

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
Αριθμ Πρωτοκ 327  
Ημερομηνία 4-10-10

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

## ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ



Επιμέλεια Εργασίας: Κραβαρίτη Αθανασία

Βόλος, 2010



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 9181/1  
Ημερ. Εισ.: 22-11-2010  
Δωρεά: Συγγραφέας  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ  
2010  
ΚΡΑ

## Πρόλογος

Τα ζιζάνια ανταγωνίζονται με τα καλλιεργούμενα φυτά για τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους, την υγρασία, το φως και το διοξείδιο του άνθρακα. Γι' αυτό το λόγο καθίσταται απαραίτητος ο περιορισμός και η καταπολέμησή τους. Διάφορες μέθοδοι διαχείρισης των ζιζανίων έχουν αναπτυχθεί, οι οποίες διακρίνονται σε μηχανικές, χημικές, θερμικές και ηλεκτρικές μεθόδους. Η μηχανική καταπολέμηση των ζιζανίων συνίσταται: 1. στην κατεργασία του εδάφους με παραδοσιακά εργαλεία όπως το άροτρο, οι καλλιεργητές, οι φρέζες, τα σκαλιστήρια κλπ. Ή με εργαλεία νέας τεχνολογίας, όπως ο περιστροφικός δίσκος, το κυκλικό σκαλιστήρι και η περιστροφική σβάρνα, 2. στη χρήση χορτοκοπτικών μηχανημάτων που καταπολεμούν τα ζιζάνια με μεγάλο ύψος και 3. στην κάλυψη του εδάφους με οργανικά (σανό, άχυρο, κοπριά, κ.α.) και ανόργανα (πλαστικό) υλικά. Η χημική καταπολέμηση γίνεται με τη χρήση ζιζανιοκτόνων, εκλεκτικά ή μη ενώ η ηλεκτρική καταπολέμηση διοχετεύει ηλεκτρικό ρεύμα στα ζιζάνια και τα καταστρέφει. Τέλος, η θερμική καταπολέμηση περιλαμβάνει τη χρήση φωτιάς για το κάψιμο των ζιζανίων, καυτού νερού, ατμού, πάγου, υπεριώδους φωτός και λέιζερ. Η καταπολέμηση των ζιζανίων στη βιολογική γεωργία περιλαμβάνει προληπτικές μεθόδους, βοτάνισμα, καλλιεργητικά μέτρα (ρύθμιση εδαφικού περιβάλλοντος, αμειψισπορά, κατάκλιση, κ.α), μηχανικά μέσα όπως είναι οι περιστρεφόμενες βούρτσες, φυσικά μέσα (ηλιοαπολύμανση, εδαφοκάλυψη) και, τέλος, βιολογικά μέσα (π.χ βιοζιζανιοκτόνα). Οι μέθοδοι καταπολέμησης των ζιζανίων παίρνουν διαφορετικές μορφές στις σκαλιστικές και μη καλλιέργειες. Στις σκαλιστικές η καταπολέμηση μεταξύ των γραμμών είναι σχετικά εύκολη με απλή κατεργασία του εδάφους. Στις μη σκαλιστικές καλλιέργειες, όμως, κάθε άλλη μέθοδος καταπολέμησης εκτός της χημικής είναι αρκετά δύσκολη καθώς πρέπει να καταστραφούν τα ζιζάνια χωρίς να θιγούν ή να θιγούν ελάχιστα τα καλλιεργούμενα.

Τα τελευταία χρόνια, έχουν αναπτυχθεί και άλλες νέες μέθοδοι με θετικά αποτελέσματα στη διαχείριση των ζιζανίων, όπως είναι η χαρτογράφηση των επιβλαβών φυτών, η καταστροφή επί των σειρών μόνο των ζιζανίων και όχι των καλλιεργούμενων φυτών και ο σχεδιασμός συστημάτων καταγραφής της θέσης τοποθέτησης του σπόρου, τα οποία έχουν ικανοποιητικά αποτελέσματα στον έλεγχο των ζιζανίων.

