εισαγωγή της Ελλάδας στην Ε.Ο.Κ ωστόσο, οι εκτάσεις καλλιέργειας του φυτού μέσω των επιδοτήσεων παρουσίασαν ραγδαία άνοδο με σημείο αναφοράς το έτος 1987 όπου τα στρέμματα έφτασαν σε αριθμό το 1 εκ. Μετά την απότομη αυτή άνοδο, επήλθε η ύφεση καθώς η καλλιέργεια για την περίοδο 1989-2002 κατέλαβε έκταση 150-420 χιλ. στρεμμάτων. Οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις την επομένη τριετία, λόγω μείωσης της τιμής του προϊόντος, μειώθηκαν με αποκορύφωμα το 2004 που έφτασαν τα μόλις 37χιλ. στρέμματα καλλιεργήσιμης γης. Η αξιοποίηση της καλλιέργειας ηλίανθου για την παράγωγη βιοντίζελ το 2006, οδήγησε σε ανάκαμψη της καλλιέργειας, με αποτέλεσμα το 2009 οι εκτάσεις καλλιεργήσιμης γης να επεκτείνονται και στην Βόρεια Ελλάδα με καλλιεργήσιμη έκταση που καλύπτει συνολικά 286.540 στρ. (Φραντζεσκάκης Γ. 1988).



Σχεδιάγραμμα (1.1.3): Συνολική καλλιεργήσιμη έκταση σε στρέμματα του ηλιάνθου στην Ελλάδα για τα έτη 2007-2011. (Πηγή: FAOSTAT, 2011)

Το 2009 υπήρξε μια ευνοϊκή χρονιά εφόσον επιτεύχθηκαν υψηλές αποδόσεις και καλές τιμές του προϊόντος σε πολλές περιοχές της χώρας, γεγονός που αποδόθηκε στις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες τη χρονιά αυτή σε συνδυασμό με την χαμηλή τιμή του καλαμποκιού. Τα ανωτέρω οδήγησαν σε άνοδο των καλλιεργήσιμων εκτάσεων της τάξης του 135% σε σχέση με το 2009 (673.540 στρέμματα). Τέλος, σύμφωνα με πρόσφατες εκτιμήσεις, το 2014 καλλιεργήθηκαν συνολικά 850.000 στρ., έναντι 705.000 στρεμμάτων το 2013. (Αναστασιάδης Άνθιμος 2012)

Πίνακας (1.1.4): Η εξέλιξη της καλλιέργειας ηλιάνθου στην Ελλάδα από το 1990 έως το 2007 (Πηγή: FAOSTAT).

| Έτος | Παραγωγή ηλιόσπορου (τόνοι) | Έκταση (στρέμματα) | Απόδοση (kg/στρ) |
|------|-----------------------------|--------------------|------------------|
| 1990 | 40,970 | 272,360 | 150.4 |
| 1991 | 34,719 | 212,850 | 163.1 |
| 1992 | 50,748 | 279,450 | 181.6 |
| 1993 | 29,134 | 193,530 | 150.5 |
| 1994 | 29,143 | 214,260 | 136.0 |
| 1995 | 33,049 | 227,880 | 145.0 |
| 1996 | 31,234 | 232,610 | 134.3 |
| 1997 | 36,000 | 268,860 | 133.9 |
| 1998 | 40,413 | 313,360 | 129.0 |
| 1999 | 49,000 | 359,000 | 136.5 |
| 2000 | 31,000 | 232,000 | 133.6 |
| 2001 | 22,808 | 174,570 | 130.7 |

| | | | |
|------|--------|---------|-------|
| 2002 | 24,000 | 170,760 | 140.5 |
| 2003 | 15,000 | 99,000 | 151.5 |
| 2004 | 7,640 | 47,450 | 161.0 |
| 2005 | 8,784 | 49,370 | 177.9 |
| 2006 | 15,865 | 90,570 | 175.2 |
| 2007 | 19,273 | 121,000 | 159.3 |

1.2 Βοτανική περιγραφή

Η ονομασία ηλίανθος προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις ήλιος και άνθος. Ο καλλιεργούμενος ηλίανθος ανήκει στην οικογένεια Asteraceae της τάξης Compositae στο είδος *Helianthus annuus* L. Θεωρείται ότι η εξημέρωση του ηλίανθου έγινε με μεταβίβαση γενετικού υλικού από το ζιζάνιο *Helianthus petiolaris* στο *H.annuus* το οποίο ήταν αρχικώς άγριο.

Ο ηλίανθος είναι ετήσιο, σταυρογονιμοποιούμενο φυτό, καθώς τα άνθη του είναι πρώτανδρα και υπέργυνα και πολλαπλασιάζεται με σπέρματα. Η επικονίαση γίνεται με έντομα, κυρίως μέλισσες, γιατί η γύρη είναι βαριά και δε μεταφέρεται εύκολα με τον αέρα, μάλιστα θεωρείται ένα από τα πιο παραγωγικά μελισσοκομικά φυτά (Αυγουλάς, 2008: Βαρδαβάκης, 1994). Οι εμπορικές ποικιλίες ηλίανθου (υβρίδια) έχουν άνθη αυτογονιμοποιούμενα, δηλ. δεν χρειάζονται έντομο για τη γονιμοποίηση.

Χαρακτηριστικό γνώρισμα του ηλίανθου είναι ο ηλιοτροπισμός που παρουσιάζουν οι αναπτυσσόμενες ταξιανθίες και τα νεαρά φύλλα. Ακολουθούν την πορεία του ήλιου και ως εκ τούτου, ο προσανατολισμός τους αλλάζει από την ανατολή στη δύση κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ τη νύχτα ανορθώνονται. Με τον ηλιοτροπισμό υπολογίζεται ότι αυξάνει η φωτοσύνθεση κατά 10-30%, αναλόγως της κατανομής των φύλλων (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008).

Ριζικό σύστημα

Το ριζικό σύστημα του ηλίανθου είναι βαθύ και πασσαλώδες. Οι πρωτογενείς ρίζες του φυτού μπορούν να φτάσουν και να ξεπεράσουν τα 2m, ενώ οι δευτερογενείς διακλαδίζονται σε πολλές πλάγιες ρίζες, οι οποίες είναι πυκνές και λεπτές και

αναπτύσσονται σε βάθος περίπου 30cm. Αν και παρουσιάζει μικρή διεισδυτικότητα, έρευνες έχουν δείξει ότι, έχει την ικανότητα να απορροφά μεγαλύτερη ποσότητα νερού και να αντλεί άζωτο και υγρασία από χαμηλότερα στρώματα του εδάφους σε σχέση με άλλα φυτά, με αποτέλεσμα να μπορεί να αναπτύσσεται σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από περιορισμένες βροχοπτώσεις και θεωρούνται πολύ ξηρές για άλλες καλλιέργειες (Connor D.J., 1985).

Βλαστός

Ο καλλιεργούμενος ηλίανθος είναι κατά κανόνα μονοστέλεχος. Τα επιπλέον στελέχη είναι ανεπιθύμητα, γιατί μειώνουν την ποσότητα και ποιότητα του σπόρου και επιπλέον δεν επιτρέπουν την ομοιόμορφη ωρίμανσή του. Ο βλαστός είναι ποώδης, σε βρώσιμες ποικιλίες το ύψος κυμαίνεται από 1,5 έως 3m, ενώ μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 3,5m και σε ελαιούχες ποικιλίες κυμαίνεται από 0,8 έως 2,5m. Το πάχος του βλαστού κυμαίνεται σε διάμετρο από 2-4εκ., με την μεγαλύτερη διάμετρο να καταγράφεται σε φυτά αραιής σποράς. Οι ποικιλίες διακρίνονται σε υψηλόσωμες, μετριόσωμες και χαμηλόσωμες.

Φύλλα

Τα φύλλα είναι αντικριστά, ωοειδή, με στρώματα, έχουν 3 κύρια νεύρα μήκους 10-30 cm και πλάτους 5-20 cm, ενώ τα χαμηλότερα φύλλα είναι καρδιόσχημα. Περιφερειακά είναι οδοντωτά ή πριονωτά και φέρουν πολλές νευρώσεις. Ο συνολικός αριθμός φύλλων ενός φυτού είναι συνήθως 25-30 (Danalatos et al., 2005). Τα φύλλα του ηλίανθου χαρακτηρίζονται από μεγάλο αριθμό και μέγεθος στοματίων, τα οποία εντοπίζονται κυρίως στην κάτω επιφάνεια των φύλλων.

Ο μίσχος του φύλλου εμφανίζει μεγάλη παραλλακτικότητα ως προς το σχήμα, το μήκος και τη γωνία που σχηματίζει με τον βλαστό, χαρακτηριστικά τα οποία αξιοποιούνται για τη διάκριση των υβριδίων. Το μέγιστο της φυλλικής επιφάνειας παρατηρείται κατά την άνθηση, όπως επίσης και το ξηρό βάρος των φύλλων, ενώ από την άνθηση και μετά αρχίζει να μειώνεται. Το υδατικό στρες προκαλεί μείωση της ανάπτυξης της φυλλικής επιφάνειας.

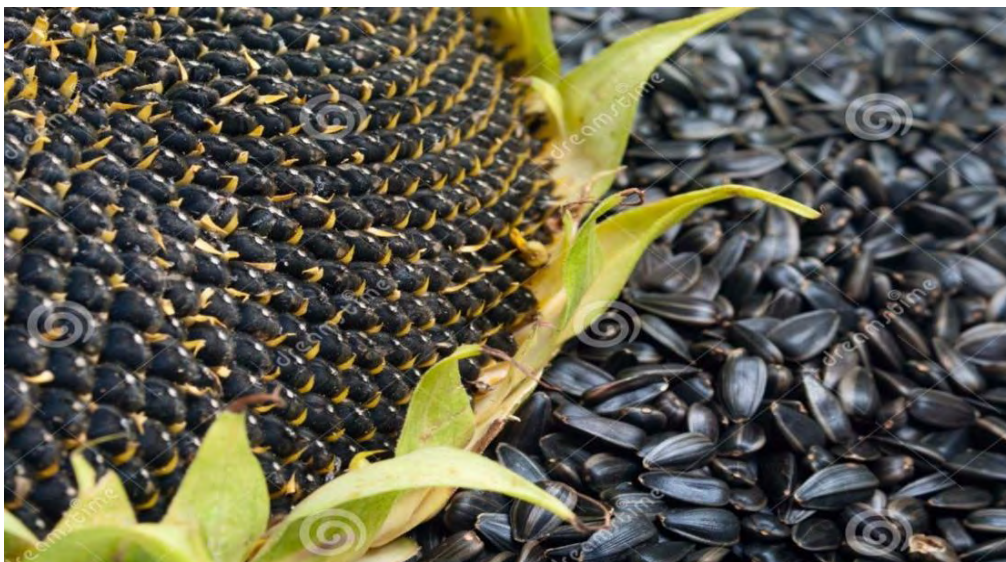
Ταξιανθία

Ο ηλίανθος δεν έχει μόνο ένα άνθος αλλά πολλά, 1000-2000 άνθη ερμαφρόδιτα, συγκεντρωμένα σε ακτινωτή διάταξη, πάνω στην ταξιανθία που καλείται κεφαλή και έχει σχήμα δίσκου. Η ταξιανθία είναι επάκρια και η διάμετρος της σε μια κανονική σπορά κυμαίνεται περί τα 15-20εκ. Το σχήμα της κεφαλής μπορεί να είναι επίπεδο ή κυρτό. Εξωτερικά της κεφαλής υπάρχει μια σειρά ελαφρώς πράσινων μικροσκοπικών φύλλων. Δίπλα σε αυτά τα φυλλάκια βρίσκονται τα ακτινωτά άνθη (bracts). Τα ακτινωτά άνθη είναι άγονα και έχουν σκοπό την προσέλκυση των εντόμων. Τα άνθη στο κέντρο της κεφαλής λέγονται δίσκοι, είναι μικρότερα και αρκετά διαφορετικά σε σχήμα και χρώμα.

Το πλήθος των ανθέων είναι σε συνάρτηση με τους περιβαλλοντικούς παράγοντες (θερμοκρασία), τις καλλιεργητικές φροντίδες (νερό, λίπασμα) και την καλλιεργούμενη ποικιλία. Καθημερινά ανοίγουν από 1 έως 4 σειρές και η περίοδος αυτή διαρκεί από 7 έως 17 ημέρες, αναλόγως των θερμοκρασιών. Οι χαμηλές θερμοκρασίες αυξάνουν την περίοδο της ανθοφορίας, ενώ οι πολύ υψηλές την επιταχύνουν. Με την ολοκλήρωση της ανθοφορίας, πέφτουν τα περιφερειακά άγονα κίτρινα άνθη (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008).

Καρπός

Ο σπόρος είναι αχαίνιο διαφόρου σχήματος (επίμηκες, ωοειδές, ρομβοειδές, στρογγυλό) και διατομής (στενόμακρη, στρογγυλή). Αποτελείται από δύο τμήματα: α) την ψίχα, που αντιστοιχεί στο έμβρυο, και τις δύο κοτυληδόνες και β) τον φλοιό, που αντιστοιχεί στο περικάρπιο, το οποίο είναι σκληρό για να προφυλάσσει τον σπόρο. Το μήκος του σπόρου φτάνει τα 25mm και το πλάτος τα 15mm. Το βάρος των 1000 σπόρων κυμαίνεται από 40 έως 100g. Οι σπόροι των ποικιλιών για λάδι συνήθως είναι πιο μικροί, στρογγυλοί και συμπαγείς, ενώ οι σπόροι των ποικιλιών για πασατέμπο είναι πιο μεγάλοι και επιμήκεις (Αυγουλάς 2008).



Εικόνα (1.2.1): Ο καρπός του ηλίανθου. (Πηγή: dreamstime.com)

1.3 Στάδια ανάπτυξης

Ο συνολικός χρόνος για την ανάπτυξη του φυτού του ηλίανθου και ο χρόνος μεταξύ των διάφορων φάσεων ανάπτυξης, εξαρτάται από το γενετικό υπόβαθρο του φυτού και τις συνθήκες κατά την καλλιεργητική περίοδο.

Γενικά απαιτούνται 100-150 ημέρες από την σπορά μέχρι την ωρίμανση, ανάλογα με το υβρίδιο, την καλλιέργεια και τη χρήση. Κατά μέσο όρο, απαιτούνται 6-10 ημέρες από τη σπορά έως το φύτερωμα, 30-40 ημέρες από το φύτερωμα έως την εμφάνιση της ταξιανθίας, 20-30 ημέρες από την εμφάνιση ταξιανθίας έως την έναρξη της ανθοφορίας, 7-12 ημέρες από την έναρξη έως την λήξη της ανθοφορίας και τέλος άλλες 30 ημέρες από τη λήξη της ανθοφορίας έως τη φυσιολογική ωρίμανση.

Κατά τη φυσιολογική ωρίμανση, το πίσω μέρος των ταξιανθιών αποκτά χρώμα καστανό-κίτρινο με υγρασία περίπου 60-70%, ενώ οι σπόροι έχουν υγρασία 30-40%. Σε αυτό το στάδιο, οι σπόροι έχουν τη μέγιστη τιμή σε ξηρό βάρος και τη μέγιστη περιεκτικότητα σε λάδι και αναλογία λινελαϊκού οξέος (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008).

Ένα από τα πιο διαδεδομένα συστήματα διαχωρισμού των σταδίων ανάπτυξης είναι αυτό του Arnaud (1986), σύμφωνα με το οποίο η καλλιέργεια χωρίζεται σε πέντε κύρια στάδια, καθένα από τα οποία χωρίζεται σε επιμέρους φάσεις:

A. Φύτρωμα

- A0 0 Σπόρος
 - 0.1 Ο σπόρος είναι ακόμα ξερός
 - 0.3 Τέλος της απορρόφησης νερού από τον σπόρο
 - 0.5 Έναρξη εξόδου του ριζιδίου
 - 0.7 Το μήκος του βλαστιδίου είναι το μισό του σπόρου
 - 0.9 Το βλαστίδιο είναι διπλάσιο σε μήκος από το σπόρο
- A1 1.0 Εμφάνιση κοτυληδόνων
 - 1.1 Εμφάνιση των πρώτων φύλλων

B. Βλαστικό στάδιο

- B1 2.1 Το 1ο ζευγάρι αντίθετων φύλλων έχει μήκος 4 cm
- B2 2.2 Το 1ο ζευγάρι αντίθετων φύλλων είναι ευδιάκριτο
- B3 2.3 Το 2ο ζευγάρι αντίθετων φύλλων έχει μήκος 4 cm
- B4 2.4 Το 2ο ζευγάρι αντίθετων φύλλων είναι ευδιάκριτο
- B5 2.5 Το 5ο φύλλο έχει μήκος 4 cm
- Bv 2.v Το νιοστό φύλλο έχει μήκος 4 cm

E. Εμφάνιση ανθικής καταβολής

- E1 3.1 Εμφάνιση της ανθικής καταβολής ανάμεσα στα φύλλα
- E2 3.2 διάμετρος της ταξιανθίας 0,5-2cm
- E3 3.3 η ταξιανθία έχει ξεχωρίσει από τα φύλλα και έχει διάμετρο 3-5cm
- E4 3.4 διάμετρος ταξιανθίας 5-8cm
- E5 3.5 η ταξιανθία είναι ακόμα κλειστή και τα περιφερειακά άνθη μόλις διακρίνονται

F. Ανθιση

- F1 4.1 Τα περιφερειακά άνθη είναι ευδιάκριτα
- F2 4.2 Οι πρώτοι τρεις κύκλοι γόνιμων ανθέων έχουν ανοίξει
- F3 4.3 Οι επόμενοι τρεις κύκλοι γόνιμων ανθέων έχουν ανοίξει
- F5 4.4 Οι πρώτοι τρεις κύκλοι γόνιμων ανθέων έχουν γονιμοποιηθεί, οι επόμενοι τρεις έχουν ακόμη το στίγμα ανοικτό και οι τρεις που ακολουθούν μόλις ανοίγουν
- F6 4.5 Όλα τα άνθη, έχουν ανοίξει, τα περιφερειακά άνθη έχουν μαραθεί

Μ.Ωρίμανση

M0 5.0 Τα περιφερειακά άνθη έχουν πέσει, ενώ ακόμα η πίσω πλευρά της ταξιανθίας είναι πράσινη

M1.1 5.11 Η πίσω πλευρά της ταξιανθίας αρχίζει να κιτρινίζει, οι σπόροι έχουν υγρασία 50% και η υπόλοιπη κεφαλή 80%

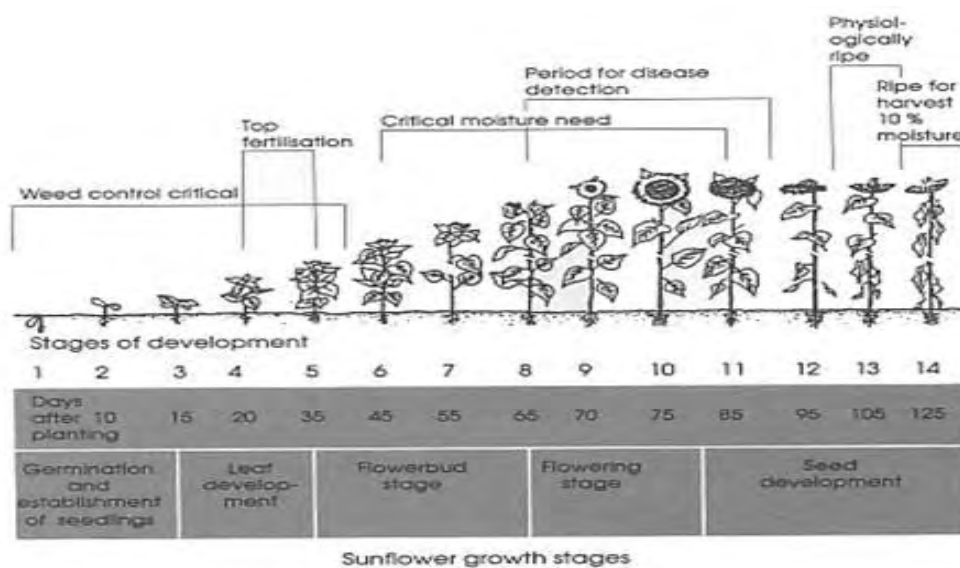
M1.2 5.12 Η πίσω πλευρά της κεφαλής είναι κίτρινη και τα βράκτια έχουν κιτρινίσει, η υγρασία των σπόρων είναι γύρω στο 40% και τα κάτω έχουν ξεραθεί

M1.3 5.13 Η πίσω πλευρά της κεφαλής είναι κίτρινη, τα βράκτια αρχίζουν να γίνονται καστανά και η υγρασία των σπόρων μειώνεται στο 30%

M.2 5.2 Τα βράκτια της κεφαλής έχουν γίνει κατά 75% καστανά, η υγρασία των σπόρων περίπου 20-25% και τα 2/3 των κατώτερων φύλλων έχει ξεραθεί

M.3 5.3 Όλο το πίσω μέρος της κεφαλής έχει γίνει καστανό, η υγρασία κυμαίνεται στο 15% και όλα σχεδόν τα φύλλα έχουν ξεραθεί

M.4 5.4 Όλα τα μέρη του φυτού έχουν γίνει καστανά και η υγρασία των σπόρων κυμαίνεται στο 10%

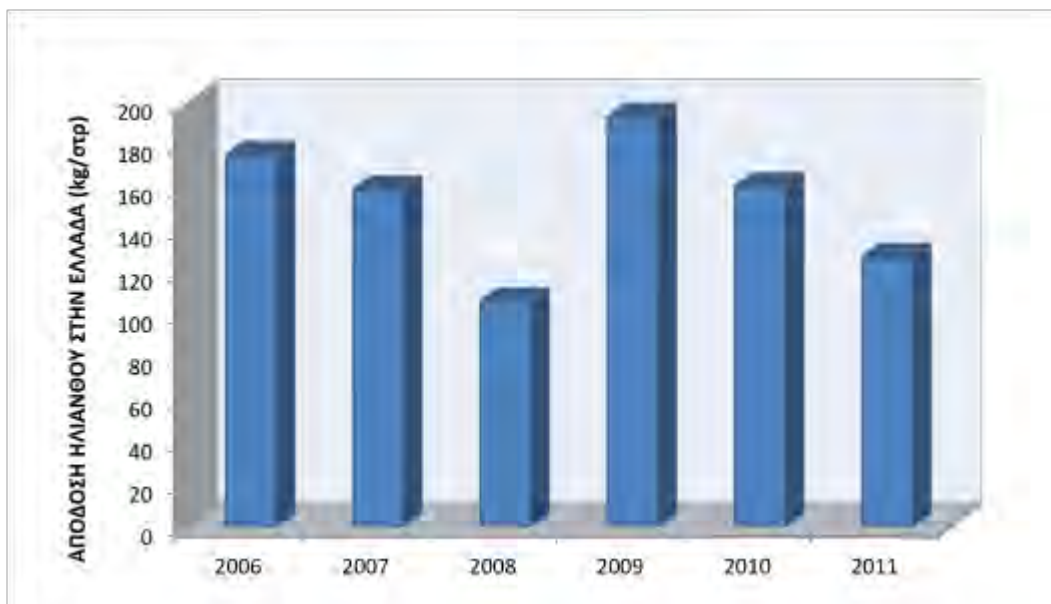


Εικόνα (1.3.1): Σχηματική αναπαράσταση σταδίων ανάπτυξης ηλίανθου. (Πηγή: agriculture.kzntl.gov.)

1.4 Οικολογικές απαιτήσεις

Θερμοκρασία

Η βασική θερμοκρασία ανάπτυξης του ηλίανθου ποικίλει, αναλόγως του γενοτύπου, από 4 έως 8°C. Με βάση τις κλιματολογικές συνθήκες της Ελλάδας, η σπορά του ηλίανθου μπορεί να αρχίσει από τις αρχές Μαρτίου, εφόσον η θερμοκρασία έχει σταθεροποιηθεί σε επίπεδα πάνω από τη βασική θερμοκρασία. Οι σπόροι βλαστάνουν σε θερμοκρασίες 4° C, ενώ σε θερμοκρασίες αέρος 15° C έχουμε το ταχύτερο φύτρωμα (3-4 ημέρες). Τα νεαρά φυτά (στάδιο κοτυληδόνας) είναι ανθεκτικά στο ψύχος (-5°C), ενώ η αντοχή αυτή μειώνεται σταδιακά έως το στάδιο των 6-7 φύλλων, όπου οι χαμηλές θερμοκρασίες μπορεί να προκαλέσουν ζημιές στο φυτό (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008). Η βέλτιστη θερμοκρασία ημέρας για την ανάπτυξη του φυτού είναι 25-33° C. Σε χαμηλότερα επίπεδα θερμοκρασιών (π.χ. 20°C) η ανάπτυξη του φυτού επιμηκύνεται, ενώ σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες (π.χ. > 35°C) η ανάπτυξη επιταχύνεται με αναπόφευκτη τη μείωση της απόδοσης. Σημαντική επίδραση στην παραγωγικότητα του ηλίανθου έχουν και οι θερμοκρασίες της νύχτας (15-25° C). Έτσι, σε υψηλές νυχτερινές θερμοκρασίες (> 25° C) η αναπνοή αυξάνεται δραματικά, με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008). Ο ηλίανθος είναι πολύ απαιτητικός σε φως.



Σχεδιάγραμμα (1.4.1): Απόδοση του ηλίανθου στην Ελλάδα για τα έτη 2006-2011(Πηγή: FAOSTAT, 2011)

Έδαφος

Ο ηλίανθος έχει ικανοποιητική προσαρμοστικότητα σε διάφορα είδη εδαφών, με pH 5,6- 8,2, ενώ το άριστο βρίσκεται μεταξύ 6 και 7,2. Αναπτύσσεται καλύτερα σε ελαφρά οργανικά εδάφη με καλή αποστράγγιση ενώ δεν αντέχει σε αλατούχα εδάφη, όπου και παρουσιάζει χαμηλή περιεκτικότητα σε λάδι (Γαλανοπούλου - Σενδουκά, 2002).

