

Κεφάλαιο 2

ΛΙΝΑΡΙ

1. ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ

Το λινάρι (*Linum usitatissimum* L.) είναι ένα από τα πρώτα καλλιεργηθέντα φυτά (πάνω από 6.000 χρόνια). Θεωρείται ότι κατάγεται από την περιοχή της Μεσογείου και της Μέσης Ανατολής. Αρχαιολογικά ευρήματα από τη νεολιθική εποχή σε παραλίμνιους οικισμούς στη Σουηδία δείχνουν την καλλιέργεια του λιναριού για ίνα και σπόρο πριν από 5.000 χρόνια. Το λινάρι αναφέρεται σε πολλά σημεία στη Βίβλο. Οι αρχαίοι Αιγύπτιοι χρησιμοποιούσαν τις ίνες του λιναριού για παρασκευή υφασμάτων και τους σπόρους για διατροφή των ζώων και για την παραλαβή λαδιού. Τα λινά υφάσματα οι αρχαίοι Αιγύπτιοι τα χρησιμοποιούσαν για να τυλίγουν τις μούμιες στους πρώτους Αιγυπτιακούς τάφους. Λινά ρούχα φορούσαν και οι αρχαίοι Έλληνες και Ρωμαίοι, οι δε τελευταίοι παρασκεύαζαν χαρτί από λινάρι.

Το λινάρι καλλιεργείται για ίνα και για παραγωγή λαδιού από τους σπόρους του. Οι κυριότερες χώρες καλλιέργειας λιναριού για ίνα είναι η Κίνα, η Γαλλία, η Ρωσία και η Λευκορωσία. Η μέση παγκόσμια απόδοση σε ίνες (μακριές και κοντές) το 2012 ήταν 136 kg/στρ. με εύρος από 40-355 kg/στρ. Στην παραγωγή σπόρων λιναριού πρώτη χώρα έρχεται ο Καναδάς και ακολουθούν η Κίνα, οι ΗΠΑ, η Ρωσία, η Ινδία και η Αιθιοπία. Η μέση παγκόσμια απόδοση το 2012 ήταν 86 kg/στρ. με εύρος 60-169 kg/στρ. (FAOSTAT 2012).

Οι κλιματολογικές συνθήκες της χώρας μας είναι κατάλληλες μόνο για παραγωγή λιναριού για σπόρο. Η απόδοση σε ίνες και η ποιότητά τους (κοντές ίνες, μικρή ελαστικότητα κ.ά.) καθιστούν την καλλιέργεια του λιναριού για ίνα μη εμπορεύσιμη. Η καλλιέργεια του καρποδοτικού λιναριού στην Ελλάδα σήμερα είναι πολύ περιορισμένη. Θα μπορούσε όμως με φθινοπωρινή σπορά και κατάλληλες ποικιλίες να αποτελέσει μια εναλλακτική καλλιέργεια σε αμειψισπορά με τα χειμερινά σιτηρά.

2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Το λινάρι ανήκει στο γένος *Linum* της οικογένειας Linaceae. Στο γένος αυτό ανήκουν πολλά είδη τα οποία διαφέρουν ως προς τη μορφολογία και τα χαρακτηριστικά του άνθους. Το μοναδικό καλλιεργούμενο είδος είναι το *L. usitatissimum* L. ($2n=30$). Πρόγονος του καλλιεργούμενου είδους θεωρείται το *L. angustifolium*, αλλά πιθανόν και άλλα είδη να έχουν συνεισφέρει στο γενότυπο.

Οι τύποι του καλλιεργούμενου λιναριού είναι δύο: ο τύπος για παραγωγή ινών από το βλαστό και ο τύπος για παραγωγή σπόρου από τον οποίο εξάγεται λάδι. Στους δύο αυτούς τύπους ταξινομούνται σήμερα όλες οι καλλιεργούμενες ποικιλίες. Οι δύο τύποι διαφοροποιούνται ως προς τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών και των σπόρων (λεπτομέρειες δίνονται στη βοτανική περιγραφή). Γίνονται βελτιωτικές προσπάθειες να δημιουργηθούν ποικιλίες διπλής κατεύθυνσης για παραγωγή συγχρόνως ίνας και σπόρου με καλά ποιοτικά χαρακτηριστικά, επιτυγχάνοντας το συγχρονισμό της ωρίμανσης των ινών και του σπόρου.

Με τις μεθόδους της βιοτεχνολογίας και της γενετικής μηχανικής έχουν δημιουργηθεί ποικιλίες λιναριού με βελτιωμένα χαρακτηριστικά, όπως: αυξημένη αντοχή σε ζιζανιοκτόνα, μύκητες, αλατότητα, αλλαγή στη σύνθεση των λιπαρών οξέων για διάφορες χρήσεις (π.χ. αύξηση των ω -3 λιπαρών οξέων για τη χρησιμοποίηση του λαδιού στη βιομηχανία τροφίμων), βελτιωμένη σύσταση ινών (π.χ. μείωση της λιγνίνης για μεταβολή της ελαστικότητας των ινών) κ.ά. Αυτές όμως οι ποικιλίες δεν έχουν επεκταθεί σε εμπορική καλλιέργεια (Jhala κ.ά. 2009).