## Περιεχόμενα

1. Πρόλογος .....	2
2. Ζιζάνια .....	5
2.1 Ορισμός .....	5
2.2 Οικολογία .....	5
α) Πολλαπλασιασμός .....	5
β) Διάδοση .....	6
2.3 Ζημίες .....	7
3. Διαχείριση ζιζανίων .....	7
3.1 Εισαγωγή .....	7
3.2 Στόχοι .....	8
3.3 Μέθοδοι .....	8
α) Μηχανική .....	8
β) Θερμική .....	9
γ) Ηλεκτρική .....	10
δ) Χημική .....	10
3.4 Σύγκριση μεθόδων .....	12
4. Μηχανική καταπολέμηση .....	13
4.1 Εισαγωγή .....	13
4.2 Μέθοδοι .....	13
α) Κατεργασία εδάφους .....	13
I. Παραδοσιακά εργαλεία .....	13
1) Άροτρο .....	13
2) Σβάρνες .....	16
3) Φρέζα .....	19
4) Σκαλιστήρια .....	20
i. Με σταθερά σώματα .....	20
ii. Περιστροφικά .....	20
iii. Σκαλιστήρια-φρέζες .....	21
iv. Με ελατηριωτά σώματα .....	22
v. Με ψήκτρες .....	22
5) Βάθος σκαλισμάτων .....	23
6) Εποχή σκαλισμάτων .....	23
7) Συχνότητα σκαλισμάτων .....	24
8) Τεχνική σκαλισμάτων .....	24

II. Εργαλεία νέας τεχνολογίας .....	24
1) Περιστρεφόμενος δίσκος .....	24
2) Περιστροφικό σκαλιστήρι με δίσκο ...	25
3) Κυκλικό σκαλιστήρι.....	26
4) Περιστροφική σβάρνα.....	27
5) Συνδυασμός εργαλείων .....	28
β) Πλεονεκτήματα–Μειονεκτήματα κατεργασίας ....	29
γ) Χρήση χορτοκοπτικών.....	31
δ) Ξερίζωμα ζιζανίων.....	32
ε) Χρήση φωτιάς.....	32
5. Καταπολέμηση ζιζανίων στη βιολογική γεωργία .....	34
1. Προληπτικά μέτρα .....	34
2. Καλλιεργητικά μέτρα.....	34
3. Μηχανικά μέσα.....	36
4. Φυσικά μέσα .....	38
5. Βιολογικά μέσα.....	40
6. Άλλες τεχνολογίες .....	42
1. Καυτό νερό .....	42
2. Απολύμανση εδάφους με ατμό .....	42
3. Πάγος.....	43
4. Λείζερ .....	44
5. Υπεριώδες φως .....	46
6. Γεωργία Ακριβείας .....	46
α) Εισαγωγή.....	46
β) Καταγραφή θέσης τοποθέτησης σπόρου .....	47
γ) Χαρτογράφηση ζιζανίων.....	47
δ) Σύστημα εφαρμογής ζιζανιοκτόνου.....	48
7. Συζήτηση .....	50
8. Συμπεράσματα .....	52
9. Βιβλιογραφία .....	53

## 2. ZIZANIA

### 2.1 Ορισμός[1],[2]

Τα ζιζάνια (Σχήμα.1) αποτελούν μέρος του πολιτισμού εδώ και χιλιετίες. Σε πολλά αρχαία έγγραφα έχουν καταγραφεί ιστορίες γεωργών που μάχονται με τα ζιζάνια στις καλλιέργειές τους. Όπου υπάρχει καλλιέργεια, τα ζιζάνια είναι παρόντα.

Υπάρχουν διάφοροι ορισμοί για την έννοια ζιζάνιο. Η πιο κοινά αποδεκτή είναι πως ζιζάνιο είναι κάθε φυτό που αναπτύσσεται εκεί όπου δεν είναι επιθυμητό. Κάποια ανεπιθύμητα φυτά αργότερα βρέθηκε ότι έχουν θετικές ιδιότητες και έτσι άρχισαν να καλλιεργούνται ως ωφέλιμα. Άλλα καλλιεργούμενα φυτά όταν μεταφυτεύτηκαν σε νέα κλίματα διέφυγαν της καλλιέργειας και μετατράπηκαν σε ζιζάνια. Γι' αυτό το λόγο η κατηγορία των ζιζανίων αλλάζει και ο ορισμός είναι σχετικός.