Φώς

Όσον αφορά το φως, ο ηλίανθος έχει μεγάλες απαιτήσεις. Μειωμένος φωτισμός σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, μπορεί να μειώσει σημαντικά την απόδοση. Είναι συνήθως φυτό ουδέτερο στον φωτοπεριοδισμό καθώς ανθίζει σε μεγάλο μήκος ημέρας (Αυγουλάς, 2008).

Άρδευση

Η ποσότητα του αρδευτικού νερού κυμαίνεται από 200 έως 450 χιλιοστά αναλόγως των εδαφοκλιματικών συνθηκών, την εποχή σποράς και την ποικιλία. Στην βόρεια Ελλάδα (Ν. Έβρου) ο ηλίανθος συνήθως καλλιεργείται σε ξηρικά χωράφια, αξιοποιώντας έτσι αποτελεσματικά τις ανοιξιάτικες βροχοπτώσεις. Με άρδευση, οι αποδόσεις αυξάνονται θεαματικά (από 60-90 κιλά/στρ σε 250-350 κιλά/στρ). Αντίθετα, δεν είναι πολύ ανθεκτικός στην ξηρασία, παρά το εκτεταμένο ριζικό του σύστημα. Η ξηρασία προκαλεί μάρανση και πτώση των φύλλων και έχει άμεση επίδραση στην μείωση της φωτοσύνθεσης και επακολούθως σε δραστική μείωση της παραγωγής. Η κρίσιμη περίοδος για επάρκεια υγρασίας στον αγρό είναι περίπου 20 ημέρες πριν έως 20 ημέρες μετά την ανθοφορία. Έλλειψη υγρασίας αυτήν την περίοδο αποφέρει μείωση παραγωγής έως και 70% (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008).

1.5 Καλλιεργητικές φροντίδες

Αμειψισπορά

Η εφαρμογή της αμειψισποράς είναι μία τακτική που ωφελεί τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα το χωράφι. Κάνοντας μία σωστή εναλλαγή καλλιεργειών στην οποία συμπεριλαμβάνεται ο ηλίανθος, τα οφέλη προς το χωράφι και την καλλιέργεια είναι αρκετά και σημαντικά. Συγκεκριμένα:

- Διατηρούνται οι φυσικές ιδιότητες του αγρού κυρίως η δομή και το πορώδες.
- Μειώνεται ο κίνδυνος εμφάνισης ασθενειών ή αποτρέπεται η μετάδοσή τους.
- Μειώνονται τα προβλήματα από προσβολές εντόμων
- Μειώνεται ο αριθμός των ζιζανίων.
- Μειώνεται η εξάντληση της υγρασίας του εδάφους.
- Μειώνονται τα φαινόμενα διάβρωσης και έκπλυσης θρεπτικών στοιχείων
- Αποτρέπονται φαινόμενα φυτοτοξικότητας ή αλληλοπάθειας από τα φυτικά υπολείμματα του ηλίανθου.
- Μειώνεται δραστικά ο πληθυσμός των φυτών εθελοντών.
- Αυξάνεται η στρεμματική απόδοση της καλλιέργειας. (Δαναλάτος Ν.- Αρχοντούλης Σ . 2008)

Όταν ο ηλίανθος καλλιεργείται σε ξηρικά χωράφια, η καλύτερη λύση θεωρείται αυτή της διετούς αμειψισποράς με χειμερινά σιτηρά (σιτάρι ή κριθάρι). Σε ποτιστικά χωράφια, επειδή οι αποδόσεις είναι μεγαλύτερες το οικονομικό όφελος του παραγωγού βαρύνει ιδιαίτερα και πολλές φορές η εναλλαγή των καλλιεργειών στα χωράφια του παραγωγού δεν «ταιριάζει» πάντα. Αρδευόμενες καλλιέργειες οι οποίες μπορούν να μπουν στον κύκλο της αμειψισποράς του ηλίανθου είναι πρωτίστως το καλαμπόκι, το βαμβάκι, τα χειμερινά σιτηρά (είτε ως ποτιστικά είτε ως ξηρικά), και δευτερευόντως η βιομηχανική τομάτα, η σόγια, η ελαιοκράμβη, τα μπιζέλια, διότι προσβάλλονται από τις ίδιες ασθένειες που προσβάλλεται και ο ηλίανθος.

Παρακάτω αναφέρονται παραδείγματα αμειψισποράς:

- Καλαμπόκι, ηλίανθος, σιτάρι, ελαιοκράμβη .
- Σιτάρι, ηλίανθος σόγια, καλαμπόκι .
- Καλαμπόκι, ηλίανθος, ελαιοκράμβη, σιτάρι. (Μεμάκη Άννα 2009)

Επιλογή υβριδίου

Η επιλογή του υβριδίου είναι μια σημαντική πτυχή της παραγωγικής διαδικασίας και είναι ένας τρόπος να εξασφαλιστεί μεγαλύτερο κέρδος χωρίς επιπλέον κόστος. Στη χώρα μας, υπάρχουν πολλά υβρίδια ηλίανθου που διακινούνται κυρίως από μεγάλες πολυεθνικές εταιρίες. Η επιλογή του υβριδίου είναι μια από τις πιο σημαντικές αποφάσεις του παραγωγού (Μουσταφέρη Φ.Θ., 2010).

Έδαφος

Ο ηλίανθος είναι φυτό που μπορεί να προσαρμοσθεί σε πολυποίκιλες εδαφολογικές συνθήκες. Ακόμη και στα πιο υποβαθμισμένα χωράφια, εκεί όπου άλλες καλλιέργειες όπως το σιτάρι ή το καλαμπόκι αδυνατούν να επιτύχουν τη μέγιστη απόδοσή τους, ο ηλίανθος επιδεικνύει ικανοποιητική προσαρμοστικότητα, αξιοποιώντας στο μέγιστο τα εδάφη αυτά.

Η προσαρμογή του στα οργανικά εδάφη είναι άριστη με αποδόσεις που αγγίζουν τα 500κιλά/στρ. Σε αμμώδη εδάφη που χαρακτηρίζονται από μειωμένη συγκράτηση και ικανότητα αποθήκευσης νερού, ο ηλίανθος, χάρη στην απρόσκοπτη ανάπτυξη του ριζικού του συστήματος, μπορεί να αναπτυχθεί ανεμπόδιστα. Περιορισμός των αποδόσεων συμβαίνει σε χωράφια, ισχυρώς αμμώδη, όξινα, αλατούχα, ξηρά ή πολύ υγρά.

Σε όξινα και συνάμα ξεπλυμένα εδάφη, σημειώνεται μείωση της φυλλικής επιφάνειας, του όγκου της ρίζας και της συσσώρευσης βιομάζας, με αποτέλεσμα την μικρή ανάπτυξη του φυτού και αξιοσημείωτη μείωση της απόδοσης (έως μηδενική).

Όσον αφορά τα αλατούχα εδάφη, ο ηλίανθος θεωρείται ευαίσθητο είδος, ιδιαίτερα κατά τη φάση εγκατάστασης της καλλιέργειας. Με την πάροδο της ανάπτυξης ωστόσο, αυξάνεται και η αντοχή του. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κατά την καλλιέργεια σε αλατούχο έδαφος, λαμβάνει χώρα μετακίνηση των αλάτων σε βαθύτερα στρώματα, ιδιαίτερα στα αρδευόμενα χωράφια.

Επίσης είναι ευαίσθητος σε πλημμυρισμένο έδαφος. Σε συνθήκες παρατεταμένης περίσσειας εδαφικής υγρασίας (πάνω από τρεις μέρες), καθίσταται αδύνατη η επιβίωση των φυτών, ιδιαίτερα κατά τα πρώιμα στάδια ανάπτυξης.

Σε υπερβολικά συμπιεσμένα εδάφη, είναι δυνατόν να εμποδιστεί η διείδυση της ρίζας, η οποία χάνει το φυσιολογικό της σχήμα προσπαθώντας να βρει διέξοδο στο

χώμα. Αποτέλεσμα αυτών είναι η μείωση της επέκτασης των φύλλων και της παραγόμενης βιομάζας (Ξανθόπουλος Φ.Π. 1993).

Ως προς την αντίδραση λοιπόν του εδάφους, μπορεί να καλλιεργηθεί σε ένα εύρος pH 5,8-8, με άριστο αυτό μεταξύ 6,5-7,5. Όταν το pH του εδάφους είναι μικρότερο από 6,0, συνιστάται ασβέστωση (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008).

Σπορά

Ο ηλίανθος θα πρέπει να σπέρνεται κατά το δυνατόν νωρίτερα. Η πρώιμη σπορά είναι σημαντική καθώς το φυτό μπορεί να εκμεταλλευτεί τις ανοιξιάτικες βροχοπτώσεις και να δώσει καλές αποδόσεις υπό ξηροθερμικές συνθήκες που συνήθως επικρατούν το καλοκαίρι. Χαρακτηριστικό της σημασίας της πρώιμης σποράς είναι ότι αυξάνεται η περίοδος ανάπτυξης (120- 140 ημέρες) σε σχέση με την όψιμη σπορά (90- 110 ημέρες). Όσο πιο όψιμη είναι η σπορά, τόσο περισσότερο μειώνεται η παραγωγή, ενώ παράλληλα αυξάνονται οι ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό. Η πρώιμη σπορά σε σύγκριση με την όψιμη, εξασφαλίζει μεγαλύτερες αποδόσεις και περισσότερο λάδι (Lopez-Bellido et al., 2003).

Αποστάσεις σποράς και πυκνότητα φυτών

Ο ηλίανθος, όπως και οι περισσότερες ανοιξιάτικες καλλιέργειες, σπέρνεται γραμμικά, με πνευματικές σπαρτικές μηχανές που φέρουν καρίνα ή δίσκο. Οι αποστάσεις σποράς είναι:

- Μεταξύ των γραμμών: 75cm .
- Πάνω στη γραμμή (σπόρος; από σπόρο): 20-25cm.

Για ποτιστικά και γόνιμα χωράφια οι συνηθισμένες αποστάσεις είναι 22-23,5cm και για ξηρικά, φτωχά χωράφια, η απόσταση των 25cm. Το βάθος σποράς κυμαίνεται από 3-5cm, με πιο βαθιά να είναι η σπορά στα στεγνά χωράφια και πιο ρηχή σε αυτά που έχουν ικανοποιητική υγρασία. Σπορά σε μεγάλο βάθος οδηγεί σε επιπλέον κατανάλωση ενέργειας από το σπόρο, για να αποβάλλει το κέλυφος του (Δαναλάτος, 2008).

Η τελική πυκνότητα φυτών μίας εγκατεστημένης καλλιέργειας πρέπει να είναι:

- Για ξηρικές καλλιέργειες 4500-5000 φυτά ανά στρέμμα. Ο χαμηλότερος πληθυσμός επιτυγχάνει μεγαλύτερη απόδοση και περισσότερο λάδι.

- Για ποτιστικές καλλιέργειες ή υγρά χωράφια 5500-6000 φυτά ανά στρέμμα. Η ποσότητα του απαιτούμενου σπόρου κυμαίνεται από 350-500γρ/στρ (Δαναλάτος, 2008).



Εικόνα(1.5.1): Γραμμές σποράς καλλιέργειας ηλίανθου στα Γιαννιτσά. (Πηγή: beeclubpellas.blogspot.gr)

Σκαλίσματα

Τα σκαλίσματα που γίνονται μετά το φύτευμα είναι απαραίτητα για την καταστροφή των ζιζανίων και την αναμόχλευση του εδάφους που προσφέρουν αερισμό του εδάφους. Σε χωράφια που έχουν μικρό πληθυσμό ζιζανίων ένα σκάλισμα με σκαλιστικό στο στάδιο των 6 φύλλων καταστρέφει τα ζιζάνια, χωρίς να χρειαστεί συμπληρωματική χημική ζιζανιοκτονία. Η μετέπειτα γρήγορη κάλυψη του εδάφους από την φυλλική επιφάνεια του ηλίανθου, δεν επιτρέπει την περαιτέρω ανάπτυξη νέων ζιζανίων. Εάν στη συνέχεια δεν εφαρμοστεί πότισμα με ροή, το σκάλισμα αυτό είναι αρκετό.

Σε περιοχές που εφαρμόζεται το σύστημα της άρδευσης με αυλάκια, γίνονται 1-2 σκαλίσματα. Το πρώτο στο στάδιο των 6-8 φύλλων και το δεύτερο στο στάδιο των 12 φύλλων περίπου όπου δημιουργούνται τα αυλάκια. Η δημιουργία αυλακιών μεταφέρει χώμα στη βάση των φυτών προσφέροντάς τους καλύτερο στήριγμα, από την άλλη πλευρά όμως μειώνει την αντοχή τους στην ξηρασία.

Τα σκαλίσματα μπορούν να παραλειφθούν τελείως όταν ο αερισμός του εδάφους δεν εμποδίζεται από υπερβολική υγρασία, αλλά και γιατί η καταπολέμηση των ζιζανίων μπορεί να γίνει με την χρήση μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (Δαναλάτος Ν.-Αρχοντούλης Σ . 2008).

1.6 Εχθροί και ασθένειες

Ασθένειες

Οι προσβολές του ηλίανθου από ασθένειες και έντομα στην χώρα μας είναι ποικίλες. Δεν έχουν παρουσιαστεί περιπτώσεις που να προσβάλλουν τον ηλίανθο σε μεγάλη κλίμακα χωρίς αυτό να αποκλείει την εμφάνισή τους στο μέλλον. Οι κυριότερες ασθένειες είναι οι εξής:

Περονόσπορος (Downy Mildew): Αυτή θεωρείται η συχνότερη και σπουδαιότερη ασθένεια του ηλίανθου και οφείλεται στον μύκητα *Plasmopara halstedii*. Το *Plasmopara halstedii* προκαλεί πολύ σοβαρή ασθένεια σε περιοχές με πεδιάδες ή με βαριά αργιλώδη εδάφη που υποθάλπουν την υγρασία η οποία με τη σειρά της ευνοεί την εξέλιξη της ασθένειας.

Τα τυπικά συμπτώματα στα φυντάνια, συμπεριλαμβάνουν υποανάπτυξη και κιτρίνισμα (χλώρωση) των φύλλων καθώς και εμφάνιση των λευκών όγκων (σαν βαμβάκι) στην κάτω και μερικές φορές ακόμα και στην επάνω επιφάνεια του φύλλου. Τα συμπτώματα είναι εντονότερα όταν επικρατούν συνθήκες υψηλής υγρασίας ή δροσιάς.

Οι πρακτικές αντιμετώπισης που θα ελαχιστοποιήσουν τα προβλήματα της μούχλας, συμπεριλαμβάνουν εναλλαγές καλλιέργειας για 4 χρόνια, ξερίζωμα του άγριου ηλίανθου, σπορά ανθεκτικών ποικιλιών και επεξεργασμένων σπόρων, και καθυστέρηση της φύτευσης μέχρι η θερμοκρασία του εδάφους να επιταχύνει την ανάπτυξη των φυντανιών και χρήση μυκητοκτόνου θεραπείας για τους σπόρους ώστε να προστατευθούν από τη μόλυνση της ρίζας. Τα εμπορικά υβρίδια Arena PR, Heliator

RH, Sambasol είναι ανθεκτικά στους τύπους A και B του *Plasmopara halstedii*. Τα εφαρμοζόμενα στα φύλλα μυκητοκτόνα δεν συνιστώνται για χρήση στον ηλιάνθο κατά του περονόσπορου.

Αλτερνάρια: Αναγνωρίζεται ως σημαντική ασθένεια στις υγρότερες περιοχές της κεντρικής Ευρώπης, την Ινδία, Αυστραλία, Νότιο Αμερική και περιοχές της Αφρικής. Κύριο σύμπτωμα της ασθένειας είναι σκουροκαφέ κηλίδες και ρίγες στα φύλλα.

Ενδεικνύόμενα μέτρα είναι η εναλλαγή καλλιεργειών, η καταστροφή των υπολειμμάτων φυτών και οι τεχνικές καλλιέργειας που οδηγούν σε θάψιμο ή ταχεία αποσύνθεση των υπολειμμάτων. Η απολύμανση του σπόρου με μυκητοκτόνο Captan μειώνει σημαντικά την εμφάνιση της αλτενάρια. Τα μυκητοκτόνα για φύλλα με ενεργά συστατικά τα benomyl (Fundazol), vinclozolin, (Ronilan) και iprodion (Rovral), μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση των συνεπειών της ασθένειας αυτής.

Σκωρίαση: Η σκωρίαση αποτελεί μία από τις σοβαρότερες ασθένειες του ηλιάνθου και προκαλείται από το μύκητα *Puccinia helianthi*. Η ασθένεια μπορεί να μειώσει την παραγωγή καθώς και το ελαιώδες περιεχόμενο, το μέγεθος του σπόρου, το βάρος και την αναλογία βάρους πυρήνα-φλοιού. Φλύκταινες χρώματος κανελί εμφανίζονται πρώτα στα κάτω φύλλα, ύστερα στα πάνω, και τέλος σε μίσχους, μισχίδια και στο πίσω μέρος της κεφαλής του άνθους. Τα φύλλα που έχουν προσβληθεί από πολλές φλύκταινες ξεραίνονται λόγω της απώλειας νερού μέσα από τη σχισμένη επιφάνεια του φύλλου.

Ο πλέον αποτελεσματικός τρόπος για να αποφευχθούν οι απώλειες από τη σκωρίαση είναι η χρήση ανθεκτικών υβριδίων.

Φυτόφθορα: Η Φυτόφθορα είναι ασθένεια που προκαλείται από τον μύκητα *Phoma macdonaldii*. Τα προσβεβλημένα φυτά αδυνατίζουν και μπορεί να καταλήξουν με μικρές κεφαλές, με μικρή παραγωγή σπόρου που θα έχει μειωμένη περιεκτικότητα σε έλαιο.

Δεν υπάρχουν πλήρως αποτελεσματικά μέτρα αντιμετώπισης της ασθένειας. Η τετραετής εναλλαγή καλλιεργειών θα ελαχιστοποιήσει τη συγκέντρωση του *Phoma macdonaldii* μέσα στο έδαφος. Η σωστή αντιμετώπιση των εντόμων, επίσης περιορίζει τη διάδοση της ασθένειας.

Σκληρωτίνια: Η ασθένεια αυτή οφείλεται στον μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum*. Στην αρχή πίστευαν ότι εμφανιζόταν μόνο σε κάπως κρύες και υγρές περιοχές αλλά σήμερα είναι γνωστό ότι λαμβάνει χώρα ακόμη και σε ζεστές και ξηρές περιοχές.

Τα χαρακτηριστικά συμπτώματα περιλαμβάνουν αιφνίδιο μαρασμό των φύλλων, σάπισμα της ρίζας και νέκρωση του βασικού μίσχου. Η νέκρωση εμφανίζεται με χρώμα ανοιχτό καφέ, γκρι ή πράσινο-καφέ στη βάση του φυτού και στο τέλος κυκλώνει το μίσχο. Καθώς προχωρεί η παρακμή, ο μίσχος αποχρωματίζεται. Τα φυτά γίνονται εύκαμπτα, ιδιαίτερα όταν επικρατούν δυνατοί άνεμοι.

Οι σημαντικότερες μέθοδοι αντιμετώπισης των ασθενειών τύπου *Sclerotinia* στον ηλίανθο είναι το φύτεμα σε μη μολυσμένο χώμα και η παρεμπόδιση της ανάπτυξης σκληρωτίων στο έδαφος. Η παρεμπόδιση γίνεται κατ' αρχήν μέσω της παρακολούθησης (καταγραφής) των αγρών και η εναλλαγή καλλιεργειών. Μέχρι σήμερα, δεν υπάρχουν υβρίδια πλήρως ανθεκτικά.

Για τη βιολογική αντιμετώπιση των ασθενειών *Sclerotinia*, χρησιμοποιούνται τα παράσιτα *Coniothyrium minitans* and *Trichoderma* spp. Τα Benomyl, thiabendazole ή iprodione περιορίζουν το σπορογενή *sclerotia*, χωρίς να επηρεάζουν την ανάπτυξη του ηλίανθου.

Καρκίνος μίσχου: Ο καρκίνος του μίσχου στον ηλίανθο οφείλεται στον μύκητα *Diaporthe helianthi*. Η ασθένεια προκαλεί μείωση της παραγωγής και ελαιοπεριεκτικότητας, του μεγέθους της κεφαλής και του βάρους του σπόρου. Κυριότερο σύμπτωμα είναι η αποδυνάμωση των κοτσανιών που σπάζουν.

Τα μέτρα αντιμετώπισης της ασθένειας αυτής είναι η επιλογή ανθεκτικών στη νόσο υβριδίων, η εναλλαγή καλλιεργειών, και η καταστροφή μολυσμένων υπολειμμάτων ηλίανθου το φθινόπωρο. Η πυκνότητα του πληθυσμού, και το μειωμένο ποσοστό των λιπασμάτων με άζωτο, είναι απαραίτητα μέτρα για τη μείωση της έντασης της ασθένειας.

Σήψη κεφαλής: Αρκετά είδη του γένους *Rhizopus* εμπλέκονται στην πρόκληση σήψης, συμπεριλαμβανομένων των *R. arrhizus*, *R. stolonifer* and *R. microsporus*.

Οι απώλειες είναι συνήθως χαμηλές, η παραγωγή σπόρου όμως μπορεί να φτάσει σε μείωση ακόμα και το 20%, ενώ η παραγωγή ελαίου μέχρι 45%. Η περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα μπορεί να αυξηθεί κατά 20%. Δεν υπάρχουν μέσα χημικής αντιμετώπισης.

Βοτρύτης: Η ασθένεια αυτή οφείλεται στον μύκητα *Botrytis cinerea*. Στον ηλίανθο, το παράσιτο αυτό προκαλεί γκρίζα μούχλα στην κεφαλή, προσβάλλει την κεφαλή του άνθους και το στέλεχος, ενώ τα φύλλα αρχίζουν να ξηραίνονται από έξω προς τα μέσα.

Απαραίτητη είναι η αντιμετώπιση σε επίπεδο σπόρου, για να προληφθεί η σήψη της ρίζας. Η χημική αντιμετώπιση καθίσταται δύσκολη λόγω της αντίστασης που παρουσιάζει η ασθένεια σε συγκεκριμένες δραστικές ουσίες. Η έρευνα για φυσικούς ανταγωνιστές μικροοργανισμούς κατέδειξε ότι το *Trichoderma harzianum* παρέχει ικανοποιητικά αποτελέσματα και μπορεί σε συνδυασμό με συμβατική χημική θεραπεία, να προβεί αποτελεσματικό (www.gaiapedia.gr).

Εχθροί

Οι προνύμφες των σιδηροσκώληκων κινούνται πάνω - κάτω στο χώμα, ανάλογα με την θερμοκρασία και την υγρασία του εδάφους. Η ζημιά που προκαλεί είναι φαγώματα στο σπόρο, στα υπόγεια μέρη και το βλαστό, έως ότου τα φυτά αποκτήσουν 2-4 φύλλα. Τα προσβεβλημένα φυτά μαραίνονται και καταστρέφονται. Επειδή δεν υπάρχει τρόπος καταπολέμησης τους μετά την σπορά, τα μέτρα για την αντιμετώπισή του πρέπει να εφαρμόζονται πριν ή κατά την σπορά.

Οι προνύμφες του γένους *Agrotis*, είναι δραστήριες κατά τη διάρκεια της νύχτας. Η προνύμφη προσβάλλει το βλαστό είτε κάτω από το έδαφος (25mm), είτε πάνω από το έδαφος (ως 5cm). Μαραμένα φυτά αποδεικνύουν συχνά την παρουσία προνυμφών *Agrotis* spp.

Οι προνύμφες της μηλολόνης (*Melolonthamelolontha*) προκαλούν ζημιές μετά τη βλάστηση του ριζιδίου κυρίως στο στάδιο των κοτυληδόνων. Προκαλούν διάβρωση ή κόψιμο της αναπτυσσόμενης ρίζας. Καταλληλότερη μέθοδος αντιμετώπισης των εντόμων εδάφους, είναι η χρήση κοκκωδών εντομοκτόνων.

Το πράσινο σκουλήκι *Heliothes armigera*, κατά τόπους μπορεί να προκαλέσει ζημιές με την καταστροφή του οφθαλμού και αργότερα των σπόρων. Ο έλεγχός του γίνεται με χημικές και βιολογικές μεθόδους. Βέβαια η καταπολέμησή του είναι αρκετά

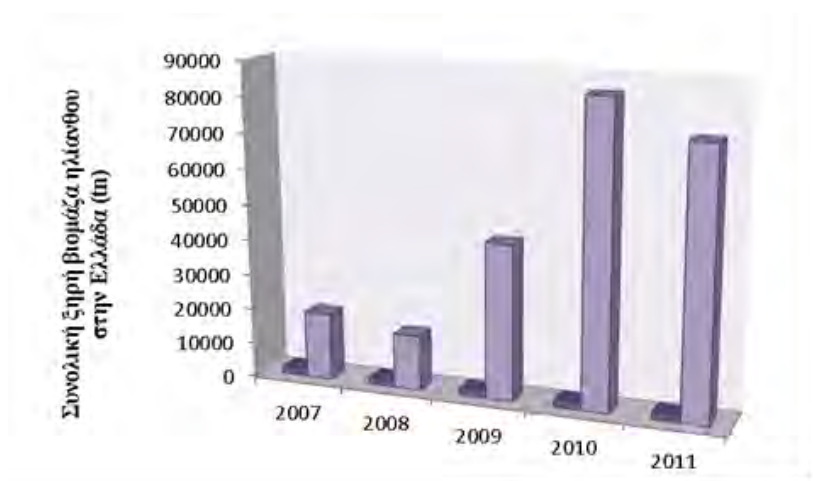
δύσκολη, ιδιαίτερα όταν εντοπίζεται στα βράκτια φύλλα ή τα σαρκώδη μέρη του φυτού.