Στον Καναδά έχει δημιουργηθεί από λινάρι ένας νέος ελαιοδοτικός σπόρος, το Solin, το οποίο περιέχει λιγότερο από 5% λινολενικό οξύ σε σύγκριση με το λάδι του λιναριού που περιέχει περισσότερο από 50%. Το λάδι του solin είναι κατάλληλο για τη μαγειρική (Flax Council of Canada and Saskatchewan Flax Development Commission 2006).

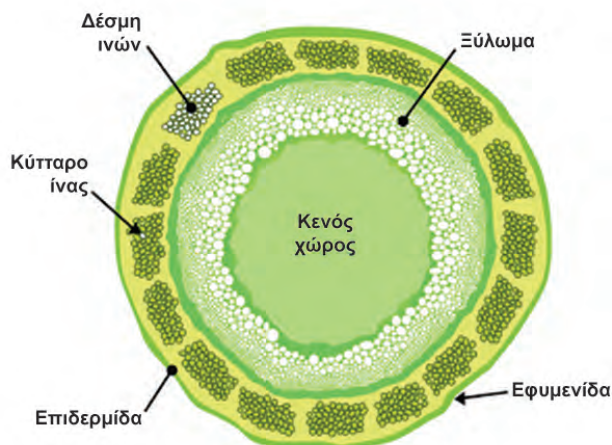
3. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Το λινάρι είναι ετήσιο ποώδες φυτό, το οποίο μπορεί να καλλιεργηθεί ως φθινοπωρινή καλλιέργεια στα εύκρατα κλίματα. Όταν καλλιεργείται σε τροπικά κλίματα παρουσιάζει μεγαλύτερη ικανότητα έκφυσης πλάγιων διακλαδώσεων που είναι ανεπιθύμητες για το λινάρι για ίνα, αλλά επιθυμητές για το λινάρι για σπόρο.

Ρίζα. Έχει μια κοντή πασσαλώδη ρίζα με πλάγιες δεύτερης και τρίτης τάξης διακλαδώσεις που εκτείνονται σε βάθος συνήθως 30-50 cm. Σε ελαφριά εδάφη μπορεί το ριζικό σύστημα να επεκταθεί σε βάθος 90-120 cm.

Βλαστός. Ο βλαστός είναι όρθιος και λεπτός. Από το κάτω μέρος του φυτού μπορεί να εκπτυχθούν 2 ή περισσότεροι πλάγιοι βλαστοί (αδελφία), εκτός και αν η πυκνότητα των φυτών είναι μεγάλη και υπάρχει έλλειψη αζώτου. Κάθε ένας από αυτούς τους βλαστούς μπορεί να σχηματίσει πλάγιες διακλαδώσεις κυρίως

στο ανώτερο τμήμα του. Οι ποικιλίες για παραγωγή σπόρου έχουν φυτά σχετικά χαμηλόσωμα (40-80 cm) με πολλές πλάγιες διακλαδώσεις. Αντίθετα τα φυτά των ποικιλιών για ίνα είναι υψηλόσωμα (70-120 cm) με λιγότερες διακλαδώσεις. Ο φλοιός του βλαστού περιέχει τα σχετικά μακριά κύτταρα τα οποία συγκροτούν τις ίνες του λιναριού (Εικ. 2.1). Οι ίνες σχηματίζουν ένα λεπτό στρώμα μεταξύ του ξυλώματος και της επιδερμίδας και είναι κολλημένες με τα άλλα μέρη του στελέχους με πηκτινικές ουσίες. Οι ίνες έχουν αποκτήσει όλο το μήκος τους όταν το λινάρι αρχίζει να ανθίζει, αλλά συνεχίζουν να είναι λεπτές και ασθενείς. Από την άνθηση μέχρι την πλήρη ωρίμανση των φυτών οι ίνες προοδευτικά γίνονται χοντρότερες και ισχυρότερες αλλά και περισσότερο σκληρές και εύθραυστες. Οι καλής ποιότητας ίνες μετά την παραλαβή τους από τους βλαστούς, έχουν μέσο μήκος 50 cm, κάθε κύτταρο 25 mm μήκος και 0,23 mm διάμετρο. Το μήκος των ινών στους διάφορους γενότυπους λιναριού κυμαίνεται από 25 έως 150 cm. Κοιντότερες και μειωμένης ποιότητας είναι οι ίνες του λιναριού για σπόρο.



Εικ. 2.1. Κάθετη τομή βλαστού λιναριού, όπου παρουσιάζεται η θέση των κυττάρων των ινών (National Research Council of Canada 2009).

Φύλλα. Τα φύλλα είναι στενά, λογχοειδή και εκφύονται αντίθετα. Το έλασμα είναι λείο και γυαλιστερό, χωρίς τρίχωμα. Το μήκος ποικίλλει από 2 έως 5 cm και το πλάτος από 5 έως 10 mm, παρ' όλο ότι υπάρχουν ποικιλίες με μικρότερο μήκος.

Άνθη. Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα και εμφανίζονται στις άκρες των διακλαδώσεων μεμονωμένα (Εικ. 2.2). Έχουν πέντε πέταλα, πέντε σέπαλα και πέντε στήμονες. Το χρώμα των πετάλων είναι συνήθως κυανό, υπάρχουν όμως ποικιλίες με λευκό και ροζ χρώμα. Η ωοθήκη έχει πέντε καρπόφυλλα και κάθε καρπόφυλλο σχηματίζει δύο χώρους.