Σχήμα. 1. *Cynodon dactylon* : αγριάδα, ένα κοινό ζιζάνιο στην Ελλάδα

### 2.2 Οικολογία[3]

Η οικολογία των ζιζανίων ασχολείται και εξετάζει την αύξηση, την προσαρμοστικότητα και τους μηχανισμούς επιβίωσης των ζιζανίων στο περιβάλλον που τα επιτρέπει να πλεονεκτούν έναντι των καλλιεργειών στα αγροοικοσυστήματα.

#### α) Πολλαπλασιασμός[3]

Τα ζιζάνια πολλαπλασιάζονται και αναπαράγονται αγενώς και εγγενώς. Η εγγενής αναπαραγωγή απαιτεί γονιμοποίηση του άνθους το οποίο θα παράγει σπόρους. Η αγενής αναπαραγωγή γίνεται με μίσχους, ρίζες, φύλλα, ριζώματα, στόλωνες, κορμούς, βολβούς και κονδύλους.

## β) Διάδοση[1]

Πολλά είδη ζιζανίων έχουν υιοθετήσει αποτελεσματικούς τρόπους διάδοσης των σπόρων τους. Τα ζιζάνια *Asclepiadaceae syriaca* (Σχήμα 2), *Cirsium odoratum* και *Taraxacum officinale* (Σχήμα 3) έχουν μακριές κατασκευές σαν φτερά και μπορούν να διασχίζουν με τον άνεμο μεγάλες αποστάσεις.



Σχήμα 2. *Asclepiadaceae syriaca officinale*



Σχήμα 3. *Taraxacum*

Άλλα είδη, όπως το *Galium aparine* (Σχήμα 4), έχουν προεξοχές στον μανδύα των σπόρων τους και έτσι μπορούν να προσκολλώνται στο τρίχωμα των ζώων και στα ρούχα των ανθρώπων.



Σχήμα 4. *Galium aparine*

Άλλα, πάλι, μεταφέρονται από τα ένα χωράφι στο άλλο μέσω των γεωργικών μηχανημάτων και άλλα μέσω του νερού στα ρυάκια ή στα αρδευτικά κανάλια. Γενικά, οι σπόροι των ζιζανίων παραμένουν βιώσιμοι για μεγάλες χρονικές περιόδους και ανενεργοί σε λήθαργο έως ότου προκληθεί η διαδικασία βλάστησης από την υγρασία του εδάφους, τη θερμοκρασία ή το φως.

### **2.3 Ζημίες[1],[4]**

Τα ζιζάνια μειώνουν τη διαθέσιμη υγρασία, τα θρεπτικά συστατικά, το φως του ήλιου και το χώρο ανάπτυξης που χρειάζονται τα καλλιεργούμενα φυτά για να αναπτυχθούν, κοινώς τα ανταγωνίζονται. Η παρουσία τους μπορεί να μειώσει την ανάπτυξη της καλλιέργειας, την ποιότητα και την απόδοση. Επιπλέον, καθιστούν τη συγκομιδή δύσκολη ενώ αποτελούν ξενιστές για πολλές ασθένειες και έντομα. Τα ζιζάνια των κήπων είναι δύσκολο να ελεγχθούν επειδή αναπτύσσονται ταχύτατα, παράγουν μεγάλες ποσότητες σπόρων και εξαπλώνονται επιθετικά.

Τέλος, τα ζιζάνια προκαλούν προβλήματα αλλεργίας στους ανθρώπους λόγω της γύρης τους που είναι επιβλαβής και υποβιβάζουν την αισθητική αξία του χώρου στον οποίο βρίσκονται.