Ο λύγκος είναι ένα έντομο που παρατηρείται αρκετά συχνά κατά την περίοδο της ανθοφορίας, συνεχίζοντας την παρουσία του ως την πλήρωση των σπόρων. Η οικονομική ζημιά που προκαλεί έχει αξία μόνο για τον ηλίανθο που προορίζεται για ανθρώπινη διατροφή και όχι για τον ελαιούχο. Αποτέλεσμα της προσβολής των σπόρων, είναι ο καφέ χρωματισμός του ενδοσπέρμιου στο σημείο επαφής και η απόκτηση πικρής γεύσης.

Ο σκώρος του ηλίανθου (*Homoeosoma* spp., Λεπιδόπτερα, Οικ. Pyralidae) είναι το πιο διαδεδομένο έντομο. Η περίοδος της άνθησης είναι ιδιαίτερα ελκυστική για τον σκώρο. Μια προνύμφη μπορεί να καταστρέφει 3-12 σπόρους. Σε βαριά προσβολή, οι απώλειες κυμαίνονται από 30-60% και σε ορισμένες περιπτώσεις ολόκληρη η κεφαλή. Για την αντιμετώπιση του προτείνεται βαθύ όργωμα μετά την συγκομιδή και εφαρμογή χημικών σκευασμάτων και βιολογικών μεθόδων καταπολέμησης. Ο καλύτερος τρόπος αντιμετώπισης είναι η σπορά ανθεκτικών υβριδίων (Θανασουλόπουλος Κ, 1989).

1.7 Χρήσεις και προϊόντα

Σήμερα χρησιμοποιούνται όλα τα μέρη του φυτού. Από τα άνθη ηλιάνθου εξάγεται μία κίτρινη χρωστική η οποία χρησιμοποιείται στην βιομηχανία χρωμάτων. Από τα περικάρπια και τα κεφάλια, μετά την παραλαβή των σπόρων, εξάγεται πηκτίνη ενώ από τους βλαστούς κατασκευάζονται ινোসανίδες. Από τα συμπιεσμένα περικάρπια παράγεται καύσιμη ύλη με την μορφή βιομάζας ή συσσωμάτων βιομάζας (*pellets*) ενώ από τους σπόρους παράγεται καύσιμο βιοντίζελ, λιπαντικά, σαπούνια και κεριά (Wikipedia.gr).



Σχεδιάγραμμα (1.7.1): Συνολική ξηρή βιομάζα σε τόνους του ηλιάνθου στην Ελλάδα για τα έτη 2007-2011 (Πηγή: FAOSTAT, 2011).

Ο σπόρος, αποτελεί το 25% της ξηράς ουσίας του φυτού. Υπάρχουν δυο είδη σπόρων: οι μεγάλοι, που προορίζονται για άμεση κατανάλωση (πασατέμπο) και οι μικροί, που είναι κατάλληλοι για εξαγωγή ελαίου. Οι σπόροι μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και ως πτηνοτροφή (Αυγουλάς, 2001). Κατά μέσο όρο 100kg σπόρων δίνουν 40kg φλοιούς και 60kg ψίχα. Η απόδοση των αποφλοιωμένων σπόρων φτάνει το 38% κατά βάρος ή με εκχύλιση, όπου η απόδοση των σπόρων φτάνει το 44-45% κατά βάρος (Μπαλατσούρας, 1995).

Τα αποξηραμένα στελέχη χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ελαστικού, ινών και χαρτιού και σε φτωχές χώρες ως πρώτη ύλη (Ξανθόπουλος, 1993).

Η απόδοση σε λάδι του σπόρου είναι συνήθως 20-25%. Το υπόλοιπο λάδι παραμένει στον πλακούντα ο οποίος περιέχει επιπλέον περίπου 35% πρωτεΐνη ώστε αποτελεί εξαιρετική συμπυκνωμένη ζωοτροφή (Δαναλάτος, 2005).

Το ηλιέλαιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βιοκαύσιμο μετά από κατάλληλη επεξεργασία και όχι κατευθείαν καθώς έχει αριθμό ιωδίου μεγαλύτερο από το όριο που έχει θεσπίσει η ΕΕ (130 αντί για 120-125). Για τη χρήση του ως βιοντίζελ, πρέπει πρώτα να αναμιχθεί με λάδια που έχουν χαμηλότερο αριθμό ιωδίου ή με ζωικά λίπη (Δαναλάτος, 2005).



Εικόνα(1.7.2): Παραγωγή βιοντίζελ από ελαιούχους σπόρους (Πηγή: google.com)

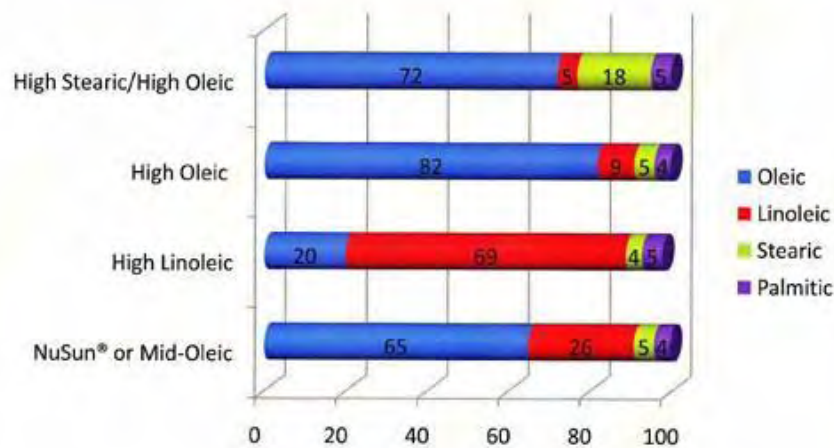
Έχουν προκύψει πολλές ποικιλίες ηλιάνθου, διαφοροποιούμενες ως προς την ποιότητα λαδιού που παράγουν, με τη χρήση συγκεκριμένων μεθόδων γενετικής βελτίωσης (Burton, 2004).

Mid Oleic : Είναι σταθερό στην οξείδωση και παράγεται χωρίς τη χρήση υδρογόνωσης. Επισκιάζει τα άλλα λάδια που προορίζονται για εμπορική χρήση, παρέχοντας υπέροχη γεύση και κορυφαία απόδοση, καθώς και τα βέλτιστα για την υγεία οφέλη. Έχει λιγότερα από 10% κορεσμένα λιπαρά, 55-75% ελαϊκό οξύ και 15-35% λινελαϊκό οξύ.

High Linoleic : Είναι το αυθεντικό ηλιέλαιο και μέχρι πρόσφατα ο πιο κοινός τύπος. Είναι κατά κύριο λόγο (68%) πολυακόρεστο έλαιο με χαμηλά επίπεδα κορεσμένων λιπαρών (λιγότερο από 11%), καθαρή και απαλή γεύση και πλούσιο σε Βιταμίνη Ε. Περιέχει περίπου 21% μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (ελαϊκό) και είναι γενικά μια υγιής και "νόστιμη" επιλογή.

High Oleic : Έχει πολύ μεγάλη περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ (περισσότερο από 80%), δηλαδή σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα. Χαρακτηριστικά του η ουδέτερη γεύση και η παροχή άριστης σταθερότητας χωρίς υδρογόνωση. Όπως συνέβη και με όλα τα υβρίδια που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ, οι ποικιλίες που δίνουν το συγκεκριμένο τύπο λαδιού προήλθαν από βελτιώσεις μέσα από συμβατικές μεθόδους αναπαραγωγής (National Sunflower Association, 2010).

Sunflower Oil Fatty Acid Profile



Εικόνα(1.7.3): Το προφίλ των λιπαρών οξέων του ηλιελαίου (Πηγή: www.sunflowernsa.com).

2. ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ

2.1 Ιστορική αναδρομή

Το 1492 ο Κολόμβος ανακάλυψε τον αραβόσιτο και τον μετέφερε στην Ισπανία μέσω της οποίας διαδόθηκε και στην υπόλοιπη Ευρώπη, τη βόρεια Αφρική, τη Μέση Ανατολή, την Ινδία και την Κίνα. Ο αραβόσιτος (*Zea mays*, ή καλαμπόκι) είναι το μοναδικό δημητριακό που προέρχεται από την Αμερική και αυτή την στιγμή αποτελεί την κυριότερη καλλιέργεια σε όλο τον κόσμο. Η συνεχής αύξηση της χρήσης αραβόσιτου ως βασικού τροφίμου οφείλεται στην επίτευξη υψηλών αποδόσεων συγκριτικά με άλλα σιτηρά όπως το σιτάρι, η σίκαλη και το κριθάρι. Λόγω της χαμηλής τιμής του και την πλούσιας περιεκτικότητας του σε ενεργεία και πρωτεΐνη χαρακτηρίστηκε γρήγορα σε βασικό τρόφιμο. Διάσημοι πολιτισμοί όπως αυτοί των Αζτέκων και των Ίνκας καλλιεργούσαν αραβόσιτο, ενώ χαρακτηριστικό αποτελεί το γεγονός ότι στο Μεξικό έχουν βρεθεί γυρεόκοκκοι ηλικίας 80.000 ετών. Με καλαμποκάλευρο φτιάχνονται διάφορα αρτοπαρασκευάσματα όπως η μομπότα, η πολέντα των Ιταλών, η μαμαλίγκα των Ρουμάνων, η ριμότ των Γάλλων, το τортίγια των Μεξικάνων.



Εικόνα (2.1.1): Καλλιέργεια αραβόσιτου. (Πηγή: Jose Marques Lopez/shutterstock.com)

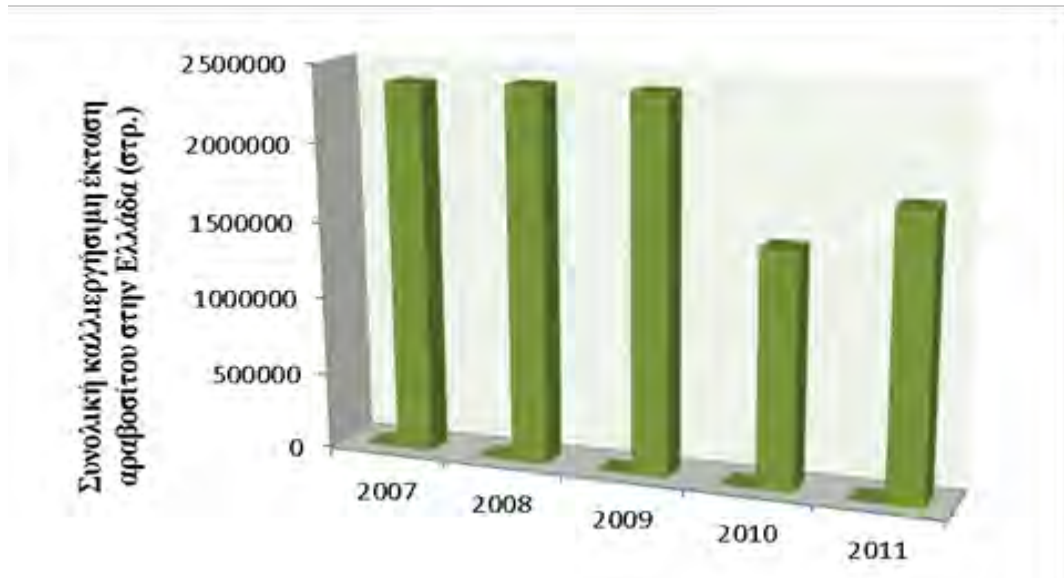
Ο αραβόσιτος στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, το καλαμπόκι μεταφέρθηκε μέσω της Αραβίας περίπου το 1600 από όπου και πήρέ την ονομασία αραβόσιτος. Αποτελεί το πιο σημαντικό καλοκαιρινό σιτηρό στην χώρα μας και μαζί με το βαμβάκι καταλαμβάνει περίπου το 40% της καλλιεργήσιμης γης στην Ελλάδα. Τα στρέμματα που καλλιεργούν αραβόσιτο είναι 1,3 εκατομμύρια περίπου και ο μέσος όρος παράγωγης ανά έτος φτάνει το 1,5 εκατομμύριο τόνους (wikipedia.org).

Οι ανάγκες του καλαμποκιού σε κατανάλωση νερού σε συνδυασμό με το επίπεδο βροχοπτώσεων στην Ελλάδα δεν αποτελούν ευνοϊκό περιβάλλον για την παράγωγή του. Παρόλα αυτά, η απόδοση του στην χώρα μας ανήκει στις μεγαλύτερες στην Ευρώπη. Κατά κύριο λόγο, το καλαμπόκι καλλιεργείται στη Μακεδονία, στη Θράκη και στη Δ. Στερεά Ελλάδα καθώς οι περιοχές αυτές κατέχονται από άφθονο νερό. Αντίθετα, σε περιοχές όπως η Θεσσαλία, όπου το κόστος άρδευσης είναι μεγάλο, η παράγωγή είναι μηδαμινή (Γαλανοπούλου - Σενδουκά, 1998).

Πίνακας (2.1.2): Καλλιεργούμενα στρέμματα καλαμποκιού για τη Θεσσαλία για το έτος 2013 καθώς και οι εκτιμήσεις για το έτος 2014. (Πηγή: DEKALB)

| NOMOS | ΣΤΡ.2013 | ΣΤΡ.2014 |
|-----------|----------|----------|
| ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ | 60000 | 40000 |
| ΜΑΓΝΗΣΙΑ | 20000 | 12000 |
| ΤΡΙΚΑΛΑ | 100000 | 90000 |
| ΛΑΡΙΣΑ | 150000 | 120000 |



Σχεδιάγραμμα (2.1.3): Συνολική καλλιεργήσιμη έκταση του αραβόσιτου στην Ελλάδα. (Πηγή: FAOSTAT,2011)

2.2 Βοτανική περιγραφή

Ο αραβόσιτος (*Zea mays* L.) ανήκει στη φυλή Maydeae ή Tripsaceae της οικογένειας Gramineae ή Poaceae της τάξης Cyperales και αποτελεί το μοναδικό είδος του γένους *Zea*. Η φυλή Maydeae περιλαμβάνει 8 γένη, 5 ανατολικής και 3 αμερικανικής προέλευσης. Τα άλλα δύο αμερικανικά γένη είναι τα *Euchlaena* και *Tripsacum*, από τα οποία το *Euchlaena* θεωρείται ως φυλογενετικά πλησιέστερο προς το *Zea*.

Είναι ετήσιο, ψηλό φυτό με χοντρό όρθιο και συμπαγή βλαστό, στενά και μακριά φύλλα σε σχήμα σπαθιού και κυματιστά άκρα. Στην κορυφή του φυτού υπάρχει η αρσενική ταξιανθία που σχηματίζει θύσανο, έχει δε την ονομασία φόβη. Η θηλυκή ταξιανθία αποτελείται από ένα πλατύ στάχυ με παχύ άξονα, πάνω στον οποίο βρίσκονται τα άνθη σε σειρές. Η ταξιανθία αυτή ονομάζεται σπάδικας. Στη συνέχεια τη θέση των ανθών παίρνουν οι κόκκοι που καλύπτονται από φύλλα ενώ στην κορυφή του σπάδικα υπάρχει θύσανος αποτελούμενος από πολλές μακριές τριχοειδείς κλωστές (el.wikipedia.org).

Ριζικό σύστημα

Το ριζικό σύστημα αποτελείται από εμβρυακές, μόνιμες και εναέριες ρίζες.

Εμβρυακές ρίζες: διακρίνονται στην πρωτογενή εμβρυακή, που προέρχεται από την επιμήκυνση του ριζιδίου του εμβρύου, και στις δευτερογενείς εμβρυακές ρίζες, οι καταβολές των οποίων βρίσκονται στο μεσοκοτύλιο. Οι τελευταίες εκφύονται κατά ζεύγη και έχουν ως σκοπό τους τον πληρέστερο εφοδιασμό του φυταρίου με νερό και ανόργανα άλατα. Σε περίπτωση καταστροφής της πρωτογενούς ρίζας, οι δευτερογενείς παίζουν ρόλο αντικαταστάτη, ενώ υπάρχει και περίπτωση ποικιλίας αραβοσίτου της οποίας το έμβρυο δεν έχει ριζίδιο και επομένως οι δευτερογενείς εμβρυακές αντικαθιστούν τελείως την πρωτογενή ρίζα. Οι εμβρυακές ρίζες μπορούν να παραμείνουν ενεργές σε όλη τη ζωή του φυτού και φθάνουν σε βάθος 1,5 μ.

Μόνιμες ρίζες: αποτελούν την κύρια μάζα του ριζικού συστήματος του φυτού. Εκφύονται αμέσως κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, από τον λαιμό του φυτού που αποτελείται από τα πολύ βραχεία μεσογονάτια των πρώτων 7-8 κόμβων, μεταξύ του μεσοκοτυλίου και της επιφάνειας του εδάφους. Οι μόνιμες ρίζες εκφύονται γύρω από τον καθένα από τους υπόγειους αυτούς κόμβους και έχουν τάση να προχωρούν οριζόντια, συνήθως μέχρι μια ακτίνα 30- 60 εκ. από το στέλεχος και κατόπιν να κάμπτονται κατακόρυφα και να εισχωρούν σε βαθύτερα στρώματα.

Εναέριες ρίζες: εκφύονται από τους πρώτους 2-3 κόμβους επάνω από την επιφάνεια του εδάφους κατά τα τελευταία στάδια της βλαστικής ανάπτυξης του φυτού. Όταν φθάσουν στην επιφάνεια του εδάφους, εισχωρούν μέσα σε αυτό και αποκτούν τη λειτουργικότητα φυσιολογικών ριζών. Το εναέριο τμήμα τους καλύπτεται από μία γλοιώδη ουσία που τις προστατεύει από αφυδάτωση. Ο αριθμός των εναέριων ριζών, όπως επίσης και ο αριθμός των κόμβων από τους οποίους παράγονται, ποικίλλει στις διάφορες ποικιλίες, αλλά εξαρτάται και από την πυκνότητα της φυτείας και τη θρεπτική κατάσταση των φυτών (Καραμάνος Α., 1999).

Στέλεχος

Το στέλεχος του αραβόσιτου είναι συμπαγές, κυλινδρικό και αποτελείται από κόμβους και μεσογονάτια. Το μήκος των μεσογονατίων βαίνει αυξανόμενο καθώς

προχωρούμε από τη βάση προς την κορυφή του φυτού. Τα μεσογονάτια που βρίσκονται προς την κορυφή του φυτού είναι σχεδόν κυλινδρικά, ενώ εκείνα που βρίσκονται προς κοντά στη βάση φέρουν ένα χαρακτηριστικό αυλάκι. Τα αυλάκια των μεσογονατίων παρατηρούνται εναλλάξ κατά μήκος του στελέχους (Δαλιάνης Κ., 1999).

Σε κάθε κόμβο, εκτός από τον τελευταίο, υπάρχει καταβολή οφθαλμού, ενώ στους κατώτερους κόμβους υπάρχουν και καταβολές ριζών. Οι οφθαλμοί βρίσκονται εναλλάξ στο στέλεχος, στις μασχάλες των φύλλων και στη βάση του αυλακιού του μεσογονατίου. Από τους οφθαλμούς, εκείνοι που βρίσκονται στο μέσο και ανώτερο τμήμα του στελέχους μπορεί να εξελιχθούν σε σπάδικες (δευτερεύοντα στελέχη χωρίς δικό τους ριζικό σύστημα) από τους οποίους οι περισσότεροι εκφυλίζονται και μόνο ο ένας ή οι δύο ανώτεροι εξελίσσονται σε κανονικούς σπάδικες, ενώ εκείνοι που βρίσκονται κοντά στη βάση του στελέχους (λίγο πιο πάνω από την επιφάνεια του εδάφους ή αμέσως κάτω απ' αυτή) μπορεί να εξελιχθούν σε δευτερεύοντα στελέχη, γνωστά σαν «αδέλφια» που αναπτύσσουν δικό τους ριζικό σύστημα (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2008).



Εικόνα (2.2.1): Αραβόσιτος. (Πηγή: Wikipedia.org)

Ταξιανθία

Ο αραβόσιτος είναι φυτό μόνοικο-δίκλινο, επομένως στο ίδιο φυτό υπάρχουν και τα αρσενικά και τα θηλυκά άνθη, σε ξεχωριστές όμως ταξιανθίες. Η αρσενική ταξιανθία βρίσκεται στην κορυφή του κύριου στελέχους, ενώ οι θηλυκές ταξιανθίες εκφύονται από κόμβους του στελέχους. Κατά την άνθηση του αραβοσίτου, πρώτη εμφανίζεται η αρσενική ταξιανθία (φόβη) και μετά από 7-10 ημέρες εμφανίζονται οι πρώτοι στύλοι της θηλυκής ταξιανθίας (σπάδικας), γι' αυτό και χαρακτηρίζεται σαν φυτό πρωτανδρικό. Τα άνθη στη νεαρή τους ηλικία μπορεί να είναι ερμαφρόδιτα, αργότερα όμως αποβάλλονται τα αρσενικά όργανα από τα άνθη του σπάδικα και τα θηλυκά από τα άνθη της φόβης. Η περιστασιακή εμφάνιση σπόρων στη φόβη και αρσενικών ανθέων στην άκρη του σπάδικα οφείλεται στο γεγονός ότι μερικά άνθη έμειναν ερμαφρόδιτα.

Ο αραβόσιτος είναι φυτό σταυρογονιμοποιούμενο, επομένως η γύρη ενός φυτού σπάνια γονιμοποιεί τους στύλους του ίδιου φυτού. Σε συνθήκες αγρού, το 97% ή και περισσότερο των σπόρων ενός σπάδικα γονιμοποιείται με γύρη από άλλα φυτά και σπάνια μπορεί να συμβούν και αυτογονιμοποιήσεις, σε μικρό ποσοστό (Καραμάνος, 1999).

Καρπός

Ο σπόρος του αραβοσίτου είναι καρύωση, δηλαδή καρπός ξηρός, μονόσπερμος με περικάρπιο περγαμνηνοειδές που συμφύεται με το σπέρμα. Το σχήμα του σπόρου ποικίλλει και μπορεί να είναι πεπλατυσμένο, τριγωνικό, ωοειδές, σφαιρικό ή κωνικό. Το μέγεθος του σπόρου ποικίλλει, ενώ και το βάρος των χιλίων σπόρων μπορεί να κυμαίνεται εντός ευρύτατων ορίων (100-400 g). Ο αραβόσιτος κατατάσσεται σε 7 τύπους ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των σπόρων του και πιο συγκεκριμένα σε σκληρό, οδοντωτό, αλευρώδη, σακχαρώδη, κηρώδη, μικρόκοκκο και «ντυμένο». Οι διαφορές μεταξύ των παραπάνω τύπων τους κάνουν κατάλληλους για διαφορετικές χρήσεις. Αποτελείται από τέσσερα τμήματα: το περικάρπιο, το ενδοσπέρμιο, το έμβρυο και τον ποδίσκο. (Καραμάνος, 1999).



Εικόνα (2.2.2): Ο καρπός του αραβόσιτου. (Πηγή: www.istockphoto.com)

2.3 Στάδια ανάπτυξης

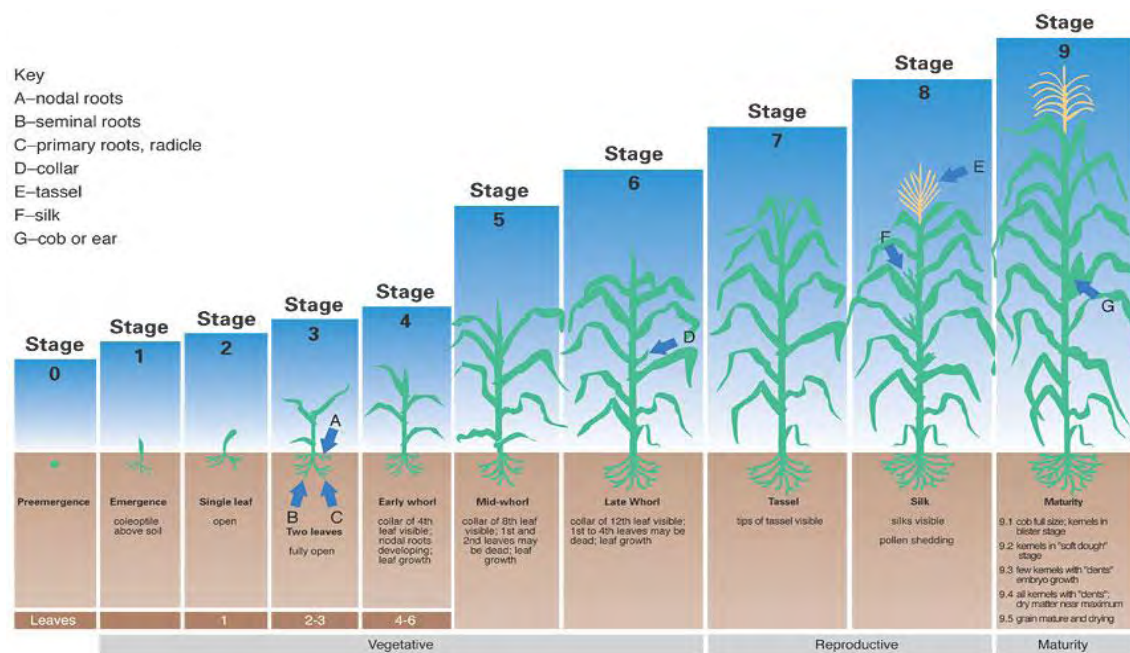
Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου κυμαίνεται από 110-150 ημέρες ανάλογα με το υβρίδιο και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Ο αραβόσιτος είναι φυτό καθορισμένης ανάπτυξης με διακριτά στάδια βλαστικής και αναπαραγωγικής ανάπτυξης. Τα βασικά στάδια του βιολογικού του κύκλου είναι τα εξής:

Βλαστικό στάδιο ανάπτυξης

- Σπορά – φύτευμα,
- Ανάπτυξη ριζικού συστήματος,
- Ανάπτυξη υπέργειου τμήματος, καλάμωμα,
- Διαφοροποίηση μεριστωμάτων από βλαστικά σε αναπαραγωγικά.

Αναπαραγωγική ανάπτυξη

- Έκπτυξη ταξιανθιών,
- Ανθιση,
- Γονιμοποίηση,
- Γέμισμα καρπού,
- Ωρίμανση,
- Γήρανση – Ξήρανση του φυτού. (Καραμάνος, 1999).