Εικ. 2.2. Άνθη λιναριού.

Καρπός και σπόρος. Ο καρπός είναι κάψα (Εικ. 2.3.) με πέντε χώρους, συνήθως σφαιρική αλλά και ωοειδής, ανάλογα με την ποικιλία. Σε κάθε κάψα υπάρχουν κατά την ωρίμανση, το ανώτερο 10 σπόροι, συνήθως όμως 8 ή λιγότεροι, γιατί όλες οι σπερμοβλάστες δεν γονιμοποιούνται. Οι ποικιλίες με μικρούς σπόρους έχουν περισσότερους σπόρους ανά κάψα. Οι κάψες κατά την ωρίμανση έχουν καθαρό ανοιχτό καφετί χρώμα και ανάλογα με την ποικιλία είναι διαρρηγνύομενες ή αδιάρρηκτες.



Εικ. 2.3. Κάψες λιναριού.

Ο σπόρος είναι επίπεδος, ωοειδής, με μύτη στο ένα άκρο. Το μήκος του κυμαίνεται από 3,5 -5 mm και το βάρος 1000 σπόρων είναι 5 έως 7 g ανάλογα με την ποικιλία και τις συνθήκες ανάπτυξης. Το χρώμα ανάλογα με την ποικιλία είναι ανοιχτό έως σκούρο κίτρινο ή κοκκινοκαφέ (Εικ. 2.4). Διάστικτοι σπόροι με συνδυασμό κίτρινου και καφετί χρώματος δεν είναι κληρονομικό χαρακτηριστικό της



Εικ. 2.4. Σπόροι λιναριού δυο διαφορετικών ποικιλιών που διαφέρουν στο χρώμα.

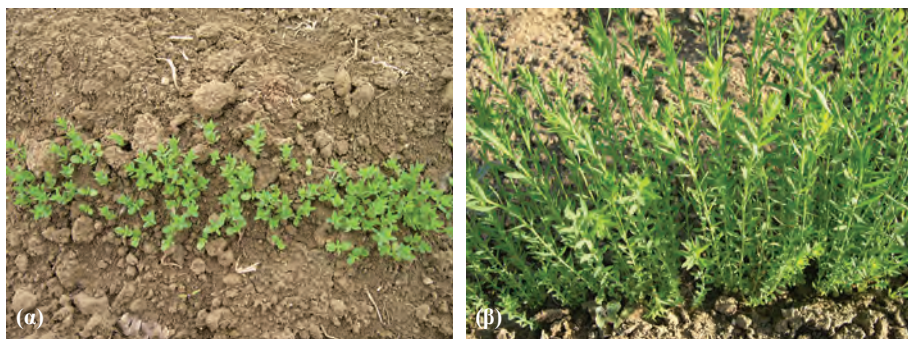
ποικιλίας, αλλά οφείλεται σε περιβαλλοντικές συνθήκες. Ο σπόρος εξωτερικά έχει κολλώδη επικάλυψη, η οποία του προσδίδει φωτεινή εμφάνιση, κάνει όμως το σπόρο κολλώδη όταν βραχεί. Η περιεκτικότητα σε λάδι των νέων ποικιλιών κυμαίνεται από 40-46%.

4. ΑΥΞΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

4.1. Στάδια του βιολογικού κύκλου

Το λινάρι είναι φυτό συνεχούς ανάπτυξης και παρουσιάζει 12 στάδια αύξησης βλαστικά και αναπαραγωγικά (Εικ. 2.5 και 2.6) κατά τη διάρκεια του βιολογικού του κύκλου. Λεπτομέρειες αυτών των σταδίων δίνονται στον οδηγό καλλιέργειας λιναριού του Flax Council of Cannada and Saskatchewan Flax Development Commission (2006). Στον οδηγό αυτό υπάρχουν επίσης πληροφορίες για την αντιμετώπιση πιθανών προβλημάτων τα οποία θα παρουσιασθούν σε κάθε ένα από τα στάδια αυτά. Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου στον Καναδά, με ανοιξιάτικη σπορά, επιμερίζεται σε 45-60 ημ. βλαστική περίοδο, 15-25 ημ. περίοδο άνθησης και 30-40 ημ. περίοδο ωρίμανσης. Στο Wisconsin και την Minnesota με ανοιξιάτικη σπορά ο βιολογικός κύκλος διαρκεί 90-110 ημ. (Oplinger κ.ά. 1997). Στη χώρα μας, με σπορά το Νοέμβριο στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (Dordas 2010) η διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης από το φύτευμα μέχρι την άνθηση ήταν περίπου 150 ημ., από το φύτευμα μέχρι την ωρίμανση του σπόρου περίπου 195 ημ. και διάρκεια γεμίσματος του σπόρου 40-50 ημ.

Ο σπόρος του λιναριού μπορεί να φυτρώσει σε θερμοκρασία 3-4°C. Τα νεαρά φυτά όμως είναι πολύ ευαίσθητα στην παγωνιά. Νεαρά φυτά τα οποία έχουν υποστεί σκληραγώγηση στο στάδιο των 2 έως 4 φύλλων είναι δυνατόν να αντέξουν μικρή περίοδο κάτω από τους 0°C χωρίς να παγώσουν. Οι σπόροι του λιναριού



Εικ. 2.5. Φυτά λιναριού σε δύο βλαστικά στάδια: (α) έκφυση των πρώτων ζευγών φύλλων και (β) επιμήκυνση του βλαστού.