## **3. Διαχείριση ζιζανίων**

### **3.1 Εισαγωγή[5],[6]**

Σε πολλά αγροτικά συστήματα ανά τον κόσμο, ο ανταγωνισμός των καλλιεργούμενων φυτών με τα ζιζάνια αποτελεί έναν από τους κύριους παράγοντες μείωσης της απόδοσης της παραγωγής και του εισοδήματος του αγρότη. Γι' αυτό το λόγο, αναπτύχθηκαν τεχνικές διαχείρισης των ζιζανίων οι οποίες ποικίλουν ανάλογα με τον κύκλο ζωής των φυτών, το μέγεθος της προσβολής, τους περιβαλλοντικούς παράγοντες και τους σκοπούς της διαχείρισης. Στην πράξη, οι τεχνικές αυτές διακρίνονται σε έμμεσες (εναλλαγή καλλιέργειας, προετοιμασία σποροκλίνης, ηλιοαπολύμανση εδάφους) και άμεσες (μηχανικές, θερμικές, ηλεκτρικές, χημικές). Οι πρώτες περιλαμβάνουν μεθόδους που χρησιμοποιούνται πριν σπείρουμε το χωράφι ενώ οι δεύτερες περιλαμβάνουν μεθόδους που εφαρμόζονται κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του φυτού. Και οι δύο κατηγορίες μπορούν να επηρεάσουν είτε τη πυκνότητα των ζιζανίων, είτε την ανάπτυξή τους.



### **3.2 Στόχοι[7]**

Η διαχείριση των ζιζανίων έχει ως στόχο τη μεγιστοποίηση του κέρδους ή την ελαχιστοποίηση του κινδύνου από την καταστροφή της σοδειάς. Αυτό σημαίνει την ανάπτυξη πρακτικών διαχείρισης που είτε περιορίζουν τα ζιζάνια σε επίπεδα που δεν επιφέρουν ανεπιθύμητη οικονομική ζημία, είτε στοχεύουν στο να εξαλείψουν τα διάφορα είδη ζιζανίων από την καλλιεργούμενη περιοχή.

### **3.3 Μέθοδοι**

#### **α) Μηχανική καταπολέμηση των ζιζανίων[8]**

Η μηχανική καταπολέμηση ζιζανίων (Σχήμα 5) περιλαμβάνει μεθόδους που καταστρέφουν ή καταστέλλουν την ανάπτυξη των ζιζανίων μέσω της φυσικής διατάραξης του εδάφους ή με συγκομιδή του φυτού πριν από την παραγωγή σπόρου. Η διατάραξη αυτή γίνεται με εργαλεία, όπως τα σκαλιστήρια, οι σβάρνες, οι θεριστικές μηχανές, τα χορτοκοπτικά κ.α. Η επιλογή των εργαλείων εξαρτάται από το εύρος των φυτών που καλλιεργούνται. Η καταπολέμηση πρέπει να στοχεύει σε ολόκληρη την καλλιεργούμενη περιοχή ή μπορεί να περιορίζεται σε συγκεκριμένα ζιζάνια μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας. Η βέλτιστη χρονική στιγμή και η συχνότητα των επεμβάσεων για την καταπολέμηση εξαρτάται από το μέγεθος και τα είδη των ζιζανίων και από το είδος της καλλιέργειας. Για παράδειγμα, στα χειμερινά σιτηρά, τα ζιζάνια τα οποία αναπτύσσουν βαθιές ρίζες μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικότερα το φθινόπωρο, πριν τα ζιζάνια εγκατασταθούν πλήρως. Τα μειονεκτήματα της μηχανικής καταπολέμησης περιλαμβάνουν καθυστερήσεις όταν οι καιρικές συνθήκες δεν επιτρέπουν την εργασία στους αγρούς που προκαλούν κίνδυνο αποτυχίας καθώς τα ζιζάνια γίνονται όλο και μεγαλύτερα και δυσκολότερο να καταστραφούν. Σημαντικό πρόβλημα αποτελούν και οι χαμηλοί ρυθμοί εργασίας που ανεβάζουν το κόστος της επέμβασης.