Source: U.S. Department of Agriculture Technical Bulletin 976 and Honway, J. J., 1966 Special Report #8, Iowa State University

Εικόνα (2.3.1): Τα στάδια ανάπτυξης του αραβόσιτου. (Πηγή: www.ent.iastate.edu)

2.4 Οικολογικές απαιτήσεις

Θερμοκρασία

Ο αραβόσιτος χαρακτηρίζεται ως φυτό θερμών κλιμάτων. Δεν αναπτύσσεται σε περιοχές με μέση θερμοκρασία θέρους χαμηλότερη από 19°C και μέση θερμοκρασία νύχτας κατά τους θερινούς μήνες από 13°C. Υπολογίζεται ότι για την πλήρη ανάπτυξη του είναι απαραίτητη μια περίοδος περίπου 120 ημερών χωρίς παγετό. Το φύτεμα του σπόρου πραγματοποιείται σε θερμοκρασίες άνω των 10°C. Η άριστη θερμοκρασία ημέρας για την αύξηση του αραβόσιτου κυμαίνεται στους 24 - 30°C ενώ της νύχτα 14 - 15°C. Αντίστοιχα και οι υπερβολικά υψηλές θερμοκρασίες, σε συνδυασμό με την έλλειψη υγρασίας, μειώνουν σημαντικά την παραγωγή, προκαλώντας διαταραχές του μεταβολισμού του αζώτου και δυσχεραίνοντας τη γονιμοποίηση των ανθέων.

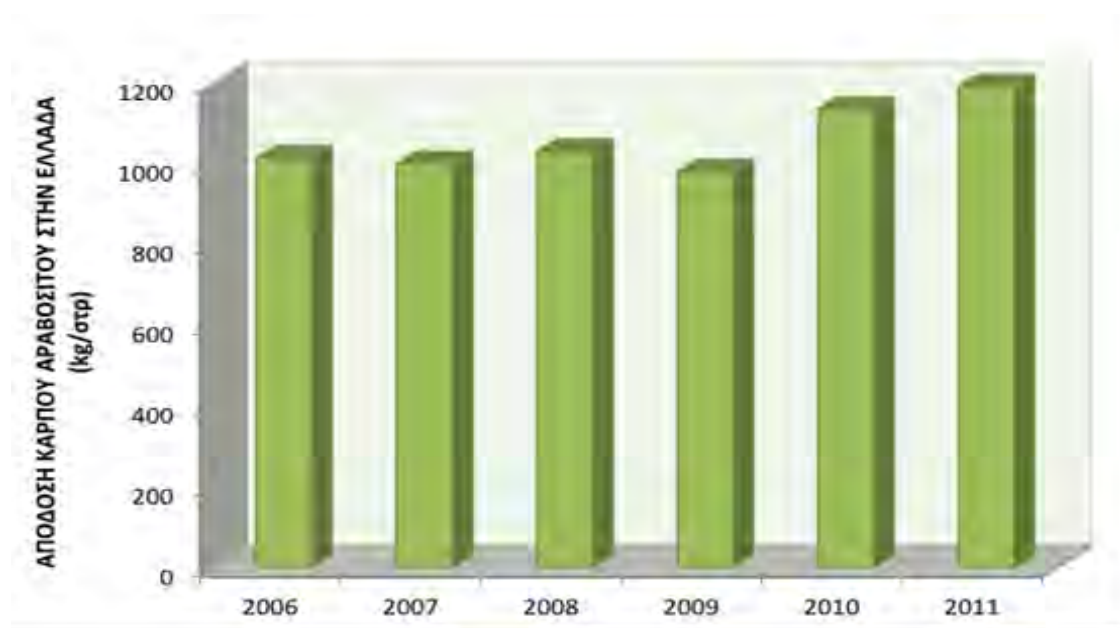
Υγρασία

Οι απαιτήσεις του αραβόσιτου σε νερό για μια ικανοποιητική παραγωγή κυμαίνονται από 440-800 mm στο σύνολο της καλλιεργητικής περιόδου. Επομένως, με την προϋπόθεση ότι το έδαφος είναι επαρκώς εφοδιασμένο με νερό πριν από τη σπορά, χρειάζονται τουλάχιστον 375-400 mm βροχής κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Γαλανοπούλου -Σενδουκά, 1998).

Έδαφος

Ο αραβόσιτος ευδοκμεί σε βαθιά γόνιμα πηλώδη εδάφη έως υλιοπηλώδη πλούσια σε οργανική ουσία και Ca, θερμά με καλή κυκλοφορία αέρα, καλή στράγγιση και ευκατέργαστα. Ακατάλληλα θεωρούνται τα αμμώδη και τα αργιλώδη. Τα αμμώδη συγκρατούν 4 φορές λιγότερο νερό από τα βαριά εδάφη με συνέπεια να προωμίζουν την καλλιέργεια.

Το άριστο pH βρίσκεται μεταξύ του ελαφρά όξινου έως ουδέτερου, δηλαδή 5,6-7,5. Στα όξινα εδάφη, ο αραβόσιτος παρουσιάζει κακή ανάπτυξη όπως είναι επίσης ευαίσθητος στα άλατα είτε αυτά υπάρχουν στο έδαφος ή στο νερό άρδευσης (Γαλανοπούλου -Σενδουκά, 1998).



Σχεδιάγραμμα (2.4.1): Απόδοση του καρπού αραβόσιτου στην Ελλάδα. (Πηγή: FAOSTAT, 2011).

2.5 Καλλιεργητικές φροντίδες

Αμειψισπορά

Ο αραβόσιτος έχει την ικανότητα να προσθέτει υψηλή ποσότητα κυτταρίνης στο έδαφος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία έντονων προβλημάτων στην ευδοκίμηση των καλλιεργειών που θα τον διαδεχτούν την επόμενη χρονιά. Η μονοκαλλιέργεια προκαλεί παράλληλα αύξηση του ποσοστού των παθογόνων και ανάπτυξη εντόμων εδάφους σε τέτοιο σημείο όπου η χημική καταπολέμηση εκμηδενίζει το κέρδος που προσφέρει η υψηλή παραγωγή.

Η υιοθέτηση συστημάτων αμειψισποράς, ιδίως όταν συμπεριλαμβάνουν κάποιο ψυχανθές, είναι μια λύση για την διατήρηση της γονιμότητας και την εξισορρόπηση του ποσού των παθογόνων στο έδαφος. Το κέρδος είναι σαφώς μεγαλύτερο από τη μέθοδο της χημικής καταπολέμησης διότι το ψυχανθές εμπλουτίζει το έδαφος με επιπλέον άζωτο βελτιώνοντας τις σχέσεις C : N. Συνήθως ο αραβόσιτος ακολουθεί ψυχανθές για ένα δυο έτη και κατόπιν ακολουθεί χειμερινό σιτηρό. Έτσι διαμορφώνεται τριετές ή τετραετές σύστημα αμειψισποράς, ή ακόμη μπορεί να εφαρμοστεί το διετές σύστημα αραβόσιτος-χειμερινό (Γαλανοπούλου - Σενδουκά, 1998).

Λίπανση

Ο αραβόσιτος είναι ένα φυτό με υψηλές απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία. Έχει μεγάλες ανάγκες σε N, P, K, Ca, Mg και S. Για τα παλιά υβρίδια, μια μέτρια παραγωγή 630 kg καρπού αραβόσιτου καταναλώνει 500 - 600 m³ νερού και οι απαιτήσεις της σε θρεπτικά συστατικά είναι περίπου οι εξής: N 14,4 kg, P 2,5 kg, K 12,5 kg, S 2,5 kg, Mg 3,7 kg, Ca 4,2 kg. Όσον αφορά τα υπόλοιπα στοιχεία, γενικά προσλαμβάνονται γύρω στα 230 g Fe, 33 g Mn, 0,7 g B και ίχνη Cl, I, Zn και Cu. Σήμερα, στα νέα απλά υβρίδια, που μπορούν να δώσουν αποδόσεις από 1500 - 2000 kg/στρ., ο δείκτης συγκομιδής είναι μεγαλύτερος αλλά και οι συνολικές απαιτήσεις είναι αυξημένες. Απαιτούν μεγαλύτερα ποσά λιπάσματος και νερού, με το ποσοστό αξιοποίησής των να είναι σημαντικά ανώτερο.

Άζωτο (N): Ο αραβόσιτος είναι πάρα πολύ απαιτητικός σε N. Το N βοηθά στην αύξηση του φυτού, δίνει έντονο πράσινο χρώμα στα φύλλα και ενισχύει τη φωτοσυνθετική ικανότητά τους. Το N που δίνεται σήμερα συνολικώς είναι περισσότερο από 20 μονάδες.

Φώσφορος (P): Συντελεί στο ταχύτερο φύτερωμα, στην ανάπτυξη της ρίζας, στην πρωίμιση, στο καλό δέσιμο, στην καλύτερη ωρίμανση του κόκκου και αυξάνει την αναλογία καρπού. Το Ινστιτούτο Σιτηρών συνιστά 4-6 μονάδες.

Κάλιο (K): Το κάλιο βοηθάει στη σύνθεση των υδατανθράκων, τη μεταφορά αμύλου στους κόκκους, συντελεί στην αντοχή στην ξηρασία, το ψύχος, το πλάγιασμα και τις ασθένειες. Σε περίπτωση έλλειψης, το Ινστιτούτο Σιτηρών συνιστά 15 -20 μονάδες.

Συνήθεις επίσης τροφοπενίες είναι: *Σιδήρου (Fe)* στα υγρά - ψυχρά και αλκαλικά εδάφη, *Βορίου (B)* σε πολύ όξινα αμμώδη ή οργανικά εδάφη, *Μαγγάνιου (Mn)* (οργανικά εδάφη). *Μαγνησίου (Mg)* (όταν υπάρχει περίσσεια K) και *Ψευδαργύρου (Zn)* (με περίσσεια P και υγρασίας) (Γαλανοπούλου - Σενδουκά, 1998).

Σπόρος - Σπορά

Η σπορά πρέπει να γίνεται όταν η θερμοκρασία εδάφους σταθεροποιηθεί στους 10 °C (Απρίλιος). Φυτρώνει σχετικά εύκολα. Πρώιμες σπορές γίνονται συνήθως σε θερμοκρασία 12-14 °C, ενώ η συνήθης κανονική σπορά γίνεται στους 16 °C. Το βάθος σποράς με κανονικές συνθήκες είναι περίπου 2,50 cm. Συνιστάται γραμμική σπορά με αποστάσεις 0,8 - 1,0 m μεταξύ των γραμμών και 20 - 30 cm επί της γραμμής. Πολύ πυκνή φυτεία δημιουργεί φυτά λεπτοστέλεχα που πλαγιάζουν και μένουν άγονα. Σήμερα η σπορά γίνεται με μηχανές ακρίβειας και ποσότητα σπόρου περίπου 3 kg/στρ (Γαλανοπούλου - Σενδουκά, 1998).

Αραίωμα και σκάλισμα: Μέχρι πρόσφατα γινόταν ένα σκάλισμα, όταν τα φυτά ήταν 10-15 cm (καταπολέμηση ζιζανίων, αερισμός, θέρμανση). Ταυτόχρονα γινόταν και αραίωμα. Συνήθως ανά 20 ημέρες γινόταν 2ο και 3ο σκάλισμα (με σκαλιστικά μηχανήματα). Η σπορά ακρίβειας και τα ζιζανιοκτόνα κατήργησαν σχεδόν τις επεμβάσεις αυτές (ώστε σπάνια γίνεται κάποιο σκάλισμα κυρίως μετά από βροχή).

Ζιζανιοκτονία: Η φύση του εδάφους, η οργανική ουσία και οι κλιματικές συνθήκες επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της. Από τα συνηθισμένα ζιζανιοκτόνα είναι η ατραζίνη που καταπολεμά πολλά πλατύφυλλα και αγρωστώδη. Προφυτρωτικό - μετασπαρτικό είναι το Afaon και μεταφυτρωτικό το Linuron. Για πλατύφυλλα ζιζάνια καλό είναι και το 2,4 D .

Άρδευση: Είναι αρδευόμενη καλλιέργεια στην Ελλάδα. Ξηρική μπορεί να είναι μόνο με πολύ πρόωμη σπορά και πρόωμο υβρίδιο και μόνο σε ορισμένες περιοχές. Είναι φυτό με υψηλές απαιτήσεις σε νερό (500 - 800 mm) παρόλο που έχει μικρό συντελεστή διαπνοής (μικρότερο από 400) και αυτό γιατί είναι επιπολαιόριζο και σχηματίζει πλούσια φυτομάζα. Συνήθως πραγματοποιούνται 4-8 ποτίσματα, όχι βαριά. Το πότισμα πρέπει να γίνεται πριν λάβει χώρα υδατική καταπόνηση (Γαλανοπούλου - Σενδουκά, 1998).



Εικόνα (2.5.1): Αποθήκευση καλαμποκιού. (Πηγή: dreamstime.com)

2.6 Εχθροί και ασθένειες

Ασθένειες

Τήξεις των νεαρών φυτών: Οφείλονται σε προσβολές τόσο του σπόρου πριν ή κατά τη βλάστησή του όσο και σε προσβολές των νεαρών φυτών πριν και μετά την ανάδυσή τους από μύκητες του γένους *Pythium* και τους *Diplodia zeae*, *Gibberella zeae*, *G. fujikuroi*, *Nigrospora oryzae*, *Penicillium* spp. και *Aspergillus* spp. Από χημικής πλευράς συνιστάται η απολύμανση των σπόρων με ειδικά μυκητοκτόνα (Captan, Maneb, Thiram, Mancozeb, Benomyl κ.ά.).

Σηψιρριζίες: Μύκητες του γένους *Pythium* προσβάλλουν σχεδόν αποκλειστικά τις ρίζες του αραβοσίτου σε οποιοδήποτε στάδιο ανάπτυξης. Αποτέλεσμα της προσβολής είναι ο νανισμός, η μειωμένη ευρωστία και η τάση των φυτών για πλάγιασμα. Η ασθένεια είναι διαδεδομένη σε ψυχρά κλίματα και υγρά και κακώς στραγγιζόμενα εδάφη. Αντιμετωπίζεται με τη συμμετοχή ψυχανθών στην αμειψισπορά (είναι ανθεκτικά στον μύκητα) και με τη χρήση ανθεκτικών υβριδίων.

Μαύρη σήψη του στελέχους από τον μύκητα *Macrophomina phaseoli*: Η προσβολή εμφανίζεται στους κατώτερους κόμβους, οι οποίοι παρουσιάζουν έναν καστανόφαιο ή αχυρόχρωμο χρωματισμό. Αποτέλεσμα της προσβολής είναι η εμφάνιση συμπτωμάτων πρόωμης ωρίμανσης και η τάση των στελεχών να θραύονται στο ύψος του λαιμού. Δεν υπάρχουν αποτελεσματικά μέτρα καταπολέμησης. Η ασθένεια ευνοείται στην καλλιέργεια, σε ξηρά εδάφη και υψηλές θερμοκρασίες.

Βακτηριακή σήψη του στελέχους από το βακτήριο *Erwinia dissolvens*: Η προσβολή εμφανίζεται σε νεαρά και ανεπτυγμένα φυτά αραβοσίτου με τη μορφή αποχρωματισμένης κηλίδας, στον λαιμό του φυτού, η οποία εξελίσσεται σε υγρή σήψη εντοπισμένη στο ίδιο μεσογονάτιο της αρχικής προσβολής. Αποτέλεσμα της προσβολής είναι η αύξηση της τάσης του στελέχους να θραύεται στον λαιμό. Ένας τρόπος αντιμετώπισής της είναι η αμειψισπορά με άλλα φυτά, επειδή ο αραβόσιτος είναι ίσως ο μοναδικός ξενιστής του βακτηρίου.

Κοινός άνθρακας του αραβόσιτου από τον μύκητα *Ustilago maydis*: Προσβάλλει όλα σχεδόν τα υπέργεια τμήματα του φυτού του αραβόσιτου και προκαλεί όγκους ποικίλου μεγέθους. Η πιο αποτελεσματική αντιμετώπιση είναι η χρήση ανθεκτικών υβριδίων. Τα περισσότερα από τα χρησιμοποιούμενα υβρίδια έχουν μια ανθεκτικότητα στον άνθρακα. Η πυκνή σπορά θεωρείται ότι μειώνει τις προσβολές. Αντίθετα η αμειψισπορά δεν προσφέρει ουσιαστική βελτίωση δεδομένου ότι τα σπόρια των αρχικών μολύνσεων μεταφέρονται με τον άνεμο και από απομακρυσμένες περιοχές.

Άνθρακας των ταξιανθιών από τον μύκητα *Sphacelotheca reiliana*: Προσβάλλει μόνο τις δύο ταξιανθίες του φυτού του αραβόσιτου οι οποίες μετατρέπονται μερικά ή ολικά σε μάζες μαύρων σπορίων. Η απολύμανση του σπόρου και διετής τουλάχιστον αμειψισπορά μπορούν κάπως να μειώσουν της ένταση των προσβολών. Από την αμειψισπορά δεν πρέπει να αποκλείεται το σόργο γιατί έχει αποδειχθεί ότι η φυλή του παθογόνου που προσβάλλει το σόργο δεν προσβάλλει τον αραβόσιτο. Μέχρι στιγμής, δεν έχουν δημιουργηθεί ανθεκτικά υβρίδια.

Ελμινθοσπωρίωσεις από τους μύκητες *Helminthosporium turcicum*, *H. maydis* και *H. carbonum*: Προσβάλλουν τα φύλλα του αραβόσιτου και προκαλούν κηλιδώσεις με ευκρινή όρια. Οι κηλιδώσεις μετατρέπονται σε νεκρώσεις οι οποίες σε έντονες προσβολές προκαλούν την καταστροφή των φύλλων. Αντιμετωπίζονται με τη χρήση ανθεκτικών υβριδίων, καταστροφή ή ενσωμάτωση στο έδαφος των υπολειμμάτων καλλιέργειας και με ψεκασμούς με μυκητοκτόνα όπου ενδημεί η ασθένεια και συμφέρει οικονομικά. Για αποτελεσματική προστασία απαιτούνται 6-8 ψεκασμοί με τα μυκητοκτόνα Parzate, SR-406 και Dithane Z-78. Η απολύμανση του σπόρου μειώνει τις προσβολές από το *H. carbonum*.

Σκωρίαση από τον μύκητα *Puccinia sorghi*: Η ασθένεια προσβάλλει τα φύλλα και προκαλεί κηλίδες οι οποίες εξελίσσονται σε φλύκταινες. Οι επιπτώσεις στην καλλιέργεια σπάνια είναι σοβαρές επειδή οι μολύνσεις συνήθως γίνονται προς το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου. Λόγω της μικρής της σημασίας, σπάνια απαιτούνται ειδικά μέτρα αντιμετώπισης.

Βακτηριακή κηλίδωση των φύλλων (ή αδροβακτηρίωση του αραβοσίτου) από το *Xanthomoras stewartii*: Η ασθένεια χαρακτηρίζεται από κίτρινες επιμήκεις κηλίδες στα φύλλα, οι οποίες βαθμιαία επεκτείνονται παράλληλα προς το κεντρικό νεύρο και μεταπίπτουν σε νεκρώσεις με αποτέλεσμα την ξήρανση μεγάλου μέρους του ελάσματος. Στο σύνολό τους, τα φυτά παρουσιάζουν καχεξία, νανισμό, μάρανση και αυξημένη θνησιμότητα. Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος αντιμετώπισης είναι η χρήση ανθεκτικών υβριδίων (www.gaiapedia.gr).

Εχθροί

Έντομα εδάφους: Τις ρίζες του αραβοσίτου και το λαιμό προσβάλλουν οι αγρότιδες, οι σιδηροσκώληκες και πολύ λιγότερο άλλα έντομα. Αντιμετωπίζονται με στράγγιση εδάφους, θερινές αρόσεις και αμειψισπορά (μηδική, φασόλια, μπιζέλια). Εντομοκτόνα κυρίως χρησιμοποιούνται σε ανάμιξη με τον σπόρο. Η ενσωμάτωση στο χωράφι (γραμμή σποράς) κοστίζει πολύ.

Έντομα υπέργειου τμήματος: Το στέλεχος και τα φύλλα προσβάλλονται από το πράσινο σκουλήκι, τη σεσάμια, την πυραλίδα, τη σποδόπτερα και τις αφίδες. Το πράσινο σκουλήκι (*Helicoverpa armigera*) και η σεσάμια (*Sesamia cretica*) είναι λεπιδόπτερο που προσβάλλει τα στελέχη, τα φύλλα, τις φάβες και κατόπιν τους σπάδικες μόλις εμφανιστούν. Όταν η προσβολή είναι πάνω από 5 %, συνιστάται ψεκασμός με εντομοκτόνο (endosulfan, carbaryl, diazinon) η χρησιμοποίηση ανθεκτικών υβριδίων. Επίσης προσβάλλει το στέλεχος, τα φύλλα και τους σπάδικες.

Έντομα αποθηκών: Τα έντομα που προσβάλλουν τον καρπό των χειμερινών σιτηρών (*Tinea granella*, *Sitotroga cerealella*, *Ephestia*, *Plodia*, *Calandra*) προσβάλλουν και τα εαρινά σιτηρά και αντιμετωπίζονται με τον ίδιο τρόπο. (Γαλανοπούλου - Σενδουκά, 1998).

2.7 Χρήσεις και προϊόντα

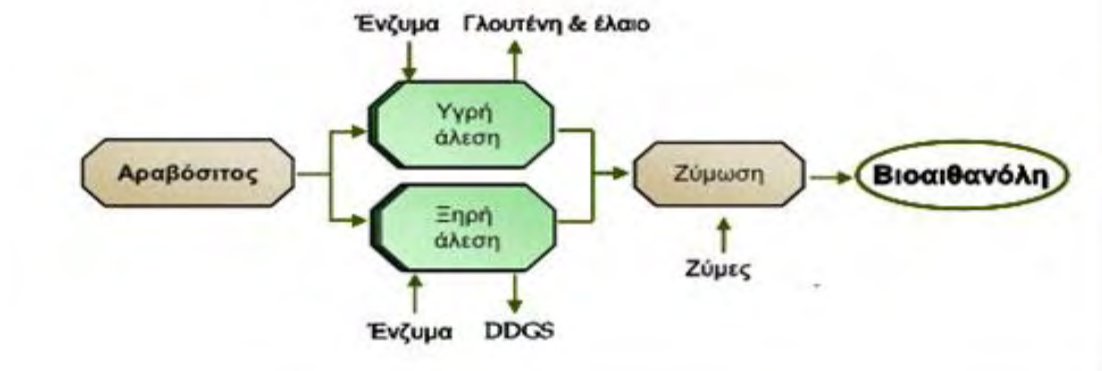
Το 65% του παραγόμενου αραβοσίτου χρησιμοποιείται στην κτηνοτροφία, ενώ το 15% χρησιμοποιείται για την παραγωγή τροφής και το υπόλοιπο 20% για βιομηχανικούς σκοπούς.

Από το έμβρυο εξάγεται λάδι, το αραβοσιτέλαιο, καθώς και βιταμίνες (E). Το αλεύρι του αραβοσίτου χρησιμοποιείται για την παρασκευή ψωμιού, για προϊόντα ζαχαροπλαστικής, στη βιομηχανία παιδικών τροφών, στην παρασκευή αλλαντικών, στη ζυθοποιία, στην παραγωγή ζαχάρων (αμυλοσιρόπι) και διάφορων αμυλούχων και ζαχαρούχων προϊόντων. Από γλυκόζη δεξτρίνη παράγονται κολλητικές ουσίες και αλκοολούχα ποτά (ουίσκι, οινόπνευμα κτλ.). Η πρωτεΐνη χρησιμοποιείται συνήθως ως τροφή αλλά και για παρασκευή πλαστικών και χρωμάτων.

Ο αραβόσιτος έχει ακόμη χρήσεις κτηνοτροφικές ως καρπός ολόκληρος, χοντροαλεσμένος ή σε ανάμειξη με άλλους πρωτεϊνούχους καρπούς, ενώ η βιομάζα του φυτού μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ενσίρωμα. Το άμυλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή διάφορων χημικών και βιομηχανικών προϊόντων, στη βυρσοδεψία και υφαντουργία. Οι πρωτεΐνες του καρπού χρησιμεύουν στην παρασκευή φαρμακευτικών και βιομηχανικών προϊόντων, όπως αντιβιοτικά, βιοπλαστικά, αλλά και το λάδι του καρπού είναι επίσης κατάλληλο για διάφορες βιομηχανικές χρήσεις στη σαπωνοποιία, στην επεξεργασία δέρματος κ.ά. (Καραμάνος, 1999:21-197). Άλλες χρήσεις μικρής σημασίας είναι η παρασκευή κυτταρίνης από τα στελέχη, καπνοσυριγγών (πίπες) από τις ράχες κλπ. (Γαλανοπούλου - Σενδουκά, 1998).

Οι άξονες των σπαδικών χρησιμοποιούνται σαν βιοκαύσιμο και για την παραγωγή διαφόρων διαλυτών χρήσιμων στη βιομηχανία. Τα υπολείμματα καλλιεργειών του αραβόσιτου αποτελούν άφθονη, ανέξοδη πηγή βιομάζας που μπορεί να αφαιρεθεί από τους αγρούς χωρίς επιβλαβή προϊόντα ή περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αν χρησιμοποιηθεί η κατάλληλη διαχείριση (Kim and Dale, 2004). Εξειδικευμένες σόμπες καλαμποκιού (παρόμοιες με σόμπες ξύλου) είναι διαθέσιμες και χρησιμοποιούν ζωοτροφές είτε pellets καλαμποκιού για την παραγωγή θερμότητας. Οι στάχτες του αραβόσιτου χρησιμοποιούνται επίσης ως πηγή καυσίμου-βιομάζας.