Εικ. 2.6. Καλλιέργεια λιναριού σε τρία αναπαραγωγικά στάδια: (α) έναρξη άνθησης, (β) τέλος άνθησης, (γ) ωρίμανση καψών.

εάν αποθηκευτούν σωστά διατηρούν ικανοποιητική φυτρωτική ικανότητα για 5-10 χρόνια. Η άνθηση συνεχίζεται για μεγάλη περίοδο εάν υπάρχει διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων και υγρασίας. Όμως ο ρυθμός άνθησης είναι εντονότερος την πρώτη εβδομάδα μετά την έναρξη της ανθοφορίας. Ένας μικρός δε αριθμός ανθέων εμφανίζεται μέχρι την ωρίμανση. Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης, εάν η υγρασία και η γονιμότητα του εδάφους είναι υψηλές, τα στελέχη μπορεί να παραμένουν πράσινα και καινούρια βλάστηση να ξεκινήσει, γεγονός που οδηγεί σε δεύτερη περίοδο έντονης άνθησης.

Σε ορισμένες ποικιλίες όταν ωριμάζουν οι κάψες αποχωρίζονται ελαφρώς στο επάνω μέρος τα πέντε καρπόφυλλα ενώ σε άλλες οι κάψες παραμένουν τελείως κλειστές. Οι κάψες όμως των καλλιεργούμενων ποικιλιών σπάνια ανοίγουν, οπότε οι σπόροι δεν τινάζουν. Σε υγρές περιοχές ορισμένες φορές η κολλώδης επικάλυψη των σπόρων απορροφά νερό και οι ώριμοι σπόροι κολλούν στα τοιχώματα των καψών. Αφαιρείται έτσι η φωτεινή επικάλυψη των σπόρων, η επιφάνειά τους γίνεται ανώμαλη και υποβαθμίζεται η ποιότητά τους.

4.2. Απόδοση και συστατικά της απόδοσης

Η απόδοση σε ίνες εξαρτάται από διάφορα χαρακτηριστικά. Πολλές έρευνες έδειξαν διαφόρου βαθμού συσχετίσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών της απόδοσης, οι οποίες επηρεάζονται από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες. Το ύψος των φυτών, η αναλογία του ξύλου στην περιοχή σχηματισμού των ινών, το πάχος των κυττάρων της ίνας και άλλα χαρακτηριστικά συνδέονται με την απόδοση σε ίνες. Η κατανομή των προϊόντων φωτοσύνθεσης και ορισμένα φαινοτυπικά χαρακτηριστικά της απόδοσης σε ίνες εξαρτώνται από την ικανότητα των αναπαραγωγικών οργάνων για πρόσληψη των προϊόντων φωτοσύνθεσης, η οποία ικανότητα τελικά εξαρτάται από τον αριθμό των καψών. Η υψηλή φωτοσυνθετική ικανότητα των φυτών αυξάνει την απόδοση σε ίνες (Maiti 1997).

Στο λινάρι για σπόρο το κυριότερο συστατικό της απόδοσης είναι ο αριθμός των καψών και ο αριθμός των σπόρων ανά μονάδα επιφάνειας. Και τα δύο αυτά εξαρτώνται πολύ από τις περιβαλλοντικές συνθήκες ανάπτυξης και τις συνθήκες καλλιέργειας, κυρίως από την πυκνότητα και τη διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων και υγρασίας. Η αυξημένη πυκνότητα μειώνει τον αριθμό των καψών ανά φυτό, συνήθως όμως έχει μικρή επίδραση στον αριθμό των σπόρων ανά κάψα (Lafond κ.ά. 2008). Με την αύξηση της πυκνότητας όμως μέχρι ενός σημείου, αυξάνεται ο αριθμός των καψών ανά μονάδα επιφάνειας. Σε διετή πειραματισμό στο αγρόκτημα του ΑΠΘ (Dordas 2010) βρέθηκε ότι η διαφοροποίηση μεταξύ των ποικιλιών ως προς την απόδοση οφείλονταν κυρίως στη διαφοροποίηση του αριθμού των καψών / m², και πολύ λίγο ως προς τον αριθμό των σπόρων ανά κάψα. Οι Diepenbrock και Porksen (1992) ανακεφαλαιώνοντας τα αποτελέσματα της επίδρασης της λίπανσης και της πυκνότητας σποράς στην αύξηση και τα συστατικά της απόδοσης στο λινάρι αναφέρουν ότι η υπεροχή στην απόδοση βασίστηκε στη σχετικά μακριά διάρκεια της ευθύγραμμης αύξησης των φυτών και στον υψηλό καθαρό ρυθμό αφομοίωσης. Γενικά οι προσπάθειες βελτιωτικές και αγροκομικές πρέπει να κατευθύνονται προς τη μεγάλη διάρκεια διατήρησης της φυλλικής επιφάνειας, έντονη και διάρκεια περιόδου άνθησης, συγχρονισμό στην ωρίμανση των καψών και καλύτερη κατανομή της βιομάζας στα αναπαραγωγικά όργανα.

5. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Θερμοκρασία. Το λινάρι γενικά είναι καλλιέργεια των δροσερών περιοχών της εύκρατης ζώνης. Στη Β. Ευρώπη και στον Καναδά σπέρνεται την άνοιξη. Σε θερμότερες περιοχές σπέρνεται το φθινόπωρο με συγκομιδή νωρίς το καλοκαίρι. Τα νεαρά φυτά υφίστανται ζημιές ή καταστρέφονται τελείως σε χαμηλές θερμοκρασίες -4° έως -7°C , ενώ κατά το στάδιο της άνθησης, ελαφρός παγετός (-1°C) ζημιώνει τα φυτά. Στο ενδιάμεσο αυτών των σταδίων τα φυτά είναι δυνατόν να επιζήσουν και σε θερμοκρασία -10°C . Για καλής ποιότητας λινάρι για ίνα, επιθυμητές είναι οι χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, ο συννεφιασμένος καιρός και η υψηλή σχετική υγρασία που προάγουν τη βλαστική ανάπτυξη των φυτών. Μετά όμως από την ωρίμανση των ινών ξηρό και θερμό κλίμα βοηθά τη συγκομιδή τους και την αποξήρανσή τους. Υψηλότερες θερμοκρασίες ευνοούν την παραγωγή σπόρου. Θερμοκρασίες όμως μεγαλύτερες από 32°C πριν και κατά τη διάρκεια της άνθησης, όταν συνοδεύονται και από ξηρασία, μειώνουν την απόδοση, το μέγεθος και την περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι, καθώς και την ποιότητα του λαδιού.

Υγρασία. Το λινάρι για ίνα χρειάζεται μεγαλύτερη υγρασία εδάφους από ότι το λινάρι για σπόρο. Γενικά όμως το λινάρι χρειάζεται αρκετό νερό, καθόσον το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται στα πρώτα 60 cm του εδάφους. Οπότε σε αρκετές περιοχές με ξηροθερμικό κλίμα χρειάζεται άρδευση, κυρίως στο λινάρι για ίνα.

Έδαφος. Κατάλληλα εδάφη για την καλλιέργεια του λιναριού είναι τα γόνιμα, καλώς αποστραγγιζόμενα, μέσης μηχανικής σύστασης, τα οποία συγκρατούν υγρασία. Τα ελαφρά εδάφη θεωρούνται ακατάλληλα ιδίως σε περιοχές με περιορισμένες βροχοπτώσεις. Ένα πρόβλημα στα βαριά εδάφη είναι η δημιουργία κρούστας που εμποδίζει το φύτεμα. Η ακατεργασία μπορεί να λύσει αυτό το πρόβλημα. Το λινάρι είναι μετρίως ανθεκτικό στην αλατότητα. Το καλύτερο pH κυμαίνεται από 6,0-6,5.

6. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ

Θα περιγραφεί η καλλιεργητική τεχνική που θεωρείται κατάλληλη για φθινοπωρινή σπορά του λιναριού στη χώρα μας.

Αμειψισπορά. Το λινάρι δίνει τις μεγαλύτερες αποδόσεις σε χωράφια καθαρά από ζιζάνια, γιατί έχει μικρή ανταγωνιστική ικανότητα έναντι των ζιζανίων. Σε μη αρδευόμενες εκτάσεις η καλύτερη αμειψισπορά είναι με τα χειμερινά σιτηρά, χωρίς κανένα πρόβλημα. Επίσης προσαρμόζεται ικανοποιητικά μετά από ψυχανθή, με την επιφύλαξη όμως ότι μπορούν να δημιουργηθούν προβλήματα από *Rhizoctonia*. Δεν συνιστάται η σπορά μετά από ελαιοκράμβη, γιατί ορισμένες έρευνες αναφέρουν ότι τοξικά συστατικά για τα φυτά του λιναριού υπάρχουν στα υπολείμματα της ελαιοκράμβης και ότι ο πληθυσμός των μηκορριζών στο

λινάρι είναι μικρότερος λόγω του ότι η ελαιοκράμβη δεν έχει καλή συνάφεια με τις μηκόρριζες.

Σε αρδευόμενες εκτάσεις το λινάρι μπορεί να καλλιεργηθεί σε αμειψισπορά με το καλαμπόκι, τη μηδική και το σόργο. Δεν συνιστάται όμως σπορά μετά από πατάτες ή ζαχαρότευτλα, λόγω προβλημάτων ασθeneιών, ζιζανίων και του αφράτου εδάφους που μένει μετά από αυτές τις καλλιέργειες. Λόγω προβλημάτων ασθeneιών, μεταξύ δύο καλλιεργειών λιναριού πρέπει να μεσολαβούν 3 έως 6 χρόνια. Μια επωφελής σειρά αμειψισποράς είναι χειμερινό σιτηρό – ψυχανθές – καλαμπόκι – λινάρι.

Κατεργασία του εδάφους. Η διαδικασία κατεργασίας είναι ίδια με εκείνη των χειμερινών σιτηρών με τη διαφορά ότι το έδαφος πρέπει να είναι περισσότερο ψιλοχωματισμένο. Η κατεργασία δεν χρειάζεται να γίνει σε μεγάλο βάθος και το έδαφος δεν πρέπει να είναι αφράτο. Σε αφράτο έδαφος συνιστάται ελαφρό κυλίνδρισμα. Το λινάρι προσαρμόζεται σε μειωμένη κατεργασία ή σε ακατεργασία. Υπάρχουν κατάλληλα ζιζανιοκτόνα για την αντιμετώπιση των ζιζανίων πριν τη σπορά, χωρίς να προκαλούν τοξικότητα στα νεαρά φυτά του λιναριού. Με τις μεθόδους αυτές αποφεύγεται η διάβρωση, αυξάνεται η οργανική ουσία, δεν χάνεται υγρασία από το έδαφος, αποφεύγεται η δημιουργία κρούστας. Κατάλληλες σπαρτικές μηχανές έχουν κατασκευασθεί για αυτή την πρακτική.