Σχήμα 3. Μηχανική καταπολέμηση ζιζανίων με περιστροφικό σκαλιστήρι

### β) Θερμική καταπολέμηση ζιζανίων [9],[10]

Η θερμική καταπολέμηση των ζιζανίων είναι κατάλληλη για οργανικά συστήματα παραγωγής λόγω της ελάχιστης διατάραξης του εδάφους. Οι τεχνολογίες της βασίζονται στο γεγονός ότι η θερμότητα η οποία εφαρμόζεται στον ιστό των κυττάρων των ζιζανίων, προκαλεί ανεπανόρθωτη βλάβη κι έτσι τα ζιζάνια ξεραίνονται και πεθαίνουν. Η θερμική καταπολέμηση χρησιμοποιείται κατά τα αρχικά στάδια ανάπτυξης των ζιζανίων επειδή τα μεγαλύτερα ζιζάνια απαιτούν περισσότερη ενέργεια για να καταστραφούν. Μέχρι στιγμής, δεν έχει αναπτυχθεί τεχνολογία για τη διαχείριση των υπόγειων τμημάτων των ζιζανίων, οπότε αρκετές επαναλήψεις είναι απαραίτητες όσον αφορά τα πολυετή ζιζάνια. Οι τεχνολογίες (περιγράφονται αναλυτικά σε επόμενο κεφάλαιο) που περιλαμβάνει η θερμική καταπολέμηση είναι οι εξής :

- Κάψιμο ζιζανίων (φωτιά)
- Καυτό νερό
- Ατμός
- Πάγος
- Υπεριώδες φως (UV)
- Λείζερ

### **γ) Ηλεκτρική καταπολέμηση ζιζανίων [9],[10]**

Η ηλεκτρική αντιμετώπιση γίνεται με ηλεκτρική εκκένωση ή με ηλεκτρικό σοκ. Η πρώτη μέθοδος ελευθερώνει μια ποσότητα ηλεκτρισμού στο φυτό, μέσω μιας πηγής υψηλής ηλεκτρική τάσεως. Το άμεσο ηλεκτρικό σοκ είναι μια συνεχής διαδικασία όπου μια γεννήτρια συνδέεται με το φυτό μέσω ενός ηλεκτροδίου και το έδαφος χρησιμοποιείται ως το άλλο ηλεκτρόδιο. Και στις δύο τεχνικές, το ρεύμα ρέει διαμέσου του φυτού και το θερμαίνει έτσι ώστε το νερό στα κύτταρά του να φτάσει στο σημείο βρασμού. Με αυτό τον τρόπο, τα κύτταρα χάνουν τη δομή και τη λειτουργία τους και συνεπώς, πεθαίνουν. Το πλεονέκτημα της ηλεκτρικής διαχείρισης των ζιζανίων είναι η ελάχιστη διατάραξη του εδάφους και η προστασία του περιβάλλοντος από τη μη χρήση ζιζανιοκτόνων.

### **δ) Χημική καταπολέμηση ζιζανίων [5],[11]**

Η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων (Σχήμα 6) παρέχει την πιο αποτελεσματική και χρονικά αποδοτική μέθοδο διαχείρισης ζιζανίων. Πολυάριθμα ζιζανιοκτόνα είναι διαθέσιμα στην αγορά και πολλά από αυτά έχουν εκλεκτική δράση, δηλαδή καταστρέφουν μόνο τα ζιζάνια και αφήνουν τα καλλιεργούμενα φυτά ανέπαφα. Η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων προϋποθέτει την υπευθυνότητα του αγρότη και τη συμμόρφωσή του με τις απαιτήσεις χρήσης τους, χειρισμού και απομάκρυνσής τους. Τα ζιζανιοκτόνα εφαρμόζονται με διασπορά (κοκκώδη σκευάσματα) ή με ψεκασμό (όλα τα υπόλοιπα σκευάσματα). Η διασπορά γίνεται με το χέρι ή με ειδικές μηχανές, ενώ ο ψεκασμός με ψεκαστικά μηχανήματα. Τα ζιζανιοκτόνα έχουν τα εξής πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα :



**Σχήμα 6. Εφαρμογή ζιζανιοκτόνου με ψεκαστικό φερόμενο σε ελκυστήρα**

### Πλεονεκτήματα [11]

- α. γρήγορη και μεγάλη αποτελεσματικότητα.
- Β. εξασφαλίζουν έγκαιρη καταπολέμηση των ζιζανίων (μετά από προσπαρτική ή προφυτρωτική εφαρμογή), με αποτέλεσμα την εξάλειψη του ανταγωνισμού από τα καλλιεργούμενα φυτά στα πρώτα στάδια ανάπτυξής τους, που είναι και τα πιο καθοριστικά για την απόδοση.
- Γ. η εφαρμογή τους είναι εύκολη και πιο οικονομική.
- Δ. μπορούν να εφαρμοστούν για την καταπολέμηση ζιζανίων σε μη γραμμικές καλλιέργειες (π.χ. χειμερινά σιτηρά).
- ε. έχουν ευρύ φάσμα δράσης.
- στ. δεν καταστρέφουν τη δομή του εδάφους όπως τα μηχανήματα κατεργασίας.