Παραγωγή βιοαιθανόλης από αραβόσιτο



Εικόνα(2.7.1): Παραγωγή βιοαιθανόλης από αραβόσιτο. (Πηγή: google.com)

Κατά τη χρήση του καλαμποκιού για την παραγωγή καυσίμου, η αιθανόλη αναμιγνύεται με βενζίνη για να μειωθεί η ποσότητα των ρύπων που εκπέμπονται όταν χρησιμοποιείται ως καύσιμο οχημάτων. Οι υψηλές τιμές των καυσίμων στα μέσα του 2007 οδήγησε σε αύξηση της ζήτησης αιθανόλης, η οποία με τη σειρά της οδήγησε σε αύξηση των τιμών που καταβάλλονται στους γεωργούς για τον αραβόσιτο. Το καλαμπόκι χρησιμοποιείται ευρέως στη Γερμανία ως πρώτη ύλη για μονάδες παραγωγής βιοαερίου. Εκεί ο αραβόσιτος συγκομίζεται, τεμαχίζεται και στη συνέχεια τοποθετείται σε σφιγκτήρες ενσίρωσης από τους οποίους τροφοδοτείται εντός των μονάδων βιοαερίου. Αυτή η διαδικασία κάνει χρήση ολόκληρου του φυτού και όχι απλώς τη χρήση των σπόρων όπως στην παραγωγή της αιθανόλης.

3. Ποιότητα σπόρου

Σπόρος

Ο σπόρος του καλαμποκιού χωρίζεται σε τρία μέρη: Το περικάρπιο (7%), το έμβρυο (12%) και το ενδοσπέρμιο (81%). Διατροφικά περιλαμβάνει μεγάλες ποσότητες ενέργειας αλλά είναι φτωχός σε πρωτεΐνες ανόργανα συστατικά και βιταμίνες. Πίνακας (3.0.1).

Πίνακας (3.0.1): Πίνακας θρεπτικών συστατικών αραβοσίτου. Πηγή: (<https://el.wikipedia.org>)

| Θρεπτικά συστατικά | Πρωτεΐνες (%) | Λίπος (%) | Κυτταρίνη (%) | Ασβέστιο gr/kg | Φώσφορος gr/kg | Προβιταμίνη A (U.I/kg) |
|--------------------|---------------|-----------|---------------|----------------|----------------|------------------------|
| Καλαμπόκι | 12 | 1,9 | 6 | 0,6 | 3,7 | 700 |

Ποιότητα σπορών

Ο ποιοτικός σπόρος ορίζεται ως ποικιλιακά καθαρός με υψηλό ποσοστό βλάστησης, απαλλαγμένος από ασθένειες και παθογόνους οργανισμούς και με κατάλληλη περιεκτικότητα σε υγρασία. Εξασφαλίζει γρήγορη και πλούσια βλάστηση, έντονη ανάπτυξη, καθώς και υψηλότερη παραγωγή ανά μονάδα επιφάνειας. Θεωρείται ο πρωτεύον παράγοντας για την αύξηση της απόδοσης. Τέτοιοι σπόροι έχουν την ικανότητα αποδοτικής χρήσης των εισροών όπως λιπάσματα και άρδευση.

Σημασία της ποιότητας σπόρου:

- Οι σπόροι είναι ζωτικής σημασίας για την καλλιέργεια διότι είναι η φθηνότερη εισροή στην καλλιέργεια και το κλειδί για την πρόοδο της γεωργίας
- Η κατάσταση των καλλιεργειών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα υλικά σπόρων που χρησιμοποιούνται για σπορά
- Η ανταπόκριση των άλλων εισροών στην καλλιέργεια εξαρτάται από το χρησιμοποιούμενο υλικό σπόρων (Mirza Hasanuzzaman.)

Οι κακές ποιότητες σπόρων οδηγούν σε υπερβολική αραίωση ή μείωση των αποδόσεων λόγω υπερπληθυσμού, οι οποίες σαν αποτέλεσμα μειώνουν την αποδοτικότητα. Ο βαθμός υποβάθμισης του σπόρου εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες κατά την ωρίμανση και από τις πρακτικές συγκομιδής, συσκευασίας και αποθήκευσης.

Χαρακτηριστικά ποιοτικών σπόρων

- Γενετική καθαρότητα σπόρου
- Καθαρότητα ως προς την περιεκτικότητα σε σπόρους άλλων φυτικών ειδών
- Καθαρότητα ως προς την περιεκτικότητα σε σπόρους άλλων ποικιλιών
- Καθαρός από σπόρους ζιζανίων
- Καθαρός από εχθρούς και ασθένειες
- Υψηλή βλαστική ικανότητα και ευρωστία
- Κατάλληλη περιεκτικότητα σε υγρασία
- Ομοιομορφία των σπόρων

Βλαστική ικανότητα ενός σπόρου

Είναι το ποσοστό των σπόρων που είναι σε θέση να βλαστήσουν και να δώσουν φυτάρια, όταν βρεθούν σε ευνοϊκές συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και φωτισμού στο σύνολο των σπόρων που τίθενται κάτω από τέτοιες συνθήκες. Η βλάστηση του σπόρου ξεκινάει με την είσοδο του νερού στο σπόρο και στην συνέχεια με την απορρόφηση από το έμβρυο. Συγχρόνως με αυτή τη διαδικασία απορροφάται οξυγόνο και επιτυγχάνεται η αναπνοή και παράλληλα η παραγωγή ενέργειας και η δημιουργία νέων κυττάρων και ιστών. Με την έναρξη της δημιουργίας νέων κυττάρων και ιστών, το ριζίδιο σχηματίζει την πρωτογενή ρίζα (Γαλανοπούλου, 2000). Η βλαστικότητα των σπόρων επηρεάζεται από τους εξής παράγοντες:

- Συνθήκες που επικρατούσαν κατά τον σχηματισμό και την ωρίμανση του σπόρου πάνω στο μητρικό φυτό.
- Προσβολή του σπόρου από ασθένειες ή έντομα μετά την συλλογή του.

- Η υγρασία των σπόρων.
- Οι συνθήκες αποθήκευσης των σπόρων.

Ο έλεγχος βλαστικής ικανότητας αποτελεί τον καλύτερο δείκτη της ικανότητας των σπόρων να δώσουν φυτάρια στο χωράφι. Συνεπώς, προτιμώνται στο χωράφι σποροπαρτίδες που έχουν παρουσιάσει υψηλή βλαστική ικανότητα. Η αναλυτική καθαρότητα και η βλαστική ικανότητα μπορούν να συνδυαστούν σε μια παράμετρο γνωστή και ως <<καθαρός ζωντανός σπόρος>> που δίδεται από τον τύπο-
 $(\% \text{αναλυτική καθαρότητα}) \times (\text{βλαστική ικανότητα})$ (Γούλας, 2002).

Τα πειράματα έχουν δείξει ότι όταν οι περιβαλλοντικές συνθήκες του αγρού είναι πολύ καλές, τα αποτελέσματα των δοκιμών βλαστικότητας μπορούν να προβλέψουν με μεγάλη ακρίβεια το ποσοστό φυτρωτικής ικανότητας. Αντίθετα, στις περιπτώσεις όπου το περιβάλλον του αγρού απέχει πολύ από το ιδανικό, τότε η πρόβλεψη του φυτρώματος, μέσω των δοκιμών βλαστικότητας του σπόρου, έχει μικρά ποσοστά επιτυχίας. Επομένως οι παραγωγοί χρειάζονται σπόρους με μεγάλη ευρωστία, ώστε να έχουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερο πληθυσμό φυτών στο χωράφι.

Φυτρωτική ικανότητα

Αποτελεί μέτρο της βιωσιμότητας των σπόρων και ορίζεται ως ο αριθμός των φυτών ανά μονάδα επιφάνειας εδάφους. Οι παράγοντες που μπορεί να παρεμποδίζουν το φύτεμα του σπόρου είναι η υποβαθμισμένη ποιότητα του σπόρου, ασθένειες, πλημμύρες, σχηματισμός κρούστας στο έδαφος, η υπολειμματικότητα ζιζανιοκτόνων και οι χαμηλές θερμοκρασίες (Oosterhuis, 1963). Οι παράγοντες που το επηρεάζουν θετικά είναι ο επαρκής αερισμός και υγρασία εδάφους, καθώς και η θερμοκρασία εδάφους μεγαλύτερη των 18ο C (Γαλανοπούλου, 2000).

Υβρίδιο

Διαφορές των υβριδίων από τους πληθυσμούς καλαμποκιού

- Μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά (ανθοφορία, ύψος φυτών, αντοχή σε ασθένειες και έντομα).
- Μεγαλύτερη απόδοση των υβριδίων.
- Μικρότερη αντοχή σε αντίξοες συνθήκες των υβριδίων.

Ενέργειες για τη δημιουργία των υβριδίων

- Βελτίωση πληθυσμών καλαμποκιού οι οποίοι διαθέτουν τα επιθυμητά αγρονομικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά για τη δημιουργία καθαρών σειρών.
- Δημιουργία καθαρών σειρών με διαδοχικές αυτογονιμοποιήσεις για 5-6 χρόνια, των φυτών που επιλέχθηκαν από τους βελτιωμένους πληθυσμούς έχοντας έτσι σχεδόν την πλήρη ομοζυγωτία αυτών. Οι καθαρές σειρές δημιουργούνται για να αναγνωρίσουμε τους ειδικούς συνδυασμούς αυτών, που μας δίνουν τα πιο αποδοτικά απλά υβρίδια.
- Εκτιμάται η ειδική συνδυαστική ικανότητα των καθαρών σειρών με διαλληλικές διασταυρώσεις. Έτσι λοιπόν, οι καθαρές σειρές χωρίζονται σε ομάδες των 6-7 σειρών ανάλογα με την πρωιμότητα και την προέλευσή τους και διασταυρώνονται σε όλους τους δυνατούς συνδυασμούς μεταξύ τους.

Κατηγορίες των υβριδίων καλαμποκιού

Τα υβρίδια καλαμποκιού χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Τα απλά υβρίδια τα οποία προέρχονται από την διασταύρωση δυο καθαρών σειρών (AxB).
- Τα διπλά τα οποία προέρχονται από την διασταύρωση δυο απλών υβριδίων, περιλαμβάνουν δηλαδή τέσσερις καθαρές σειρές (AxB) x (ΓxΔ).
- Τα υβρίδια τριών καθαρών σειρών που προέρχονται από την διασταύρωση ενός απλού υβριδίου και μιας καθαρής σειράς (AxB) x Γ.

Τα πρώτα υβρίδια που καλλιεργήθηκαν ήταν τα διπλά για το λόγο ότι ήταν ευκολότερη η σποροπαραγωγή τους ενώ ο σπόρος τους κόστιζε λιγότερο.

Πρωιμότητα υβριδίων και δείκτης FAO

Η πρωιμότητα των υβριδίων καλαμποκιού παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην δυναμικότητα του υβριδίου. Τα υβρίδια μακρού βιολογικού κύκλου έχουν μεγαλύτερη παραγωγή από τα υβρίδια μικρότερου βιολογικού κύκλου. Η πρωιμότητα των υβριδίων δηλώνεται παγκόσμια με ένα αριθμό, το δείκτη FAO, ο οποίος μας δίνει το άθροισμα των θερμικών μονάδων, πάνω από μια θερμοκρασία που χρησιμοποιείται ως βάση (8°C η 10°C) και μέχρι την θερμοκρασία των 30°C, από τη σπορά μέχρι την άνθηση των θηλυκών ανθέων, υπολογίζεται από τον τύπο:

$$FAO = \text{θερμοκρασία ημέρας} + \text{ελάχιστη θερμοκρασία ημέρας} / 2 - 8 \text{ ή } 10$$

Το άθροισμα των θερμικών μονάδων όλων των ημερών, από την σπορά μέχρι την ανθοφορία των θηλυκών ανθέων, που θα προκύψει από τον παραπάνω τύπο, μας δίνει τον δείκτη FAO, δηλ. την πρωιμότητα του υβριδίου.

Τα υβρίδια ανάλογα με τον δείκτη FAO, κατατάσσονται σε τρεις μεγάλες ομάδες πρωιμότητας:

1. Μικρού βιολογικού κύκλου: δείκτης FAO < 450
2. Μέσου βιολογικού κύκλου: 500 < δείκτης FAO < 600
3. Μεγάλου βιολογικού κύκλου: δείκτης FAO > 650

Επιλογή κατάλληλου υβριδίου

Οι παράγοντες που καθορίζουν την εκλογή του κατάλληλου υβριδίου είναι οι εξής:

- Η διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου
- Η αποδοτικότητα του υβριδίου καθώς και άλλα αγρονομικά χαρακτηριστικά του τα οποία συνδέονται θετικά με την απόδοση. (αντοχή στο πλάγιασμα, ασθένειες, έντομα κλπ.)
- Η επάρκεια του νερού, η οποία είναι ο σπουδαιότερος παράγοντας από τον οποίο εξαρτάται η δυνατότητα καλλιέργειας των υβριδίων.

4. Μέτρηση ποιότητας σπόρου

Θερμό τεστ

Το τυποποιημένο τεστ βλαστικότητας ή θερμό τεστ πραγματοποιείται σε ιδανικές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας για τη βλάστηση και την ανάπτυξη των φυταρίων. Με βάση τον ISTA για την πραγματοποίηση της δοκιμής χρησιμοποιούνται είτε στυπόχαρτα, όπου τοποθετούνται οι σπόροι και μεταφέρονται σε θάλαμο-βλαστητήριο. Η θερμοκρασία στο θάλαμο μπορεί να είναι σταθερή στους 30° C ή να εναλλάσσεται σε θερμοκρασίες ημέρας – νύχτας μεταξύ 30 και 20° C. Ο θάλαμος λειτουργεί για 16 ώρες στους 20 °C και στη συνέχεια στους 30 °C για 8 ώρες. Η δοκιμασία αποτελείται από 4 ή 8 επαναλήψεις των 50 σπόρων η κάθε μία. Έτσι το δείγμα μας μπορεί να αποτελείται από 400 ή 200 σπόρους. Μετά από 4 ημέρες γίνεται έλεγχος των σπόρων. Οι σπόροι που βλάστησαν και έχουν μήκος ριζιδίου μεγαλύτερο ή ίσο από 3,8 cm. και βρίσκονται σε κανονική φυσιολογική και ανατομική κατάσταση καταμετρούνται (Staus and Hopper, 1984). Μια δεύτερη μέτρηση πραγματοποιείται στις 8 ημέρες από την έναρξη του τεστ. Στο τέλος, το άθροισμα των επιμέρους μετρήσεων αποτελεί το ποσοστό των σπόρων που βλάστησαν. Επίσης, μπορεί να γίνει διαχωρισμός των φυταρίων σε φυσιολογικά/κανονικά, μη φυσιολογικά ή προσβεβλημένα και νεκροί ή σκληροί σπόροι (www.seednet.op). Η ελάχιστη αποδεκτή βλαστική ικανότητα σε αυτές τις ιδανικές συνθήκες είναι 80%.

Ψυχρό τεστ

Αποτελεί τεστ καταπόνησης, για την εκτίμηση της βλαστικής ικανότητας των σπορών, που προσομοιώνει τις συνθήκες που επικρατούν στο χωράφι στις πρώιμες σπορές, με την εφαρμογή υψηλής εδαφικής υγρασίας (>70%) και την επικράτηση χαμηλών θερμοκρασιών. Η διαδικασία έχει ως στόχο να αξιολογήσει την ανταπόκριση των σπορομερίδων, που υποβάλλονται σ' ένα συνδυασμό χαμηλών θερμοκρασιών και υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία του υποστρώματος και αν είναι δυνατόν την παρουσία παθογόνων. Οι χαμηλές θερμοκρασίες στις οποίες υποβάλλονται οι σπόροι και τα νεαρά φυτά προκαλούν τραυματισμό του ριζιδίου, μείωση στην επιμήκυνση της

υποκοτύλης, μείωση του ποσοστού βλάστησης και στο ρυθμό ανάπτυξης των φυταρίων, υποβάθμιση του σπόρου και αύξηση των προσβολών από παθογόνα κυρίως στους σπόρους χαμηλής ευρωστίας (AOSA, 1967; Pollock and Toole, 1966). Κατά συνέπεια, η ευρωστία της σπορομερίδας είναι ανάλογη με το βαθμό επιβίωσης των σπόρων όταν εκτίθενται σε δυσμενή περιβάλλοντα.

Οι σπόροι τοποθετούνται σε στυπόχαρτα με ή χωρίς χόμα και διατηρούνται στους 5 - 10° C για 4 με 7 ημέρες. Μετά την ψυχρή περίοδο, οι σπόροι εκτίθενται σε ιδανικές συνθήκες για βλάστηση. Συγκεκριμένα τοποθετούνται σε θερμοκρασία 20° C για 5 ημέρες και στη συνέχεια γίνεται αξιολόγηση της βλάστησης. Το ποσοστό των κανονικών φυταρίων θεωρείται δείκτης της ευρωστίας του σπόρου. Οι εύρωστοι σπόροι φυτρώνουν ταχύτερα σε ψυχρά περιβάλλοντα σε σχέση με τους σπόρους χαμηλής ευρωστίας.

Cool test

Το Cool Test διεξάγεται ώστε να μετρηθεί η βλαστική δύναμη των σπόρων. Πρόκειται για μια τεχνική των Bird και Reyes (1967) που βασίζεται στην δημιουργία κατάστασης stress. Η δοκιμασία αποτελείται από 4-8 επαναλήψεις των 50 σπόρων. Αρχικά, οι σπόροι ανά ομάδες των 50, τοποθετούνται και τυλίγονται μέσα σε διηθητικό χαρτί, το οποίο βρέχεται αρκετά με απιονισμένο νερό. Στη συνέχεια, τα διηθητικά χαρτιά που περιέχουν τους σπόρους, μπαίνουν ανά ομάδες σε φάκελο από σκληρότερο χαρτί και βρέχονται με απιονισμένο νερό. Τέλος, οι φάκελοι αυτοί τοποθετούνται μέσα σε πλαστικές σακούλες εργαστηρίου. Η παραπάνω διαδικασία γίνεται ώστε να διατηρηθεί υγρασία στους σπόρους, καθώς οι πλαστικές σακούλες παραμένουν σε θερμοθάλαμο στους 18°C για 7 ημέρες. Η διακύμανση της μεταβολής του ποσοστού βλαστικότητας του δείγματος στο θερμό test έχει αποδειχτεί ότι στους 400 και στους 200 σπόρους πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ των 7 και 9 ποσοστιαίων μονάδων αντίστοιχα. Έτσι ένας σπόρος που έχει ποσοστό που χαρακτηρίζεται με 80% βλάστηση, σημαίνει ότι η βλαστικότητα των δοκιμών μπορεί να κυμαίνεται από 73 έως 87 τοις εκατό στους 400 σπόρους δείγματος, ενώ στους 200 σπόρους μπορεί να κυμαίνεται από 71 έως 89 τοις εκατό και τα αποτελέσματα να μπορούν να θεωρηθούν ακόμη ανάλογα.

Υπολογισμός ζωηρότητας του σπόρου

Για την κατηγοριοποίηση του σπόρου ως προς την ποιότητά του, μπορεί να υπολογιστεί ο δείκτης ζωηρότητάς του. Ο υπολογισμός αυτός γίνεται αθροίζοντας την τιμή του ψυχρού τεστ και την τιμή της 4ης ημέρας από το πείραμα του θερμού τεστ. Για παράδειγμα, αν έχουμε θερμό 90% και ψυχρό 70%, τότε $\Delta Z = 160$. Συνεπώς, με το πέρας των διαδικασιών του ψυχρού και του θερμού τεστ, υπολογίστηκε ΔZ για κάθε σπορομερίδα. Τα όρια είναι τα εξής: $\Delta Z > 160$ —>· εξαιρετική ποιότητα $\Delta Z = 140 - 160$ — πολύ καλή ποιότητα $\Delta Z = 120 - 140$ —> μέτρια ποιότητα $\Delta Z < 120$ — χαμηλή ποιότητα. Οι σπόροι που έχουν ΔZ πάνω από 140 θεωρούνται πολύ καλής ποιότητας, έτοιμοι να ανταπεξέλθουν σε δύσκολες συνθήκες. Οι υπόλοιποι, με ΔZ κάτω από 140, απορρίπτονται από την D & PL International (www.agronews.gr).

Ευρωστία

Η ευρωστία είναι το σύνολο όλων των ιδιοτήτων του σπόρου, οι οποίες καθορίζουν το επίπεδο δραστηριότητας και καλής ανάπτυξής του, κατά τη διάρκεια της βλάστησης και της ανάπτυξης του σπορόφυτου. Παρτίδες σπόρων υψηλής ευρωστίας βλαστάνουν γρήγορα, ομοιόμορφα και σε υψηλό ποσοστό, ακόμα και κάτω από σχετικά αντίξοες συνθήκες. Αντίθετα, χαμηλής ευρωστίας παρτίδες φυτρώνουν σε χαμηλό ποσοστό, αργά και ανομοιόμορφα, με τους σπόρους να πλήττονται σε βαθμό αντιστρόφως ανάλογο με την καταλληλότητα των συνθηκών για τη βλάστηση των σπόρων. Η ευρωστία είναι το μέγεθος εκείνο, που εκφράζει τη συνολικά φυσιολογική κατάσταση του σπόρου κάποια δεδομένη στιγμή. Η φυσιολογική επομένως, υποβάθμιση των σπόρων, συνεπάγεται και μείωση της ευρωστίας τους. Άρα η βασική αιτία για τη χαμηλή ευρωστία μίας παρτίδας σπόρων είναι το φαινόμενο της φυσιολογικής υποβάθμισης (γήρανσης). Ο ρυθμός γήρανσης των σπόρων προκαθορίζεται από τον ιδιαίτερο γενετικό κώδικα κάθε είδους. Μπορεί όμως να μεταβληθεί από συνθήκες που επικράτησαν κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των σπόρων. Το μέγιστο δυναμικό για την απόλυτη έκφραση της ευρωστίας των σπόρων, παρουσιάζεται τη στιγμή της φυσιολογικής ωρίμανσης. Από το σημείο εκείνο και έπειτα, καθώς η διαδικασία της γήρανσης προχωρά, η ευρωστία των σπόρων μειώνεται (Γεωργιόπουλος Γ. 2004).

Ευρωστία και απόδοση

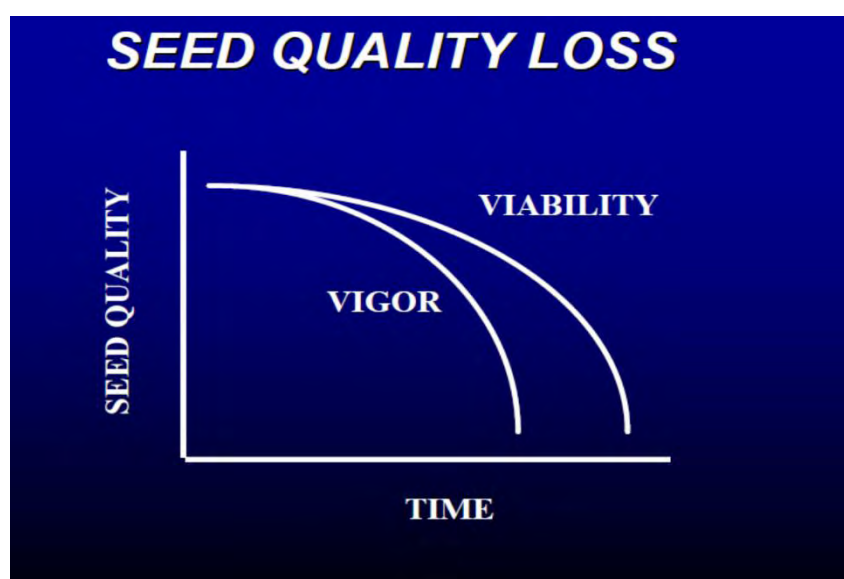
Η επίδραση της ευρωστίας του σπόρου στην απόδοση εξαρτάται από το είδος της συγκομιδής. Αν τα φυτά συγκομίζονται κατά τη διάρκεια της βλαστικής ή αναπαραγωγικής περιόδου, τότε υπάρχει θετική συσχέτιση της απόδοσης με την ευρωστία του σπόρου.

Για τα ετήσια φυτά που καλλιεργούνται κάτω από φυσιολογικές συνθήκες, η συσχέτιση μεταξύ απόδοσης και ευρωστίας σπόρου είναι ελάχιστη αφού η φωτοσυνθετική ικανότητα των φύλλων δεν επηρεάζεται από την ευρωστία του σπόρου αλλά από τη γενετική του σύσταση. Η υψηλή ευρωστία επιδρά στην αύξηση της καλλιέργειας σε σχέση με την κανονική. Η μείωση της απόδοσης είναι έμμεσα συσχετιζόμενη με τη χαμηλή ευρωστία του σπόρου, εάν ο σπόρος αποτύχει να αναπτυχθεί γρήγορα και ομοιόμορφα, και να δημιουργήσει έναν πληθυσμό φυτών κάτω από κρίσιμο όριο.

Βιωσιμότητα: Η ικανότητα του σπόρου να φυτρώνει και να παράγει υγιή φυτάρια.

Σχέση ευρωστίας και βιωσιμότητας

Όταν έχουμε υψηλή ποιότητα σπόρου συναρτήσει με τον χρόνο, τότε η ποιότητα του σπόρου έχει την τάση να εξασθενεί μέσω της μείωσης της ευρωστίας και της βιωσιμότητας (Πίνακας 4.0.1).



Σχεδιάγραμμα (4.0.1): Διάγραμμα απώλειας ποιότητας σπόρου

Η σημασία της γενετικής καθαρότητας του πιστοποιημένου σπόρου

Η αποτελεσματικότερη αξιοποίηση των δυνατοτήτων του υβριδίου προϋποθέτει την ύπαρξη γενετικής καθαρότητας του πιστοποιημένου σπόρου που εγγυάται ότι ο σπόρος ανταποκρίνεται στο πρότυπο του βελτιωτή που το δημιούργησε. Ο πιστοποιημένος σπόρος των σύγχρονων υβριδίων στην ελληνική αγορά παράγεται με την συμβατική διαδικασία του ευνουχισμού (Goulas & Galanopoulou, 1996) ενώ στις Η.Π.Α. αξιοποιείται και η κυτοπλασματική αρρενοστεριότητα (CMS). Η βασική αιτία μειωμένης γενετικής καθαρότητας σε πιστοποιημένο υβριδιοσπορο είναι η παρουσία φυτών καθαρής σειράς (του θηλυκού γονέα). Αυτό μπορεί να οφείλεται είτε σε απουσία τέλειου ευνουχισμού (π.χ. καθυστέρηση ευνουχισμού) (Wych, 1988), είτε σε επιμόλυνση από ξένη γύρη στον αγρό απομόνωσης.