Λίπανση. Το λινάρι έχει περίπου τις ίδιες απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία με τα χειμερινά σιτηρά. Ανταποκρίνεται στη λίπανση με N μόνον όταν το έδαφος είναι φτωχό σε αυτό το στοιχείο. Η ανταπόκριση στο P, το K και το S είναι ανάλογη με τα χειμερινά σιτηρά. Είναι ευαίσθητο στην έλλειψη Fe και Zn, σπάνια όμως έχουν διαπιστωθεί ελλείψεις σε αυτά τα στοιχεία. Την άνοιξη όταν το έδαφος είναι κρύο, μπορεί να παρατηρηθεί κάποια χλώρωση στα νεαρά φυτά, αλλά όμως αυτά ανακάμπουν όταν ανεβεί η θερμοκρασία. Προτεινόμενες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων ανάλογα με το σύστημα αμειψισποράς και την αναμενόμενη απόδοση είναι 3,5 έως 8 kg N/στρ. και 3,5 kg P₂O₅/στρ. Προσθήκη K γίνεται μόνον όταν έχει διαπιστωθεί έλλειψη στο έδαφος. Οι μεγαλύτερες ποσότητες N συνιστώνται στις αρδευόμενες καλλιέργειες. Μεγάλη ποσότητα αζώτου προκαλεί πλάγιασμα στα φυτά. Επίσης μειώνει την περιεκτικότητα σε ίνες, ενώ αντιθέτως ο P την αυξάνει. Έτσι σε καλλιέργεια λιναριού για ίνες όταν δεν είναι γνωστή η περιεκτικότητα του εδάφους σε θρεπτικά στοιχεία συνιστάται σύνθετο λίπασμα του τύπου 4-16-8 (Martin κ.ά. 2006). Η λίπανση εφαρμόζεται πριν από τη σπορά ή συγχρόνως με τη σπορά και σε κάποια απόσταση από το σπόρο, γιατί το άζωτο μπορεί να βλάψει το σπόρο.

Σπορά. Εποχή σποράς από 15 Οκτωβρίου έως 15 Νοεμβρίου ανάλογα με την περιοχή, θεωρείται κατάλληλη για τη χώρα μας. Στις ελάχιστες εκτάσεις που καλλιεργείται σήμερα το λινάρι οι παραγωγοί κάνουν σπορά στα πεταχτά με μεγάλη ποσότητα σπόρου, περίπου 10 kg/στρ. Σε συστηματική όμως καλλιέργεια στις

άλλες χώρες γίνεται γραμμική σπορά σε αποστάσεις μεταξύ των γραμμών 15-20 cm. Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι σε ακατεργασία, απόσταση μεταξύ των γραμμών 30 cm είναι αποδεκτή (Flax Council of Canada and Saskatchewan Flax Development Commission 2006). Συνιστάται βάθος σποράς 2,5 έως 4 cm ανάλογα με την υγρασιακή κατάσταση του εδάφους. Η ποσότητα σπόρου για καρποδοτικό λινάρι κυμαίνεται από 3-5 kg/στρ. για ξηρικές συνθήκες και 5 kg/στρ. για αρδευόμενη καλλιέργεια. Με μεγάλη πυκνότητα υπάρχει κίνδυνος πλαγιάσματος. Ποσότητα σπόρου 3 έως 4,5 kg/στρ. αντιστοιχεί σε 500 έως 800 σπόρους/m². Η αναλογία φυτρώματος είναι 50-60%. Γενικά μεταξύ 300-400 φυτά/m² δεν παρατηρείται διαφοροποίηση των αποδόσεων. Σε αρδευόμενες συνθήκες πυκνότητα 300 φυτά/m² είναι αρκετή για τη μέγιστη απόδοση. Μεγαλύτερη πυκνότητα φυτών 1500-1800 φυτά/m² είναι επιθυμητή για το λινάρι για ίνα. Η πυκνότητα αυτή επιτυγχάνεται με περίπου 10 έως 13 kg σπόρου/στρ. Με τη μεγάλη πυκνότητα τα φυτά γίνονται λεπτά, υψηλά, χωρίς διακλαδώσεις, χαρακτηριστικά που αυξάνουν την ποσότητα και την ποιότητα των παραγόμενων ινών.