### Μειονεκτήματα [11]

- α. προκαλούν τοξικότητα στα καλλιεργούμενα φυτά.
- Β. παραμένουν στο περιβάλλον αρκετό χρονικό διάστημα και ενδέχεται να το υποβαθμίζουν.
- Γ. η παραμονή τους στο έδαφος για πολύ μετά την εφαρμογή τους ενδέχεται να ζημιώνει τις καλλιέργειες.
- Δ. διάφορα είδη ζιζανίων αναπτύσσουν ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα.
- Ε. η αποτελεσματικότητά τους είναι ασταθής λόγω των περιβαλλοντικών συνθηκών.
- Στ. επειδή δεν ελέγχουν όλα τα ζιζάνια το ίδιο αποτελεσματικά, επιτρέπουν την εμφάνιση ειδών που πριν δεν θεωρούνταν ζιζάνια.

### 3.4 Σύγκριση μεθόδων[9]

ΜΕΘΟΔΟΣ	ΤΕΧΝΙΚΗ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
ΜΗΧΑΝΙΚΗ	Σκαλιστήρια, σβάρνες, θεριστικές μηχανές, κ.α.	Χαμηλό κόστος	Διατάραξη εδάφους
ΘΕΡΜΙΚΗ	Φωτιά	Ελάχιστη διατάραξη εδάφους	Υψηλό κόστος, αρκετές επαναλήψεις, κίνδυνος πυρκαγιάς
	Καυτό νερό	Μη διατάραξη εδάφους	Υψηλή κατανάλωση ενέργειας
	Ατμός	Χρήσιμο για τραχείς επιφάνειες	Υψηλό κόστος
	Πάγος	Μη διατάραξη εδάφους	Χαμηλή ισχύς, Υψηλή κατανάλωση ενέργειας
	Υπεριώδες φως	Μη διατάραξη εδάφους	Μη διαθέσιμος εμπορικός εξοπλισμός
	Λείζερ	Μειωμένη κατανάλωση ενέργειας, μη συμπίεση εδάφους	Έλλειψη δοκιμών στο χωράφι
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ	Ηλεκτρική εκκένωση ή ηλεκτρικό σοκ	Ελάχιστη διατάραξη εδάφους	Ακριβής έλεγχος
ΧΗΜΙΚΗ	Ζιζανιοκτόνα	Μη διατάραξη εδάφους	Ρύπανση περιβάλλοντος, φυτοτοξικές βλάβες, κίνδυνος για την υγεία του ανθρώπου

## 4. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

### 4.1 Εισαγωγή[12]

Η μηχανική καταπολέμηση των ζιζανίων περιλαμβάνει τρεις βασικές τεχνικές : την κατεργασία του εδάφους, το κόψιμο των ζιζανίων με τη χρήση χορτοκοπτικών και το ξερίζωμα των ζιζανίων. Η κατεργασία του εδάφους για την καταστροφή των ζιζανίων χρησιμοποιεί παραδοσιακά εργαλεία κατεργασίας, όπως το άροτρο, η σβάρνα, η φρέζα και τα σκαλιστήρια αλλά και εργαλεία νέας τεχνολογίας, όπως ο περιστροφικός δίσκος, το κυκλικό σκαλιστήριο, η κυλιόμενη σβάρνα και ο γραμμικός καλλιεργητής. Η χρήση χορτοκοπτικών μειώνει τη φυλλική επιφάνεια των ζιζανίων, επιβραδύνει την ανάπτυξή τους και μειώνει η εμποδίζει την παραγωγή σπόρων. Τέλος, το ξερίζωμα των ζιζανίων γίνεται με εργαλεία που κρατούν σφιχτά τους μίσχους των φυτών των ζιζανίων και με την κατάλληλη ισχύ τραβούν τις ρίζες τους από το έδαφος.