5. Εποχή σποράς

Για να προσδιορίσουμε την κατάλληλη εποχή σποράς, χρησιμοποιούμε συνήθως την θερμοκρασία του εδάφους η αλλιώς κάνουμε ημερολογιακό προσδιορισμό. Για μια υγιή σπορά η θερμοκρασία εδάφους θα πρέπει να σταθεροποιηθεί στους 10 °C (Hicks and Thompson, 2004). Για να έχουμε μέγιστη δυνατή παραγωγή, επιβάλλεται η ύπαρξη επιτυχημένου φυτρώματος, ευνοϊκών συνθηκών για αύξηση και ανάπτυξη και μεγάλης βλαστικής περιόδου ώστε τα φυτά να μπορούν να ολοκληρώσουν με άνεση τον βιολογικό τους κύκλο. Όσο αφορά τον βιολογικό κύκλο του καλαμποκιού, είναι γνωστό ότι σε πρώιμες σπορές (20 Απριλίου) προτιμώνται υβρίδια μεγάλου βιολογικού κύκλου, ενώ σε περιπτώσεις οψιμότερης σποράς προτιμώνται υβρίδια μικρότερου βιολογικού κύκλου. Σύμφωνα με τον Norwood (2001), όσο αυξάνεται το μήκος του βιολογικού κύκλου του υβριδίου τόσο αυξάνεται και η απόδοση της καλλιέργειας, γεγονός που οφείλεται στο ότι ο μεγάλος βιολογικός κύκλος προσφέρει περισσότερο χρόνο για φωτοσύνθεση.

Πίνακας (5.0.1): Κατηγοριοποίηση του βιολογικού κύκλου των υβριδίων ανάλογα με το χρόνο ωρίμανσης και τις απαιτήσεις σε γονιμότητα εδάφους και νερού.

| Βιολογικός κύκλος | Ημέρες από φύτρωμα έως ωρίμανση | Δείκτης F.A.O | Απαιτήσεις σε γονιμότητα εδάφους και σε ποσότητα νερού |
|--------------------------|--|----------------------|---|
| Μικρής διάρκειας | 90-115 | 200-400 | Μικρές |
| Μέσης διάρκειας | 115-130 | 400-600 | Μέσες |
| Μεγάλης διάρκειας | 130-145 | 600-800 | Μεγάλες |

Οι Berg et al. (2001) αναφέρουν ότι σε μελέτη που έγινε για την αντίδραση του καλαμποκιού σε διάφορες ημερομηνίες σποράς με υβρίδια καλαμποκιού διαφορετικής πρωιμότητας για 14 χρόνια (από το 1986 ως το 2001), βρέθηκε ότι κατά την περίοδο των πρώτων τριών εβδομάδων σποράς (17 Απριλίου- 7 Μαΐου) οι αποδόσεις είναι υψηλές και παρόμοιες, ενώ μετά το διάστημα αυτό αρχίζουν και μειώνονται.

Η εταιρία παραγωγής σπόρων BECK σε έρευνα που έκανε κατά το 2001 με δυο υβρίδια καλαμποκιού και έξι ημερομηνίες σποράς (23 Μαρτίου- 9 Ιουνίου) στις Η.Π.Α. διαπίστωσε πως οι πρώτες τρεις ημερομηνίες σποράς (23 Μαρτίου, 5 και 19 Απριλίου) δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους στην απόδοση, ενώ από εκεί και μετά η μείωση στην απόδοση ήταν φανερή και αυξανόταν σε κάθε μεταγενέστερη σπορά (beckshybrids.com).

6. Σκοπός πειράματος

Στόχο της παρούσας διατριβής αποτέλεσε η εκτίμηση της φυτρωτικής ικανότητας σπόρων ηλίανθου και καλαμποκιού, με γνώμονα τρεις παραμέτρους: Α. Η πρώτη παράμετρος είναι το γενετικό υλικό. Στο πλαίσιο αυτό, χρησιμοποιήθηκαν τρία διαφορετικά υβρίδια που παρουσιάζουν παραλλακτικότητα ως προς σημαντικά γνωρίσματα. Πλέον στην Ελλάδα δημιουργούνται απλά υβρίδια τα οποία συναγωνίζονται τα ξένα παραγωγικά υβρίδια και αξιοποιούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο της περιβαλλοντικές συνθήκες της χώρας μας. Β. Η δεύτερη παράμετρος είναι η ευρωστία του σπόρου. Είναι ευρέως γνωστό ότι οι σποροπαρτίδες υψηλής ευρωστίας βλαστάνουν γρήγορα, ομοιόμορφα και σε υψηλό ποσοστό, ακόμα και κάτω από σχετικά αντίξοες συνθήκες. Αντίθετα, χαμηλής ευρωστίας παρτίδες, φυτρώνουν σε χαμηλό ποσοστό, αργά και ανομοιόμορφα. Γ. Η τρίτη παράμετρος είναι η εποχή σποράς. Υπάρχουν πολλές αντικρουόμενες απόψεις για το πότε πρέπει να λαμβάνει χώρα η σπορά του καλαμποκιού. Αν θα πρέπει δηλαδή να εφαρμόσουμε πρώιμη σπορά, κανονική ή όψιμη. Πρώιμες σπορές γίνονται συνήθως σε θερμοκρασία 12-14 °C, ενώ η συνήθης κανονική σπορά στους 16 °C.



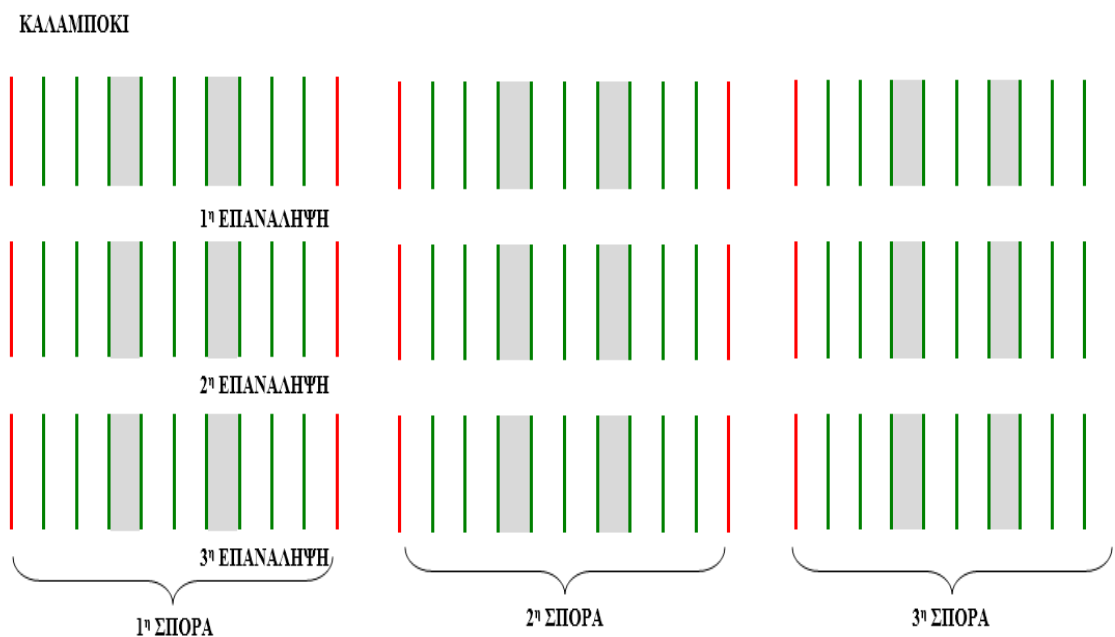
Εικόνα (6.0.1): Νεαρά φυτάρια καλαμποκιού και ηλίανθου αντίστοιχα. (Πηγή: www.syngenta.gr/
www.mistikakipou.gr)

7. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο το 2012. Στον πειραματικό αγρό έγινε έλεγχος της φυτρωτικής ικανότητας των σπόρων καλαμποκιού και ηλίανθου. Συγκεκριμένα, το υλικό ελέγχου αποτελούνταν από τρία υβρίδια καλαμποκιού με τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου, Arex: H, M, L (High, Medium, Low), Konsur: H, M, L (High, Medium, Low) και Korduna: H, M, L (High, Medium, Low) και ένα υβρίδιο ηλίανθου (GW011) με τρία επίπεδα ευρωστίας του σπόρου (High, Medium, Low).

Πραγματοποιήθηκαν τρεις σπορές για κάθε καλλιέργεια, στις 03/04/2012, 25/04/2012 και 14/05/2012. Η σπορά έγινε σε γραμμές 2 μέτρων και τοποθετήθηκαν 200 σπόρια σε κάθε γραμμή σε τρεις επαναλήψεις για το σύνολο των μεταχειρίσεων. Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε είναι split split plot in space. Έγινε καταμέτρηση της φυτρωτικής ικανότητας με την εμφάνιση των κοτυληδόνων και πραγματοποιήθηκε καταγραφή των φυτών κάθε 2 ημέρες περίπου.

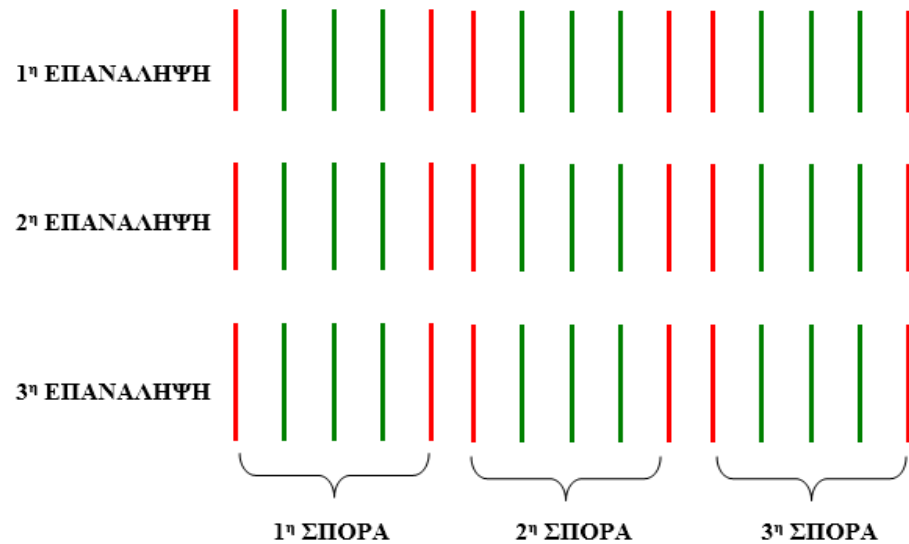
Πειραματικό σχέδιο



Εικόνα (7.0.1): Το πειραματικό σχέδιο για την σπορά καλαμποκιού στο αγρόκτημα του Βελεστίνου.

Οι πράσινες γραμμές δηλώνουν τις ποικιλίες με τα αντίστοιχα επίπεδα ευρωστίας, ενώ οι κόκκινες τα σύνορα της κάθε σποράς.

ΗΛΙΑΝΘΟΣ



Εικόνα (7.0.2): Το πειραματικό σχέδιο για την σπορά ηλίανθου στο αγρόκτημα του Βελεστίνου.

Σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο του καλαμποκιού και με τα δεδομένα του πειράματος έχουμε: 3 υβρίδια x 3 ποιότητες σπόρων x 3 επαναλήψεις x 3 εποχές σποράς = 81 σπόροι υβριδίων καλαμποκιού.



Εικόνα (7.0.3): Ανοιχτή αυλακία κατά την σπορά ηλίανθου.



Εικόνα (7.0.4): Το φυτόμα του ηλιάνθου στο αγρόκτημα του Βελεστίνου.

Κατά την λήψη των μετρήσεων από το χωράφι του Βελεστίνου, χρησιμοποιήθηκε ο πίνακας καταγραφής φυτρωτικής ικανότητας Πίνακας (7.0.4). Η χρήση του μας έκανε γνωστό τον μέσο χρόνο φυτρώματος, το ποσοστό φυτρώματος καθώς και τον ρυθμό φυτρώματος.

Πίνακας (7.0.7): Αρχική βλαστικότητα σπόρων ηλίανθου.

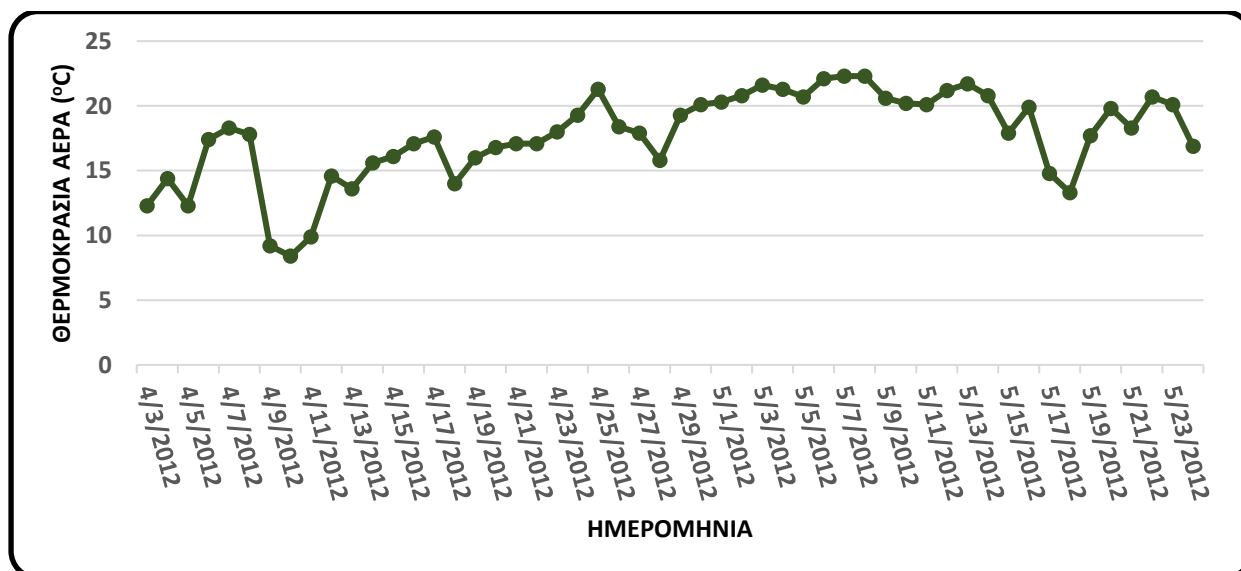
| Υβρίδιο Ηλίανθου | Ευρωστία σπόρου | Αρχική βλαστικότητα |
|------------------|-----------------|---------------------|
| GW011 | H | 95 |
| | M | 82 |
| | L | 33 |

Παράλληλα με τον έλεγχο της φυτρωτικής ικανότητας γινόταν και καταμέτρηση της θερμοκρασίας του εδάφους.

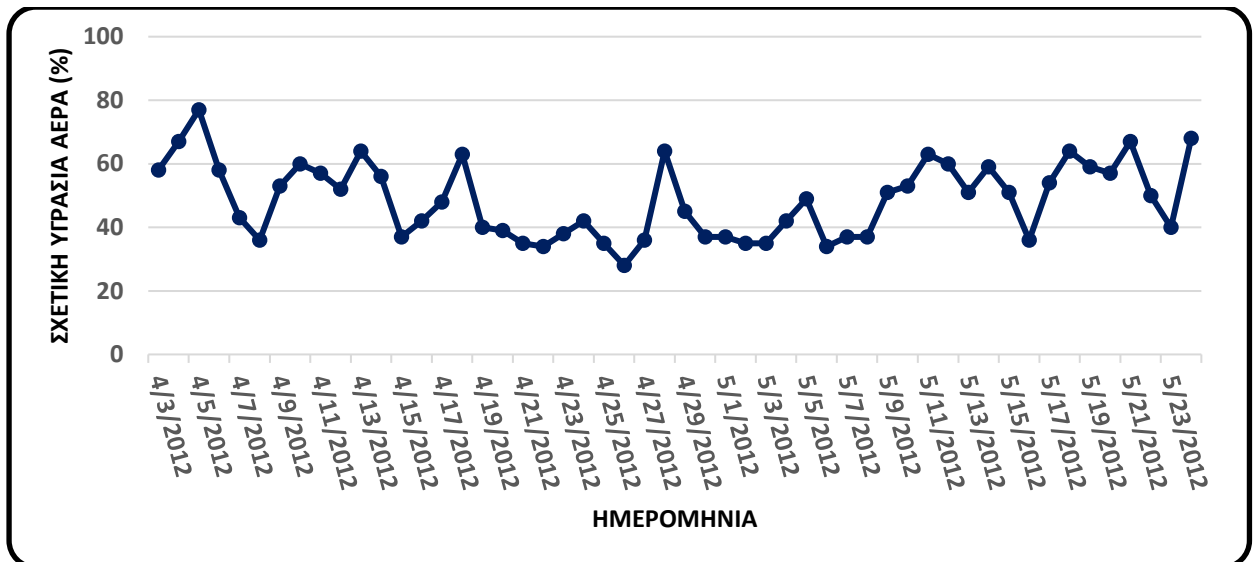
Έγινε στατιστική ανάλυση με τη χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS.

7.1 Κλιματικά δεδομένα

Οι τιμές της θερμοκρασίας αέρα και της σχετικής υγρασίας που επικράτησαν στις τρεις εποχές σποράς παρουσιάζονται στους Πίνακες (7.1.1) και (7.1.2) αντίστοιχα. Οι μέσες τιμές της θερμοκρασίας αέρα στο διάστημα λήψης των παρατηρήσεων ήταν 14,3 °C, 19,9 °C και 18,2 °C για την πρώτη, δεύτερη και τρίτη εποχή σποράς αντίστοιχα. Οι μέσες τιμές της σχετικής υγρασίας για τις αντίστοιχες περιόδους ήταν 54%, 39,8% και 55%.

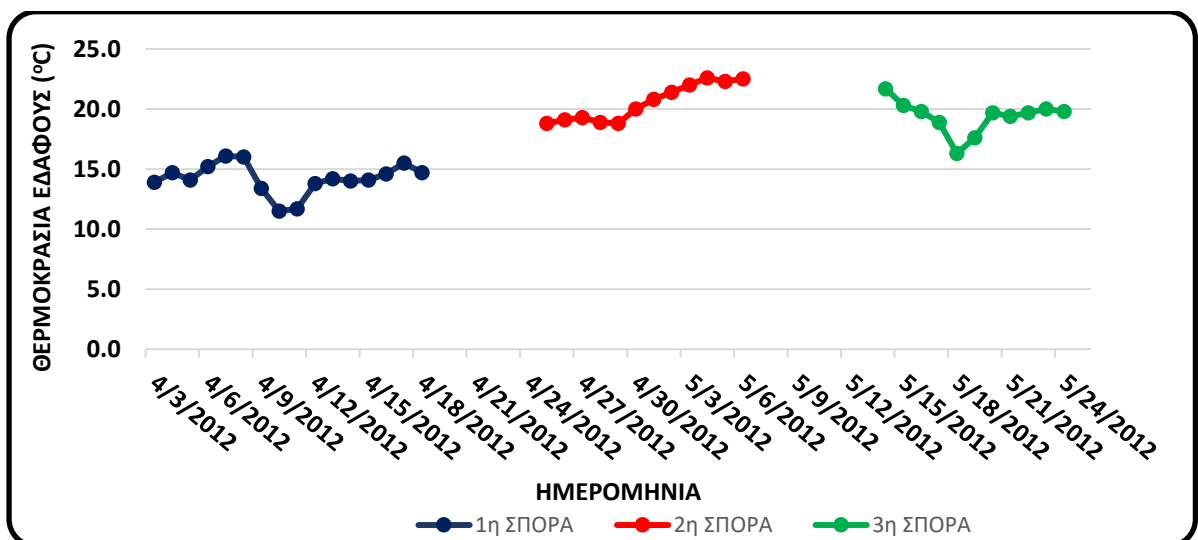


Σχεδιάγραμμα (7.1.1): Τιμές θερμοκρασιών αέρα που επικράτησαν κατά τη διάρκεια των τριών εποχών σποράς.



Πίνακας (7.1.2): Τιμές σχετικής υγρασίας αέρα που επικράτησαν κατά τη διάρκεια των τριών εποχών σποράς

Την περίοδο καταγραφής της φυτρωτικής ικανότητας μετρήθηκε και η θερμοκρασία εδάφους. Οι τιμές της θερμοκρασίας εδάφους που επικράτησαν στις τρεις εποχές σποράς παρουσιάζονται στον Πίνακα (7.1.3). Οι μέσες τιμές της θερμοκρασίας εδάφους στο διάστημα λήψης των παρατηρήσεων ήταν 14,2 °C, 20,5 °C και 19,4 °C για την πρώτη, δεύτερη και τρίτη εποχή σποράς αντίστοιχα.



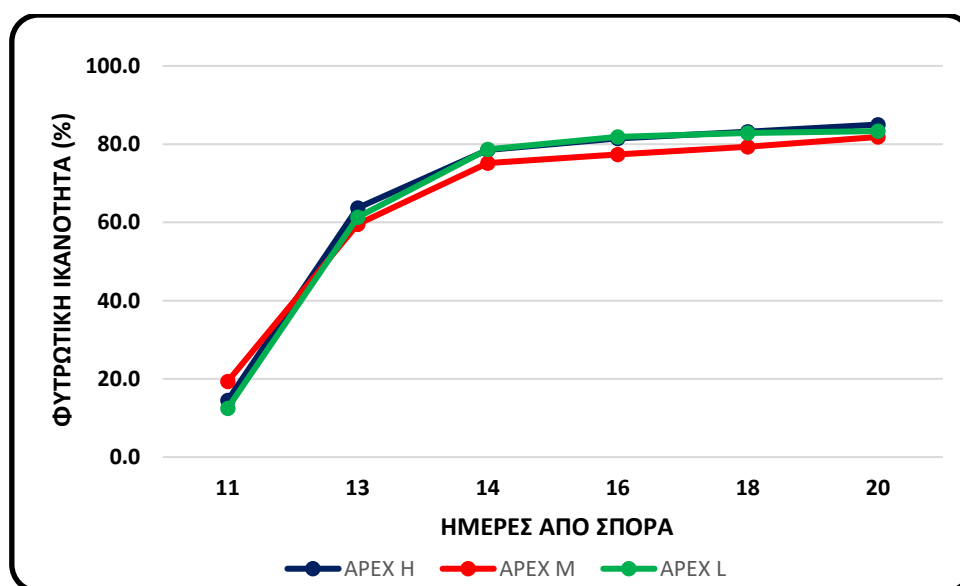
Πίνακας (7.1.3): Τιμές θερμοκρασίας εδάφους που επικράτησαν κατά τη διάρκεια των τριών εποχών σποράς.

8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

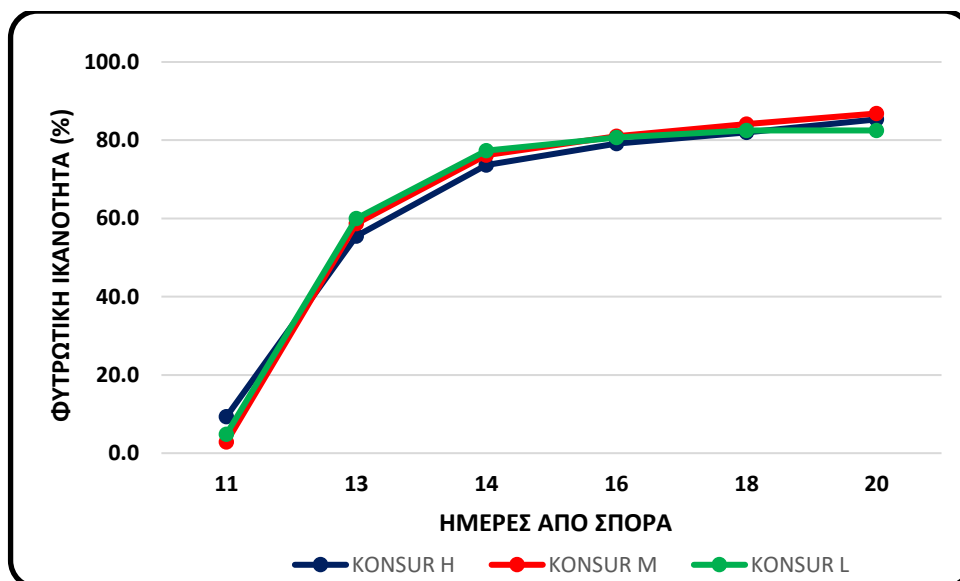
ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ

8.1 Εξέλιξη φυτρώματος

Στα υβρίδια Arex και Konsur δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στο ποσοστό φυτρώματος των σπόρων μεταξύ των αρχικών επιπέδων ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) σε όλες τις ημέρες από τη σπορά, κατά την πρώτη εποχή σποράς. Πίνακες (8.1.1) και (8.1.2).