Αντιμετώπιση των ζιζανίων. Το λινάρι δεν σκιάζει αρκετά το έδαφος, οπότε είναι πολύ ευαίσθητο στον ανταγωνισμό από τα ζιζάνια. Τα ζιζάνια είναι μεγαλύτερο πρόβλημα στο λινάρι από ότι στα χειμερινά σιτηρά. Με μεγάλο πληθυσμό ζιζανίων η απόδοση σε σπόρο μπορεί να μειωθεί από 40-70%. Καθαρός σπόρος και σπορά σε έδαφος χωρίς ζιζάνια είναι τα πρώτα μέτρα που λαμβάνονται. Έγκαιρη αντιμετώπιση των ζιζανίων είναι απαραίτητη για τη μείωση των απωλειών. Τα ζιζάνια στο νεαρό στάδιο των φυτών είναι πιο εύκολο να αντιμετωπισθούν χημικά, με μικρότερη πιθανότητα να δημιουργηθούν τοξικότητες στα φυτά του λινιού. Η χημική αντιμετώπιση των ζιζανίων γίνεται με ζιζανιοκτόνα προσπαρτικά, προφυτρωτικά, μεταφυτρωτικά και πριν τη συγκομιδή. Τα τελευταία εφαρμόζονται, όταν το λινάρι έχει ωριμάσει, για τον έλεγχο των πολυετών ζιζανίων. Πληροφορίες για τα κατάλληλα ζιζανιοκτόνα μπορεί να βρει ο αναγνώστης στην ιστοσελίδα www.flaxcouncil.ca. Δύσκολη είναι η αντιμετώπιση των εθελοντών φυτών λινιού στην επόμενη καλλιέργεια, όπως π.χ. στο σιτάρι. Επειδή τα ζιζανιοκτόνα δεν έχουν μεγάλη αποτελεσματικότητα, μεγάλη σπουδαιότητα παίζει η καλλιεργητική τεχνική, όπως η πυκνή σπορά των σιτηρών, η χρησιμοποίηση αποπνικτικών ποικιλιών, η εφαρμογή της λίπανσης στη γραμμή σποράς κ.ά.

Άρδευση. Η αύξηση της απόδοσης σε σπόρο στο λινάρι με την άρδευση, όταν η υγρασία είναι περιορισμένη κατά την άνοιξη, οφείλεται στην ώθηση του φυτού να παράγει δεύτερο ή τρίτο γύρο ανθέων και στην επάρκεια νερού μέχρι να ωριμάσουν οι σπόροι. Η άρδευση επίσης βελτιώνει το μήκος και την ποιότητα των ινών, με την καλύτερη ανάπτυξη των φυτών. Η κρίσιμη περίοδος έλλειψης νερού του λινιού για σπόρο είναι το διάστημα από την άνθηση μέχρι ακριβώς πριν την ωρίμανση του σπόρου. Συνεπώς για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης σε σπόρο και της περιεκτικότητας σε λάδι κατ' αυτή την περίοδο θα πρέπει να

υπάρχει αρκετή υγρασία στο έδαφος. Προσοχή χρειάζεται στο χρόνο της τελευταίας άρδευσης, για την αποφυγή νέας βλάστησης, η οποία θα καθυστερήσει τη συγκομιδή.

Συγκομιδή. Στο λινάρι για ίνα διακρίνονται τρεις βαθμοί ωριμότητας ανάλογα με το χρώμα του στελέχους: πράσινο, κίτρινο και καφέ. Το κίτρινο χρώμα του στελέχους είναι το καλύτερο για την παραγωγή ινών, κατάλληλων για την παρασκευή υφασμάτων. Οι ίνες είναι μακριές και εύκαμπτες και συνεπώς ιδανικές για περαιτέρω επεξεργασία. Συγκομιδή στο στάδιο του πράσινου βλαστού δίνει πολύ λεπτές ίνες χωρίς όμως αντοχή. Στο στάδιο του καφέ βλαστού, οι ίνες είναι πολύ ώριμες, τα στελέχη ισχυρά αλλά εύθραυστα και παράγουν μεγάλη αναλογία ανεπιθύμητων κοντών ινών. Συνήθως η συγκομιδή γίνεται όταν το χρώμα στο ένα τρίτο έως το ήμισυ των καψών είναι κίτρινο ή καφέ με πλήρως αναπτυγμένους σπόρους.

Δυστυχώς, όπως αναφέρθηκε, η ποιότητα των ινών είναι καλύτερη πριν να ωριμάσουν οι σπόροι. Οπότε, κυρίως οι ποικιλίες που καλλιεργούν οι παραγωγοί σε εμπορική κλίμακα είναι είτε για ίνα είτε για σπόρο. Σπάνια καλλιεργούνται ποικιλίες για σπόρο και για ίνα. Οι ίνες σ' αυτή την περίπτωση είναι αποδεκτές για κατασκευή καλαθιών, ή άλλων απλών συναφών αντικειμένων.

Κατά τη συγκομιδή τα φυτά εκριζώνονται προσεκτικά από το έδαφος. Μπορεί να γίνει και θερισμός με τον τρόπο όμως αυτό μειώνεται το μήκος των ινών. Τινάζονται οι ρίζες από το χώμα και τα φυτά στοιβάζονται σε μικρές ομάδες ή δέρονται σε μπάλες. Στη συνέχεια στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας γίνεται η απομάκρυνση των σπόρων. Το επόμενο βήμα είναι η αποσύνθεση των πηκτινών που συνδέουν τις ίνες στο ξύλωμα και η καταστροφή του λεπτού ιστού που περιβάλλει τις ίνες. Η αποσύνθεση γίνεται με τη βοήθεια βακτηρίων εδάφους που είναι παρόντα στους βλαστούς κατά τη συγκομιδή, είτε με την παραμονή των στελεχών στο νερό για μερικές ημέρες, είτε σε βροχερές περιοχές με την επίδραση των βροχών και της πρωινής δροσιάς. Στη συνέχεια ξηραίνονται τα στελέχη και με ειδικά εργαλεία ή μηχανές αποχωρίζονται οι ίνες από το βλαστό. Εκτός από τις μακριές ίνες, ως υποπροϊόν, λαμβάνεται και μια ποσότητα κοντών-μπερδεμένων ινών.