### 4.2 Μέθοδοι

#### α) Κατεργασία εδάφους

##### *1. Παραδοσιακά εργαλεία*

#### **1) Άροτρο[13],[14],[15]**

Η κατεργασία του εδάφους με άροτρο (όργωμα) είναι η πρώτη επέμβαση που γίνεται για την προετοιμασία του εδάφους για σπορά των καλλιεργούμενων φυτών. Το άροτρο, εκτός από τη σε βάθος αναμόχλευση του εδάφους, α) καταστρέφει τα φυτρωμένα ζιζάνια, β) παραχώνει τους σπόρους τους σε μεγάλο βάθος από όπου δύσκολα φυτρώνουν και γ) φέρνει στην επιφάνεια του εδάφους (από τα βαθύτερα στρώματά του) όργανα αγενούς αναπαραγωγής πολυετών ζιζανίων, τα οποία στη συνέχεια εκτιθέμενα είτε στις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα (παγετός) ή στις υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού (καύσωνα) παγώνουν ή ξηραίνονται, αντίστοιχα. Η επέμβαση με άροτρο έχει το μειονέκτημα ότι δημιουργεί ανομοιόμορφη και ακατάλληλη για σπορά επιφάνεια, γι' αυτό και ακολουθείται πάντοτε από μια ή περισσότερες επεμβάσεις με καλλιεργητή, δισκοσβάρνα ή φρέζα. Διακρίνεται σε δύο κατηγορίες: α. το υνάροτρο και β. το δισκάροτρο. Τα υνάροτρα

είναι άροτρα τα οποία έχουν σώματα με υνιά για την κοπή και αναστροφή της λωρίδας, ενώ τα δισκάροτρα χρησιμοποιούν δίσκους για την ίδια εργασία.

#### Υνάροτρο(Σχήμα 7)



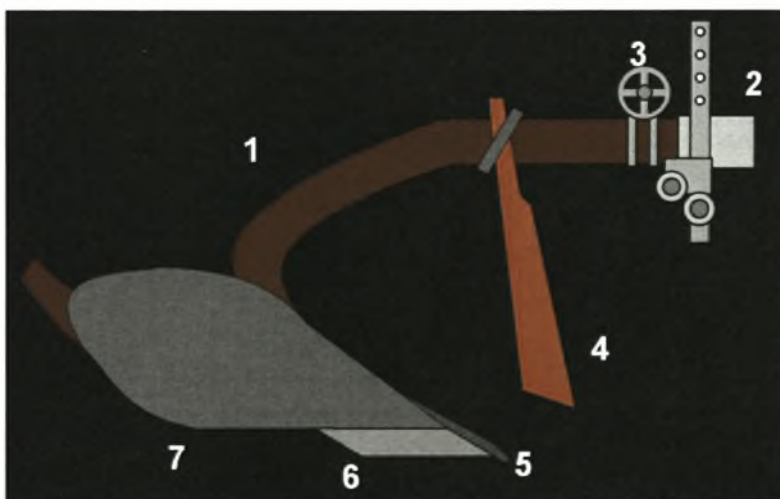
Σχήμα 7. Κατεργασία εδάφους με υνάροτρο

Μέρη υναρότρου (Σχήμα 8):

1. Πλαίσιο: είναι το εξάρτημα πάνω στο οποίο στηρίζονται όλα τα υπόλοιπα εξαρτήματα. Αποτελείται από ένα σύνολο μεταλλικών δοκών που στο πρόσθιο μέρος σχηματίζουν το σύστημα πρόσδεσης στον ελκυστήρα.
2. Σταβάρι: είναι το τμήμα που συνδέει το πλαίσιο με το σώμα. Είτε είναι ένα κεκαμμένο δοκάρι που η προέκταση συντελεί στη διαμόρφωση του πλαισίου, είτε ένα κατακόρυφο στέλεχος.
3. Σώμα: είναι το κύριο εξάρτημα του αρότρου. Αυτό κάνει την κοπή, αναστροφή, μετατόπιση και θραύση του εδάφους. Τα κύρια μέρη του σώματος είναι:
  - το υνί : κόβει το έδαφος σε λωρίδες, το χαλαρώνει και το ανυψώνει μερικώς. Συνήθως δεν προκαλεί θρυμματισμό.
  - ο αναστρεπτήρας: είναι το κοίλο εξάρτημα του αρότρου το οποίο χαλαρώνει, ριγματώνει, θρυμματίζει και αναστρέφει το έδαφος που έκοψε οριζόντια το υνί και κατακόρυφα ο δίσκος ή το μαχαίρι.
  - η στρώση: είναι μια επιμήκης μεταλλική πλάκα στο πλάι του αρότρου και κινείται στο τοίχωμα της αυλακιάς. Με τον τρόπο αυτό