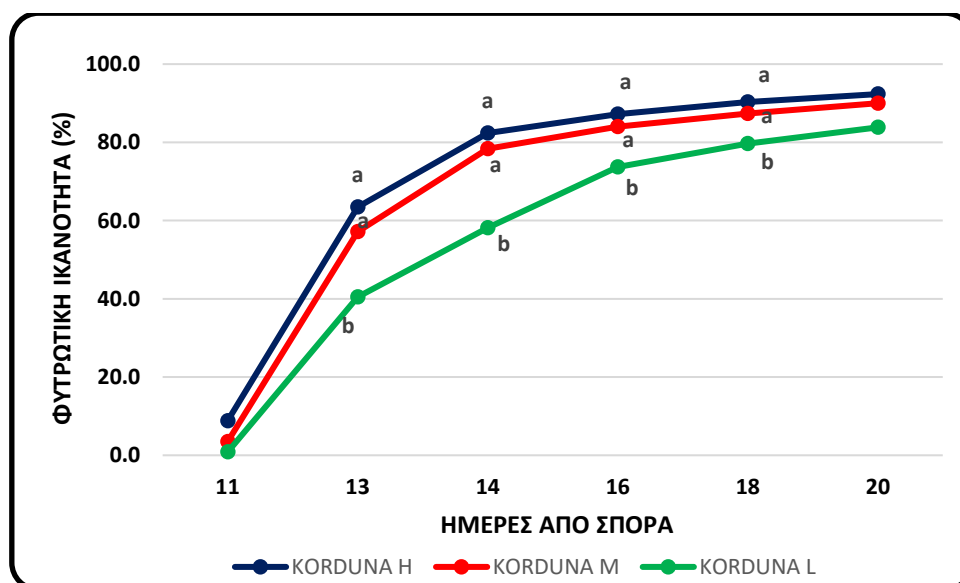


Σχεδιάγραμμα (8.1.1): Εξέλιξη φυτρώματος σπόρων καλαμποκιού του υβριδίου Arex με τρία επίπεδα ευρωστίας (H, M, L) κατά την πρώτη εποχή σποράς



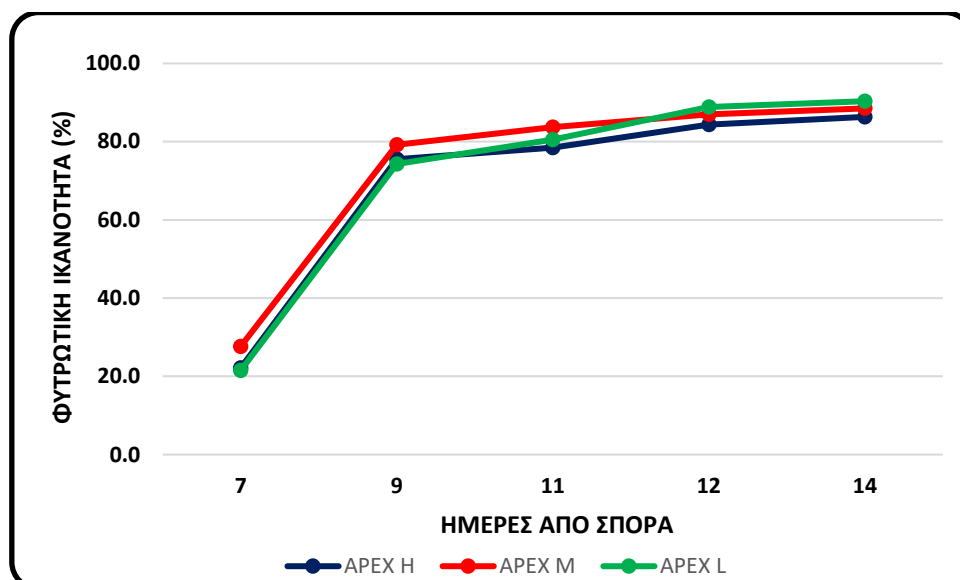
Σχεδιάγραμμα (8.1.2): Εξέλιξη φυτρώματος σπόρων καλαμποκιού του υβριδίου KONSUR με τρία επίπεδα ευρωστίας (H, M, L) κατά την πρώτη εποχή σποράς.

Στην ποικιλία Korduna προέκυψαν διαφορές στο ποσοστό φυτρώματος των σπόρων μεταξύ των τριών επιπέδων ευρωστίας κατά την πρώτη εποχή σποράς στις 13, 14, 16 και 18 ημέρες από τη σπορά. Οι σπόροι με υψηλό και μέσο αρχικό επίπεδο ευρωστίας δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ως προς το ποσοστό φυτρώματος Πίνακας (8.1.3).

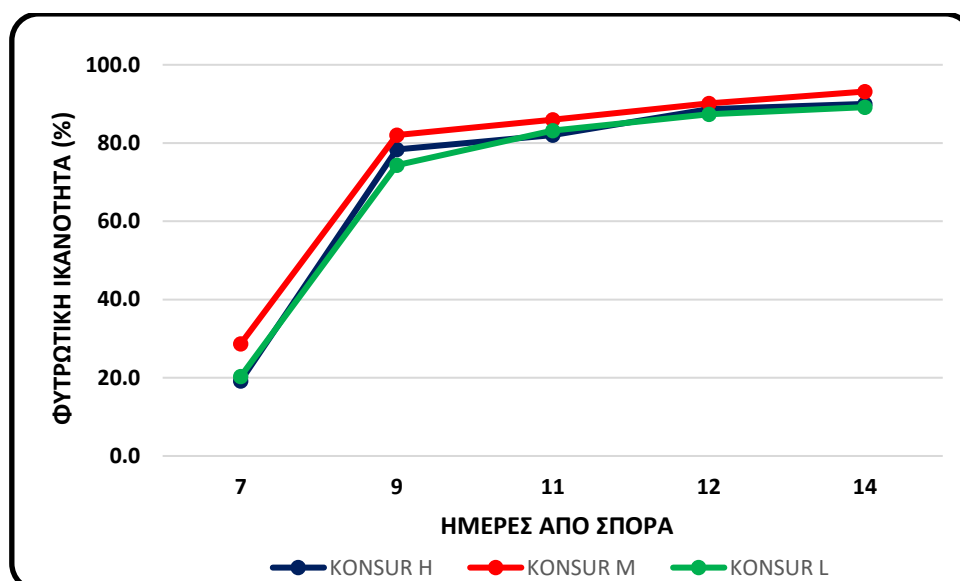


Σχεδιάγραμμα (8.1.3): Εξέλιξη φυτρώματος σπόρων καλαμποκιού του υβριδίου Korduna με τρία επίπεδα ευρωστίας (H, M, L) κατά την πρώτη εποχή σποράς

Ομοίως και στη δεύτερη εποχή σποράς δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στο ποσοστό φυτρώματος των σπόρων μεταξύ των αρχικών επιπέδων ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) σε όλες τις ημέρες από τη σπορά στα υβρίδια Arex και Konsur (Πίνακες (8.1.4) και (8.1.5)).

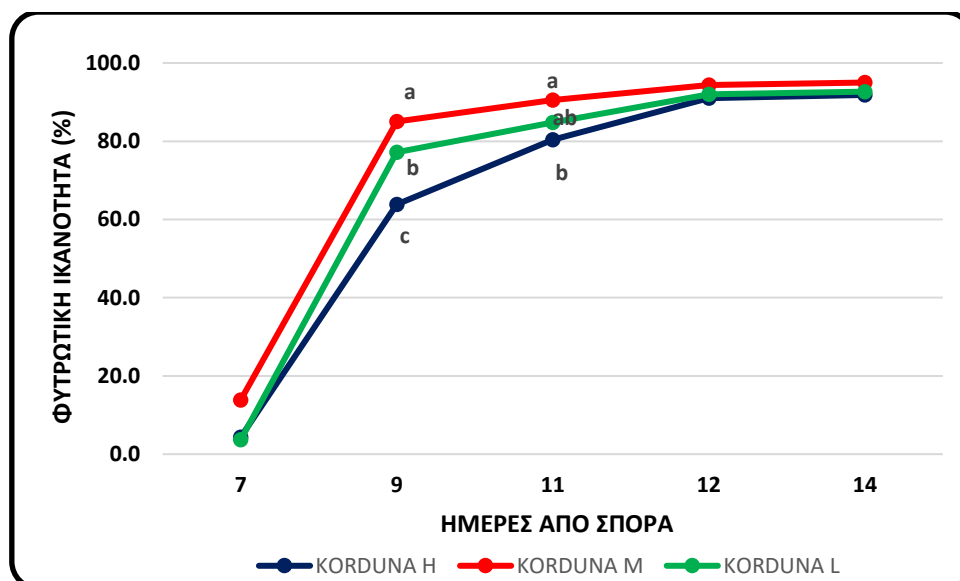


Σχεδιάγραμμα (8.1.4): Εξέλιξη φυτρώματος σπόρων καλαμποκιού του υβριδίου Arex με τρία επίπεδα ευρωστίας (H, M, L) κατά τη δεύτερη εποχή σποράς.



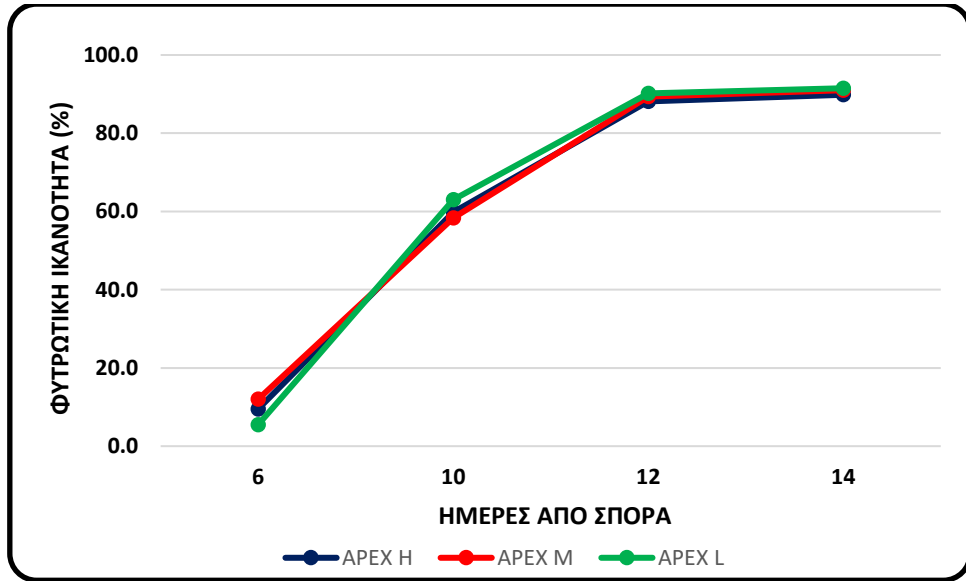
Σχεδιάγραμμα (8.1.5): Εξέλιξη φυτρώματος σπόρων καλαμποκιού του υβριδίου Konsur με τρία επίπεδα ευρωστίας (H, M, L) κατά τη δεύτερη εποχή σποράς.

Στην ποικιλία Korduna, παρατηρήθηκαν διαφορές στο ποσοστό φυτρώματος των σπόρων μεταξύ των τριών επιπέδων ευρωστίας κατά τη δεύτερη εποχή σποράς στις 9 και 11 ημέρες από τη σπορά. Το υψηλότερο ποσοστό φυτρώματος προέκυψε από σπόρους με μέση αρχική ευρωστία ενώ το χαμηλότερο από σπόρους με υψηλή αρχική ευρωστία και στις δυο ημέρες καταγραφής του φυτρώματος (Πίνακας (8.1.6)).

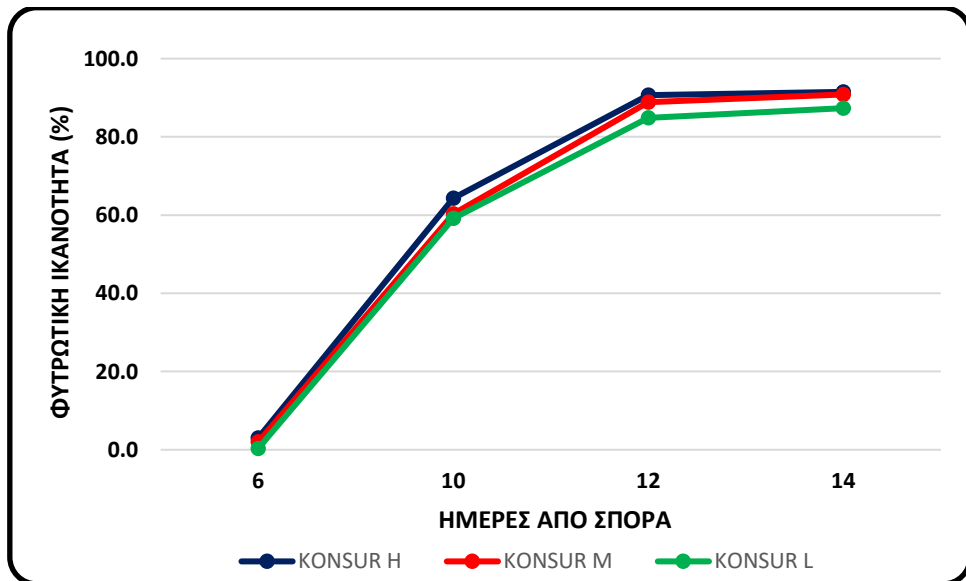


Σχεδιάγραμμα (8.1.6): Εξέλιξη φυτρώματος σπόρων καλαμποκιού του υβριδίου Korduna με τρία επίπεδα ευρωστίας (H, M, L) κατά τη δεύτερη εποχή σποράς.

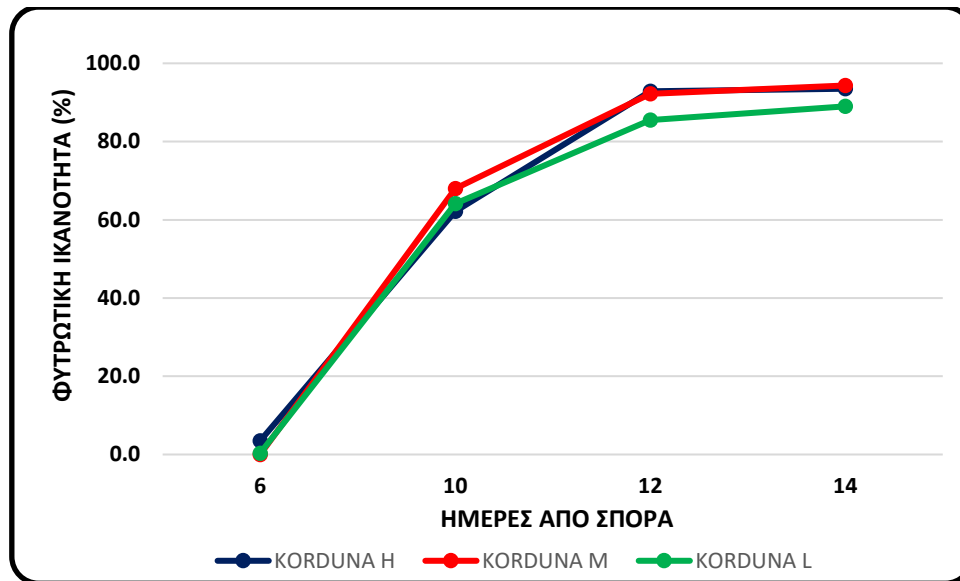
Στην τρίτη εποχή σποράς δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στο ποσοστό φυτρώματος των σπόρων μεταξύ των αρχικών επιπέδων ευρωστίας του σπόρου (H, M, L) σε όλες τις ημέρες από τη σπορά στα τρία υβρίδια Apex, Kursor και Korduna. Πίνακες (8.1.7),(8.1.8),(8.1.9).



Σχεδιάγραμμα (8.1.7): Εξέλιξη φυτρώματος σπόρων καλαμποκιού του υβριδίου Apech με τρία επίπεδα ευρωστίας (H, M, L) κατά την τρίτη εποχή σποράς.



Σχεδιάγραμμα (8.1.8): Εξέλιξη φυτρώματος σπόρων καλαμποκιού του υβριδίου Konsur με τρία επίπεδα ευρωστίας (H, M, L) κατά την τρίτη εποχή σποράς



Σχεδιάγραμμα (8.1.9): Εξέλιξη φυτρώματος σπόρων καλαμποκιού του υβριδίου Korduna με τρία επίπεδα ευρωστίας (H, M, L) κατά την τρίτη εποχή σποράς.

8.2 Επίδραση παραγόντων στη φυτρωτική ικανότητα

8.2.1 Εποχή σποράς

Η εποχή σποράς επηρέασε τη φυτρωτική ικανότητα του σπόρου καθώς και το μέσο χρόνο φυτρώματος και το ρυθμό φυτρώματος του σπόρου. Συγκεκριμένα, στη δεύτερη και στην τρίτη εποχή σποράς οι σπόροι είχαν μεγαλύτερη φυτρωτική ικανότητα (90,778% και 90,981% αντίστοιχα), η οποία διέφερε στατιστικά σημαντικά από την πρώτη εποχή σποράς, όπου παρατηρήθηκε μικρότερη φυτρωτικότητα (85,667%). Οι σπόροι στη δεύτερη εποχή σποράς φύτρωσαν γρηγορότερα (9,029 ημέρες) σε σχέση με την πρώτη και τρίτη εποχή σποράς, όπου παρατηρήθηκε καθυστέρηση στο φύτεμα κατά 4, 5 και 1,5 ημέρες αντίστοιχα. Αντίστοιχα, οι σπόροι κατά τη δεύτερη εποχή σποράς είχαν και μεγαλύτερο ρυθμό φυτρώματος (0,111), ο οποίος διέφερε στατιστικά σημαντικά από τις άλλες δυο εποχές σποράς. Πίνακας (8.2.1.1)

Πίνακας (8.2.1.1): Επίδραση της εποχής σποράς στη φυτρωτική ικανότητα, το μέσο χρόνο φυτρώματος και το ρυθμό φυτρώματος των σπόρων καλαμποκιού.

| ΕΠΟΧΗ ΣΠΟΡΑΣ | ΦΥΤΡΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%) | ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ (ΗΜΕΡΕΣ) | ΡΥΘΜΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ |
|--------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------|
| 1 | 85,667 | 13,513 | 0,074 |
| 2 | 90,778 | 9,029 | 0,111 |
| 3 | 90,981 | 10,494 | 0,095 |
| F | 23,667 | 715,447 | 494,446 |
| Ε.Σ.Δ. | 2,430 | 0,336 | 0,003 |



Εικόνα (8.2.1.2): Η καλλιέργεια αραβόσιτου στο αγρόκτημα του Βελεστίνου.

8.2.2 Γενετικό υλικό

Το υβρίδιο Korduna είχε τη μεγαλύτερη φυτρωτική ικανότητα (91,4 %), η οποία όμως δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από την φυτρωτική ικανότητα των υβριδίων Apex και Konsur (87,6 και 88,5% αντίστοιχα). Ωστόσο, διαφορές προέκυψαν στο μέσο χρόνο φυτρώματος και στο ρυθμό φυτρώματος των σπόρων καλαμποκιού υπό την επίδραση του υβριδίου. Οι σπόροι των υβριδίων Konsur και Korduna καθυστέρησαν να φυτρώσουν κατά 0,254 και 0,509 ημέρες αντίστοιχα σε σχέση με τους σπόρους του υβριδίου Apex που φύτευαν στις 10,8 ημέρες. Επίσης, οι σπόροι του υβριδίου Apex είχαν μεγαλύτερο ρυθμό φυτρώματος (0,096) σε σχέση με τους σπόρους των υβριδίων Konsur και Korduna (0,094 και 0,091 αντίστοιχα) (Πίνακας (8.2.2.1)).

Πίνακας (8.2.2.1): Επίδραση του υβριδίου στη φυτρωτική ικανότητα, το μέσο χρόνο φυτρώματος και το ρυθμό φυτρώματος των σπόρων καλαμποκιού

| ΥΒΡΙΔΙΟ | ΦΥΤΡΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%) | ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ (ΗΜΕΡΕΣ) | ΡΥΘΜΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ |
|---------|-------------------------|----------------------------------|-------------------|
| APEX | 87,519 | 10,758 | 0,096 |
| KONSUR | 88,519 | 11,012 | 0,094 |
| KORDUNA | 91,389 | 11,267 | 0,091 |
| F | 3,371 | 10,559 | 16,123 |
| Ε.Σ.Δ. | ns | 0,241 | 0,002 |

8.2.3 Ευρωστία του σπόρου

Η αρχική ευρωστία του σπόρου δεν επηρέασε τη φυτρωτική ικανότητα των σπόρων, αλλά ούτε και το μέσο χρόνο και το ρυθμό φυτρώματος των σπόρων (Πίνακας (8.2.3.1)).

Πίνακας (8.2.3.1): Επίδραση της αρχικής ευρωστίας του σπόρου στη φυτρωτική ικανότητα, το μέσο χρόνο φυτρώματος και το ρυθμό φυτρώματος των σπόρων καλαμποκιού.

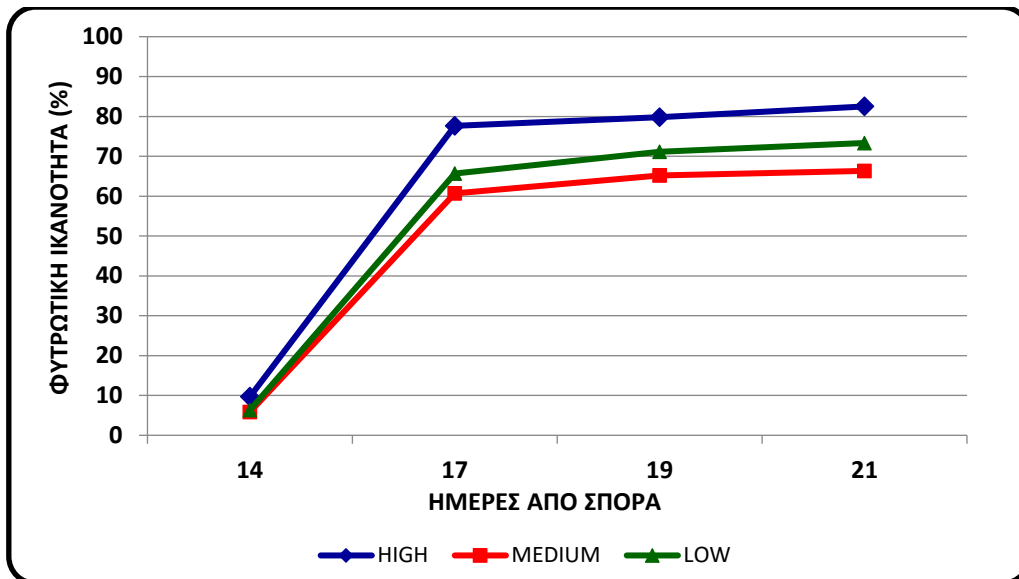
| ΕΥΡΩΣΤΙΑ | ΦΥΤΡΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%) | ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ (ΗΜΕΡΕΣ) | ΡΥΘΜΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ |
|----------|-------------------------|----------------------------------|-------------------|
| H | 89,519 | 11,006 | 0,093 |
| M | 90,167 | 10,925 | 0,094 |
| L | 87,741 | 11,106 | 0,093 |
| F | 2,514 | 2,224 | 3,029 |
| Ε.Σ.Δ. | ns | ns | ns |

Κατά την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Επίσης, έγινε έλεγχος για συσχέτιση μεταξύ της αρχικής ευρωστίας των σπόρων και της φυτρωτικής ικανότητας, αλλά δεν βρέθηκε συσχέτιση.

9. ΗΛΙΑΝΘΟΣ

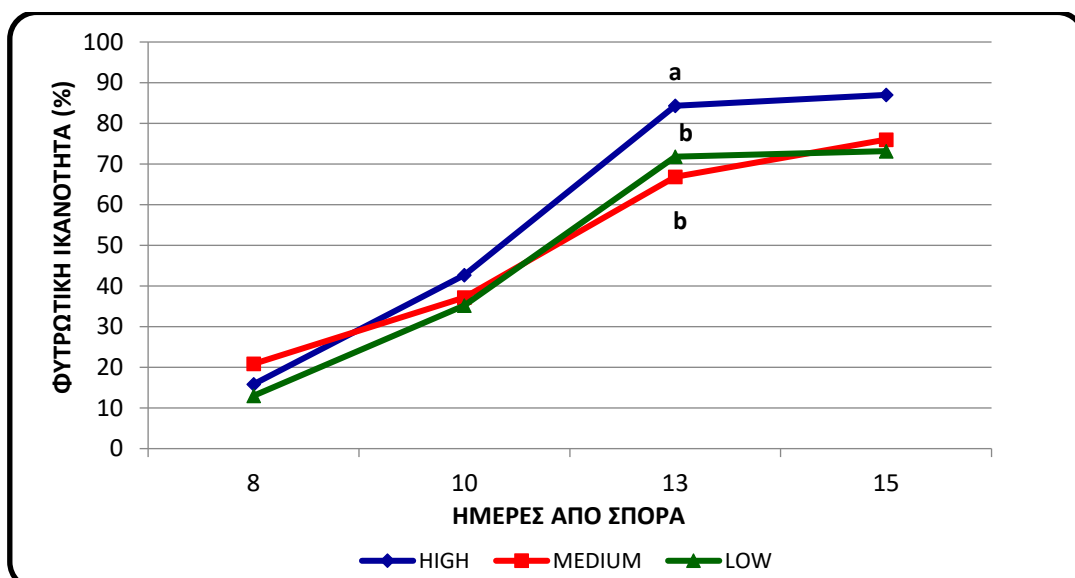
9.1 Εξέλιξη φυτρώματος

Η αρχική ευρωστία του σπόρου δεν επηρέασε την εξέλιξη της φυτρωτικότητας των σπόρων στην πρώτη και την τρίτη εποχή σποράς σε όλες τις ημέρες λήψης των παρατηρήσεων. (Πίνακες (9.1.1), (9.1.3)).