Το λινάρι για σπόρο έχει ωριμάσει όταν το χρώμα του βλαστού γίνεται κιτρινωπό, τα ανώτερα φύλλα έχουν γεράσει, το 75% των καψών έχει χρώμα καφετί, οι σπόροι κροταλίζουν και μπορούν εύκολα να αποχωρισθούν από την κάψα. Η υγρασία των σπόρων είναι μικρότερη από 10%. Σε ορισμένες ποικιλίες οι κάψες ανοίγουν ελαφρώς στο επάνω μέρος, χωρίς να τινάζουν οι σπόροι και έτσι διευκολύνεται ο αλωνισμός. Η συγκομιδή μπορεί να γίνει με θεριζοαλωνιστικές μηχανές όταν η καλλιέργεια έχει ομοιόμορφα ωριμάσει και είναι καθαρή από ζιζάνια. Όταν η ωρίμανση είναι ανομοιόμορφη και υπάρχουν πράσινα ζιζάνια, γίνεται συγκομιδή σε δύο στάδια. Θερισμός και παραμονή των φυτών στον αγρό μέχρι να ξηραθούν και στη συνέχεια αλωνισμός. Για ασφαλή αποθήκευση η υγρασία του σπόρου πρέπει να είναι μικρότερη από 10%.

7. ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Το λινάρι προσβάλλεται από αρκετούς εχθρούς και ασθένειες (Flax Council of Canada and Saskatchewan Flax Development Commission 2006, Martin κ.ά. 2006). Με τη βελτίωση έχουν δημιουργηθεί ποικιλίες ανθεκτικές στη σκωρίαση, στη φουζαρίωση και τελευταία στη σεπτόρια και το ωίδιο. Αναφορές για ασθένειες και εντομολογικές προσβολές του λιναριού στη χώρα μας δεν έχουν υποπέσει στην αντίληψή μας.

8. ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΥΤΩΝ

Λινάρι για ίνα. Τα προϊόντα που λαμβάνονται είναι μακριές ίνες, κοντές ίνες και κάποια ποσότητα σπόρου ανάλογα με το στάδιο συγκομιδής. Οι ίνες αποτελούνται από περίπου 65% κυτταρίνη, 16% ημικυτταρίνη, 30% πηκτίνη, 2,5% λιγνίνη και 3% πρωτεΐνες. Οι μακριές ίνες χρησιμοποιούνται για την παραγωγή υφασμάτων διαφόρων χρήσεων, όπως ρούχα, τραπεζομάντηλα, κουρτίνες, πετσέτες κ.ά. Οι κοντές, μπερδεμένες ίνες, χρησιμοποιούνται για παρασκευή χαρτιού, ταπετσαριών και ειδών συσκευασίας.

Λινάρι για σπόρο. Τα προϊόντα που παράγονται είναι ο σπόρος και τα στελέχη. Η απόδοση σε σπόρο, κυμαίνεται ευρύτατα και εξαρτάται από την ποικιλία, την περιοχή καλλιέργειας, την εποχή σποράς και την καλλιεργητική τεχνική, κυρίως αρδευόμενη ή ξηρική καλλιέργεια. Για παράδειγμα σε αντιπροσωπευτικές περιοχές της Γερμανίας με κατάλληλη πυκνότητα σποράς και λίπανση, η απόδοση σε σπόρο κυμάνθηκε από 95 έως 267 kg/στρ. (Diepenbrock κ.ά. 1995). Ο σπόρος των νέων ποικιλιών περιέχει 40-46% λάδι. Το λάδι είναι πλούσιο σε α-λινολενικό οξύ (ω -3) (52-55%) και λινελαϊκό οξύ (ω -6) (14-20%) τα οποία θεωρούνται απαραίτητα για την υγιεινή διατροφή και την πρόληψη ορισμένων ασθενειών. Επίσης η περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ είναι ικανοποιητική (18-23%). Λόγω αυτών των ιδιοτήτων το λάδι, ολόκληροι σπόροι και το αλεύρι των σπόρων, χρησιμοποιούνται στη διατροφή του ανθρώπου και στη φαρμακευτική. Η κύρια όμως χρήση του λαδιού είναι στη βιομηχανία για παραγωγή σαπουνιών, μουσαμάδων, χρωμάτων, βερνικιών, τυπογραφικής μελάνης κ.ά. Ο λινοπλακούς χρησιμοποιείται ως κτηνοτροφή.

Από τα στελέχη παράγονται ίνες για παρασκευή χαρτιού ειδικής χρήσης, όπως χαρτί για τσιγάρα, χαρτονομίσματα, βιβλούς, βιβλία προσευχής κ.ά. Πρόσφατες χρήσεις είναι η αντικατάσταση του υαλοβάμβακα σε διάφορες εφαρμογές. Η θρεπτική αξία των στελεχών είναι παρόμοια με εκείνη των σιτηρών. Βιομηχανίες στις ΗΠΑ χρησιμοποιούν τα στελέχη ως καύσιμη ύλη.