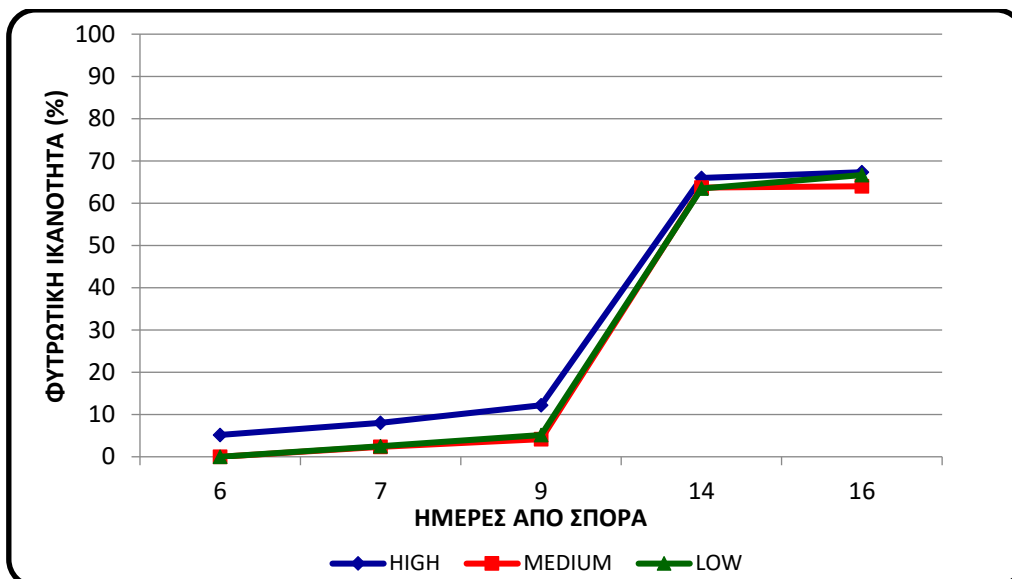


Σχεδιάγραμμα (9.1.1): Εξέλιξη φυτρώματος των σπόρων ηλίανθου με τρία επίπεδα ευρωστίας (H, M, L) κατά την πρώτη εποχή σποράς.

Κατά τη δεύτερη σποράς, η αρχική ευρωστία του σπόρου επηρέασε την εξέλιξη του φυτρώματος στη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 13 ημέρες από τη σπορά. Το υψηλό αρχικό επίπεδο ευρωστίας (H) είχε το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρώματος (84,3%), το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τη μέση και χαμηλή ευρωστία (71,8 και 66,8% αντίστοιχα) (Πίνακας (9.1.2)).



Σχεδιάγραμμα (9.1.2): Εξέλιξη φυτρώματος των σπόρων ηλίανθου με τρία επίπεδα ευρωστίας (H, M, L) κατά τη δεύτερη εποχή σποράς.



Σχεδιάγραμμα (9.1.3): Εξέλιξη φυτρώματος των σπόρων ηλίανθου με τρία επίπεδα ευρωστίας (H, M, L) κατά την τρίτη εποχή σποράς

9.2 Επίδραση παραγόντων στη φυτρωτική ικανότητα

9.2.1 Εποχή σποράς

Η εποχή σποράς επηρέασε τη φυτρωτική ικανότητα των σπόρων ηλίανθου. Στην πρώτη εποχή σποράς καταγράφηκαν τα μικρότερα ποσοστά φυτρώματος των σπόρων (55,7%), ενώ η μεγαλύτερη φυτρωτική ικανότητα παρατηρήθηκε στους σπόρους που σπάρθηκαν στην τρίτη εποχή σποράς (92,4%). Οι σπόροι στη δεύτερη εποχή σποράς φύτευαν νωρίτερα κατά 1,087 ημέρες σε σχέση με την πρώτη σπορά και κατά 0,575 ημέρες σε σχέση με την τρίτη σπορά. Επίσης, ο μεγαλύτερος ρυθμός φυτρώματος των σπόρων παρατηρήθηκε στη δεύτερη εποχή σποράς (0,103) ενώ ο μικρότερος στην πρώτη σπορά (0,085). Πίνακας (9.2.1.1)

Πίνακας (9.2.1.1): Επίδραση της εποχής σποράς στη φυτρωτική ικανότητα, το μέσο χρόνο φυτρώματος και το ρυθμό φυτρώματος των σπόρων ηλίανθου.

| ΕΠΟΧΗ ΣΠΟΡΑΣ | ΦΥΤΡΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%) | ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ (ΗΜΕΡΕΣ) | ΡΥΘΜΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ |
|--------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------|
| 1 | 55,722 | 11,827 | 0,085 |
| 2 | 76,000 | 9,740 | 0,103 |
| 3 | 92,389 | 10,315 | 0,097 |
| F | 109,601 | 440,929 | 461,294 |
| Ε.Σ.Δ. | 6,888 | 0,202 | 0,002 |



Εικόνα (9.2.1.2): Η καλλιέργεια ηλίανθου του πειράματος στο αγρόκτημα του Βελεστίνου.

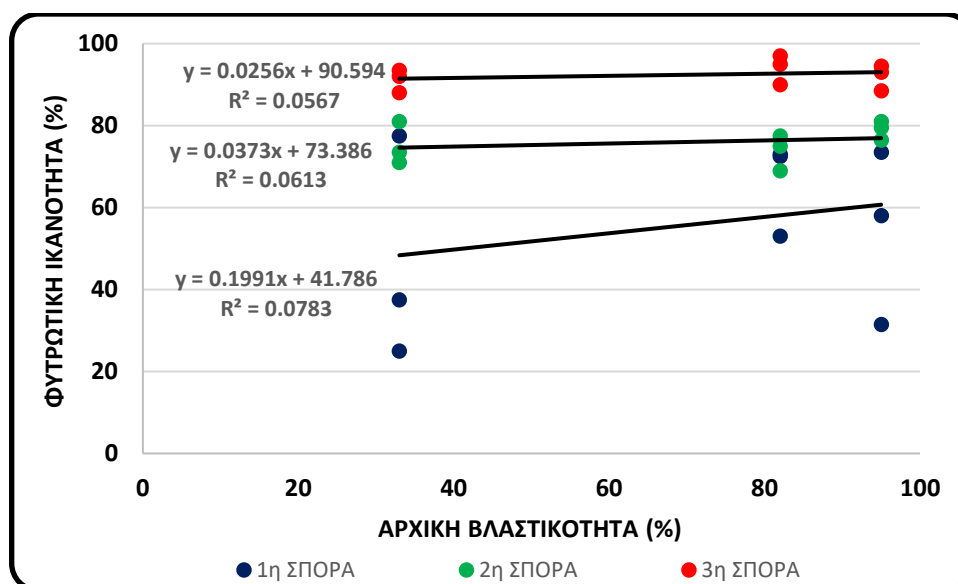
9.2.2 Ευρωστία του σπόρου

Η αρχική ευρωστία του σπόρου δεν επηρέασε τη φυτρωτική ικανότητα των σπόρων, το μέσο χρόνο και το ρυθμό φυτρώματος των σπόρων ηλίανθου (Πίνακας (9.2.2.1)).

Πίνακας (9.2.2.1): Επίδραση της αρχικής ευρωστίας του σπόρου στη φυτρωτική ικανότητα, το μέσο χρόνο φυτρώματος και το ρυθμό φυτρώματος των σπόρων ηλίανθου.

| ΕΥΡΩΣΤΙΑ | ΦΥΤΡΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (%) | ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ (ΗΜΕΡΕΣ) | ΡΥΘΜΟΣ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ |
|----------|-------------------------|----------------------------------|-------------------|
| H | 75,111 | 10,523 | 0,096 |
| M | 78,000 | 10,692 | 0,094 |
| L | 71,000 | 10,667 | 0,095 |
| F | 0,511 | 0,565 | 0,573 |
| Ε.Σ.Δ. | ns | ns | ns |

Κατά την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων, δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Επίσης, έγινε έλεγχος για συσχέτιση μεταξύ της αρχικής βλαστικότητας των σπόρων και της φυτρωτικής ικανότητας, όπου δεν παρουσιάστηκε συσχέτιση (Πίνακας (9.2.2.2)).



Σχεδιάγραμμα (9.2.2.2): Συσχέτιση αρχικής βλαστικότητας των σπόρων στις τρεις σπορές και βλαστικότητας σπόρων.

10. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σύμφωνα με αναφορές στη διεθνή βιβλιογραφία, η αύξηση του ποσοστού των σπόρων υψηλής ευρωστίας σε μια σποροπαρτίδα βελτιώνει την αρχική ανάπτυξη της καλλιέργειας καλαμποκιού μέχρι το στάδιο του 8ου φύλλου (Vitor Henrique Vaz et al., 2013). Ωστόσο, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης αντιτίθενται με τη γενική αυτή διαπίστωση καθώς υποδεικνύουν ότι η αρχική ευρωστία του σπόρου δεν επηρεάζει τη φυτρωτική ικανότητα των σπόρων καλαμποκιού καθώς και το μέσο χρόνο και το ρυθμό φυτρώματος. Το γεγονός αυτό πιθανόν αποδίδεται σε μη άριστες συνθήκες αποθήκευσης καθώς και στην ηλικία του σπόρου, παράγοντες που ως γνωστό επιφέρουν αλλοιώσεις και επακόλουθη υποβάθμιση στην ποιότητα του χρησιμοποιούμενου σπόρου.

Τα αποτελέσματα της μελέτης έρχονται σε διαφωνία και με την άποψη του Wheeler (1997) για τη σχέση ποιότητας σπόρου και απόδοσης σε μια βαμβακοκαλλιέργεια. Συγκεκριμένα, στην ανωτέρω μελέτη αναφέρεται ότι κατά την σταδιακή χρήση σπόρων χαμηλής, μέσης και υψηλής ποιότητας για τρία έτη, υπήρξε σημαντική σταδιακή αύξηση στην απόδοση. Η μέση απόδοση αυξήθηκε κατά 35% από τη χρήση μέσης ποιότητας σπόρου σε σύγκριση με τη χρήση σπόρου χαμηλής ποιότητας και κατά 13% από τη χρήση υψηλής ποιότητας σπόρου σε σύγκριση με τη χρήση σπόρου μέσης ποιότητας. (T. A. Wheeler et al., 1997)

Σε έρευνα που αφορά στην επίδραση της ημερομηνίας σποράς στο ποσοστό φυτρωτικής ικανότητας δυο υβριδίων καλαμποκιού στο Ουινσκόνσιν, από το 2000 έως το 2004, βρέθηκε ότι στις σπορές του Απριλίου το ποσοστό φυτρώματος ήταν κατά μέσο ορό 79%, στις σπορές που έγιναν από 1 έως 15 Μαΐου ήταν κατά μέσο ορό 83%, από 16 έως 31 Μαΐου ήταν 88% και για τις σπορές του Ιουνίου ήταν 92%. Αναφέρεται ότι το 2004 οι μεγαλύτερες απώλειες παρατηρήθηκαν σε σπορές που έγιναν στις 20 Μαΐου (Lauer, 2005). Τα αποτελέσματα της ανωτέρω μελέτης καταδεικνύουν τη συσχέτιση μεταξύ εποχής σποράς και ποσοστού φυτρώματος. Ειδικότερα, στα τρία από τα πέντε έτη αξιολόγησης υβριδίων καλαμποκιού αναδείχθηκαν διαφορές μεταξύ των υβριδίων σε ό,τι αφορά το ποσοστό φυτρώματος, καθώς κάποια υβρίδια εμφάνιζαν υψηλότερο ποσοστό φυτρώματος όταν σπέρνονταν σε συγκεκριμένη εποχή σποράς. Τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής συμφωνούν με τα δεδομένα αυτά, καθώς υπογραμμίζουν ότι η εποχή σποράς επηρέασε την τελική φυτρωτική ικανότητα των

σπόρων καλαμποκιού, με τη μικρότερη φυτρωτική ικανότητα να προκύπτει από την πρώιμη σπορά.

Ωστόσο, ο Coffman σε μελέτη του για την πρώιμη σπορά καλαμποκιού στο Τέξας επισημαίνει πως η πρώιμη σπορά είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων. Η εν λόγω μελέτη αφορά σε αξιολόγηση τριών υβριδίων καλαμποκιού διαφορετικής πρωιμότητας σε τέσσερα έτη . Κατά την έρευνα η σπορά έγινε δέκα ημέρες πριν την ημερομηνία που προτείνεται ως ιδανική για σπορά. Σε κάθε περίπτωση η πρώιμη σπορά έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα. Ο Hicks αναφερόμενος στην περιοχή της Μινεσότα αναφέρει ότι η πρώιμη σπορά καλαμποκιού προσφέρει τη δυνατότητα επίτευξης μεγαλύτερων αποδόσεων και οικονομικού οφέλους για τον παραγωγό. Επισημαίνει επίσης πως η απόδοση μιας πρώιμης καλλιέργειας ακόμα και με μειωμένο ποσοστό φυτρώματος είναι συνήθως μεγαλύτερη από αυτή μιας καλλιέργειας πιο όψιμης, παρόλο που η δεύτερη θα έχει μεγαλύτερο ποσοστό φυτρώματος και μεγαλύτερη ομοιομορφία στην απόσταση των φυτών μεταξύ τους και στο ύψος τους. Τέλος, τα αποτελέσματα της διατριβής σχετίζονται με την άποψη των Coffman και Hicks που συμπεραίνουν ότι η πρώιμη σπορά οδηγεί σε υψηλότερες αποδόσεις παρότι συνεπάγεται χαμηλότερο ποσοστό φυτρώματος (Hicks, D. R., and Thompson P. R. 2004).

11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

11.1 ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ

- Η εποχή σποράς επηρέασε την τελική φυτρωτική ικανότητα των σπόρων καλαμποκιού. Η μικρότερη φυτρωτική ικανότητα προέκυψε από την πρώιμη σπορά. Ωστόσο, το τελικό ποσοστό φυτρώματος και στις τρεις εποχές σποράς ήταν μεγαλύτερο από 85%.
- Μεταξύ των τριών υβριδίων καλαμποκιού, δεν προέκυψαν διαφορές ως προς την τελική φυτρωτική ικανότητα.
- Η αρχική ευρωστία του σπόρου δεν επηρέασε τη φυτρωτική ικανότητα των σπόρων καλαμποκιού καθώς και το μέσο χρόνο και το ρυθμό φυτρώματος.

11.2 ΗΛΙΑΝΘΟΣ

- Η εποχή σποράς επηρέασε τη φυτρωτική ικανότητα των σπόρων ηλιανθου. Κατά την πρώιμη σπορά (πρώτη σπορά), όπου επικράτησαν χαμηλότερες θερμοκρασίες κατά την περίοδο του φυτρώματος, παρατηρήθηκε μικρότερο ποσοστό τελικής φυτρωτικής ικανότητας, ενώ από την όψιμη σπορά (τρίτη σπορά) προέκυψε υψηλότερη τελική φυτρωτική ικανότητα.
- Η αρχική ποιότητα του σπόρου δεν επηρέασε το τελικό ποσοστό φυτρωτικής ικανότητας των σπόρων ηλιανθου καθώς και το μέσο χρόνο και το ρυθμό φυτρώματος.

12. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη Βιβλιογραφία

1. Association of Official Seed Analysts [AOSA]. Seed vigor testing handbook. Stillwater, OK, 2002.
2. «The effect of Sunflower “*Helianthus annuus*” cultivation to soil quality Improvement» Giannoulis K.D1., Molla Al., Maroulis Al., Dimirkou Al., Danalatos Nl. University of Thessaly, Dept, of Agriculture, Crop Production & Rural Environment, Volos, Greece.
3. Biofuels and their by-products: Global economic and environmental implication s5 ,Farzad Taheripour*, Thomas W. Hertel, Wallace E. Tyner, Jayson F. Beckman, Dileep K. Birur
4. Bird, L.S. and A.A. Reyers. 1967. Effects of cottonseed quality an seed and seedling characteristics
5. Burton, J.W., Miller, B.A., Vick, R., Scarth, and C.C. Flolbrook, 2004. Altering fatty acid composition in oil seed crops. *Adv. Agron.*, 84:273-306.
6. Connor D.J., Palta J.A., Jones T.R., 1985. Response of sunflower to strategies of irrigation. *Crop photosynthesis and transpiration*, pp 281-293.
7. Connor, D.J., and v.o.. 1992. Physiology of yield expression in sunflower. *Field Crops Res*
8. Danalatos NG, Archontoulis SV, 2009. Pilot scale agronomical results on Cynara, Sunflower and fiber and sweet Sorghum in three different sites in Greece. *Proceedings of the 17th European biomass conferences, Hamburg, Germany*, p. 531-537.
9. Danalatos NG, Archontoulis SV, Geronikolou L, Papadakis G, 2004. Potential growth and productivity of three Sunflower hybrids in a soil with aquic moisture regime in central Greek conditions. In: Van Swaalj, W.P.M, Fjalistrom, T, Helm, P., Grassi, A. (Ed.), *Biomass for Energy, Industry and Climate Protection. Proceedings of the 2nd World Biomass Conference, 10-14 May, Roma, Italy*, pp. 315-318.
10. Danalatos NG, Archontoulis, SV, Geronikolou L, Papadakis G, 2005. Biomass and seed yield of sunflower as alternative energy crop in Greece. *14th European Biomass Conference and Exhibition: Biomass for Energy, Industry and Climate Protection*.
11. Goulas C. K., and S. Galanopoulou. 1996. Seed production of industrial crops including maize, p. 201-224. In, A.I.G. Van Castel, M. A. Pagnotta and E. Porceddu (ed). *Seed Science and Technology*, ICARDA, Syria

12. Hicks, D. R., and Thompson P. R. 2004. Corn Management. In C. Wayne Smith, Javier Betran, E.C.A. Runge (eds), *Corn: Origin, History, Technology, and Production*. John Wiley & sons Inc, New Jersey, pp481-522.
13. Kim S, Dale BE. Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues. *Biomass Bioenerg.* 2004;26:361–375. doi: 10.1016/j.biombioe.2003.08.002.
14. Lopez-Bellido RJ, Lopez-Bellido L, Castillo JE, Lopez-Bellido FJ., 2003 Nitrogen uptake by sunflower as affected by tillage and soil residual nitrogen in a wheatsunflower rotation under rainfed Mediterranean conditions. *Soil & Tillage Research* (2003).
15. Murphy, D.J. (1994), *Designer Oil Crops, Breeding, Processing and Biotechnology*. National Sunflower Association, 2010.
16. Norwood, C.A. 2001. Dryland corn in western Kansas: Effects of hybrid maturity, planting date, and plant density. *Agron. J.* 93:540–547. doi:10.2134/agronj2001.933540x
17. Oosterhuis, 1990. Growth and development of a cotton plant. Cooperative Extension Service. MP 332. Univ. of Arkansas, USDA and Country Governments Cooperating
18. Phene, C.J., Blume, M.F., Hile, M.M.B., Meek, D.W., and Re, J.V., 1983. Management of Subsurface Trickle Irrigation Systems. ASAE paper No. 83-2598.
19. Schneiter A.A., Miller J.F 1981. Description of Sunflower Growth Stages. *Crop Sci.* 21:901 -903
20. Skoric, D., 1992. Achievements and future directions of sunflower breeding. *Field Crops Res*, 30:231-270
21. T. A. Wheeler, J. R. Gannaway, H. W. Kaufman, J. K. Dever, J. C. Mertley and J. W. Keeling, 1997. Influence of Tillage, Seed Quality, and Fungicide Seed Treatments on Cotton Emergence and Yield. *J. Prod. Agric.* 10:394-400
22. Vitor Henrique Vaz Mondo^{2,3*}, Silvio Moure Cicero², Durval Dourado-Neto², Túlio Lourenço Pupim², Marcos Altomani Neves Dias², 2013. *Journal of Seed Science/ Seed vigor and initial growth of corn crop* 1 v.35, n.1, p.64-69.
23. Wych R. D. 1988. Production of hybrid seed com. p. 565-607. In, G. F. Sprangue and J. W. Dudley (ed). *Com and com improvement*. ASA Monograph No18, Madison Wisconsin

Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Αναλογίδης Δ., 2007. Τα μικροθρεπτικά στοιχεία στο Αγροτικό Οικοσύστημα. Αθήνα, Γεωργία-Κτηνοτροφία, εκδόσεις Αγρότυπος
2. Αναστασιάδης Άνθιμος 2012 < Ο Ηλίανθος> Εκδόσεις Αγρότυπος Αθήνα
3. Αυγουλάς, Χ., 2008. Σημειώσεις για τα ελαιούχα και κλωστικά φυτά. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής.
4. Αυγουλάς, Χρ., Ποδηματάς, Κ., Παπαστυλιανού, Π. (2001), Φυτά Μεγάλης Καλλιέργειας. Εκδόσεις Σταμούλη
5. Βαρδαβάκης, Ε., 1994. Συστηματική Βοτανική. Έκδοση Τέταρτη. Τόμος Ι, Εκδόσεις Δ.Κ. Σαλονικίδη, Θεσσαλονίκη.
6. Γαλανοπούλου-Σενδουκά Σ. 1998. Γενική Γεωργία. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος 1998.
7. Γαλανοπούλου-Σενδουκά, Σ., 2002. Βιομηχανικά φυτά. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε. Αθήνα 2002
8. Γεώργιος Η. Γεωργιόπουλος, 2004, Μετασυλλεκτικοί χειρισμοί σπόρων σποράς, ΤΕΙ Καλαμάτας, Καλαμάτα
9. Γούλας Χ., 2002. Σποροπαραγωγή- Τεχνολογία σπόρου. Βόλος
10. Δαλιάνης Κ., 1999
11. Δαλιάνης, Κ. (1983). Ανοιξιάτικα Σιτηρά. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη
12. Δαναλάτος Ν. 2008, Ειδική Γεωργία ΙΙ, Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Βόλος.
13. Δαναλάτος, Ν. και Αρχοντούλης, Σ. (2008). Οδηγός καλλιεργητικών φροντίδων αγριαγκινάρας, Ηλίανθου, Σόργου. Πανεπιστημιακές εκδόσεις. Βόλος.
14. Δαναλάτος, Ν., 2005. Ειδική Γεωργία ΙΙ. Πανεπιστημιακές σημειώσεις. Βόλος
15. Θανασουλόπουλος Κ, 1989. Ασθένειες του ηλίανθου>. Έκδοση ΓΕΩΤΕΕ, Θεσσαλονίκη.
16. Καραμάνος, Α. (1999). Τα σιτηρά των θερμών κλιμάτων: Αραβόσιτος, σόργο, ρύζι, κεχρί. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Παπαζήση
17. Μεμάκη Άννα 2009 Διπλωματική Εργασία «Συγκριτική αξιολόγηση καλλιέργειας Ηλίανθου σε τρεις νομούς (Αιτωλοακαρνανία, Καρδίτσα και Κιλκίς)> Αθήνα
18. Μουσταφέρη Φ.Θ., 2010. Μεταπτυχιακή διατριβή «Αξιολόγηση της ανάπτυξης και των αποδόσεων τεσσάρων υβριδίων ηλίανθου (*Helianthus annuus* L.) (δύο συμβατικών και δύο με υψηλή περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ) υπό τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της Αττικής>. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
19. Μπαλατσούρας Γ., 1995. Ελαιόλαδο - Σπορέλαια. Τόμος Α Εκδόσεις ΓΠΑ

20. Ξανθόπουλος Φ.Π. 1993. «Ο ηλιάνθος» ΕΘΙΑΓΕ, Ινστιτούτο Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών, Θεσσαλονίκη.
21. Παπακόστα-Τασοπούλου, Δ. (2008). Ειδική Γεωργία Ι - Τεύχος Α Σιτηρά Χειμερινά-Εαρινά. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία
22. -Φραντζεσκάκης Γ. 1988. <Η καλλιέργεια του Βιομηχανικού ηλιάνθου>. Γεωργική Τεχνολογία

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

1. <http://www.kuriositas.com/2011/08/strange-history-of-sunflower.html>
2. <http://www.fao.org/docrep/012/al375e/al375e.pdf>
3. <http://www.fao.org/faostat/en/#home>
4. <http://agriculture.kzntl.gov.za/portal/AgricPublications/LooknDo/SunflowerProduction/tabid/134/Default.aspx>
5. http://beeclubpellas.blogspot.gr/2013/06/blog-post_29.html
6. <https://www.sunflowernsa.com/oil/Four-Types-of-Sunflower-Oil/>
7. <https://rw.wikipedia.org/wiki/Ikigori>
8. <http://www.istockphoto.com/photo/lifestyle-farmer-holding-seed-corn-in-hands-gm643181974-116751537>
9. <https://www.flickr.com/photos/agathman/5201320533>
10. <https://www.ent.iastate.edu/pest/cornborer/stages-corn-development>
11. <https://gr.dreamstime.com/photos-images/%CE%B1%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%AE%CE%BA%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7-%CE%BA%CE%B1%CE%BB%CE%B1%CE%BC%CF%80%CE%BF%CE%BA%CE%B9%CE%BF%CF%8D.html#>
12. <http://ir.lib.uth.gr/bitstream/handle/11615/412/P0000412.pdf?sequence=1>
13. <http://www.agronews.gr/content/view/36497/121/lang,el/>
14. http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%97%CE%BB%CE%AF%CE%B1%CE%BD%CE%B8%CE%BF%CF%82_%CF%86%CF%85%CF%84%CF%8C#.CE.93.CE.B5.CE.BD.CE.B9.CE.BA.CE.AC_.CF.83.CF.84.CE.BF.CE.B9.CF.87.CE.B5.CE.AF.CE.B1

15. http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%91%CF%83%CE%B8%CE%AD%CE%BD%CE%B5%CE%B9%CE%B5%CF%82_%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B2%CF%8C%CF%83%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%85
16. http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%91%CF%81%CE%B1%CE%B2%CF%8C%CF%83%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%82_%CF%86%CF%85%CF%84%CF%8C
17. http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%91%CF%83%CE%B8%CE%AD%CE%BD%CE%B5%CE%B9%CE%B5%CF%82_%CE%B7%CE%BB%CE%AF%CE%B1%CE%BD%CE%B8%CE%BF%CF%85
18. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%B1%CE%BB%CE%B1%CE%BC%CF%80%CF%8C%CE%BA%CE%B9>
19. https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%AF%CE%B1%CE%BD%CE%B8%CE%BF%CF%82#.CE.A7.CF.81.CE.AE.CF.83.CE.B7_.CF.89.CF.82_.CF.84.CF.81.CF.8C.CF.86.CE.B9.CE.BC.CE.BF
20. <https://www.seedtest.org/en/home.html>
21. http://hasanuzzaman.weebly.com/uploads/9/3/4/0/934025/seed_quality.pdf
22. https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%B1%CE%BB%CE%B1%CE%BC%CF%80%CF%8C%CE%BA%CE%B9#ref_reference_name_.CE.A31.CE.A31