εξουδετερώνει τις οριζόντιες δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά την άροση, αυξάνει τη σταθερότητα κίνησης του αρότρου και βοηθά στο να κόβεται το χώμα σε κανονικές λωρίδες.

- η τριγωνική βάση: είναι ένα ισχυρό τριγωνικό πλαίσιο που βρίσκεται στο κέντρο του σώματος του αρότρου και συνδέει όλα τα εξαρτήματα του σώματος.
4. Τροχός εδάφους : είναι υπεύθυνος για τη σταθεροποίηση του βάθους κατεργασίας. Πολλές φορές υπάρχουν δύο τροχοί, εκ των οποίων ο πρώτος κινείται στην αυλακιά και ο δεύτερος στο ακαλλιέργητο έδαφος.
5. Βοηθητικά εξαρτήματα :
- μαχαίρι ή δίσκος : τοποθετούνται μπροστά από το υνί και στερεώνονται στο πλαίσιο του αρότρου. Χαράσσουν το έδαφος έτσι ώστε οι λωρίδες που θα κόψει το υνί να είναι κανονικές.
  - Προϋνίο : είναι ένα μικρό σώμα αρότρου που τοποθετείται πριν από το κυρίως σώμα. Κόβει και αναστρέφει μια μικρή λωρίδα εδάφους και ενσωματώνει καλύτερα τα φυτικά υπολείμματα.
  - Επέκταση του αναστρεπτήρα : μια μεταλλική λάμα στο πίσω μέρος του αναστρεπτήρα, η οποία βοηθά στην καλύτερη αναστροφή και θρυμματισμό του εδάφους.
  - Βοηθητικοί αναστροφείς : μικρά καμπυλωτά σώματα αντί της χρήσης προϋνίου που βοηθούν στην καλύτερη αναστροφή του εδάφους.



Σχήμα 8. 1: Πλαίσιο, 2: Σύστημα ανάρτησης 3 σημείων, 3: Ρυθμιστής ύψους, 4: Μαχαίρι, 5: Επέκταση αναστρεπτήρα, 6: Υνί, 7: Αναστρεπτήρας



### Δισκάρωτρο

Αποτελείται από το πλαίσιο με σύστημα αναρτήσεως στα τρία σημεία του υδραυλικού του ελκυστήρα. Το πλαίσιο αποτελείται από κυλινδρικό δοκάρι ισχυρής κατασκευής και μεγάλου βάρους για να βοηθά τη διείδυση του δισκαρότρου (Σχήμα 9). Στο πλαίσιο είναι κολλημένα δύο σταβάρια που καταλήγουν στις βάσεις δύο υποδοχών, όπου εκεί εδράζονται τα κουζινέτα που φέρουν τους άξονες των δίσκων κι έτσι οι δίσκοι μπορούν να περιστρέφονται ελεύθερα.



Σχήμα 9. Δισκάρωτρο

Σε κάθε δίσκο υπάρχει μια ξύστρα, η οποία είναι κατάλληλα διαμορφωμένη ώστε να καθαρίζει το δίσκο από τα χώματα που κολλούν στην επιφάνειά του και να δίνει μια περιστροφική κίνηση στη λωρίδα εδάφους που ανέρχεται.

Στο πίσω μέρος του, το δισκάρωτρο, έχει έναν τροχό ειδικής κατασκευής, ο οποίος καθορίζει το βάθος οργώματος και αντισταθμίζει τις πλάγιες τάσεις που αναπτύσσονται στο άροτρο από την μετακίνηση του εδάφους.

### 2) Σβάρνες[8],[14],[15],[16]

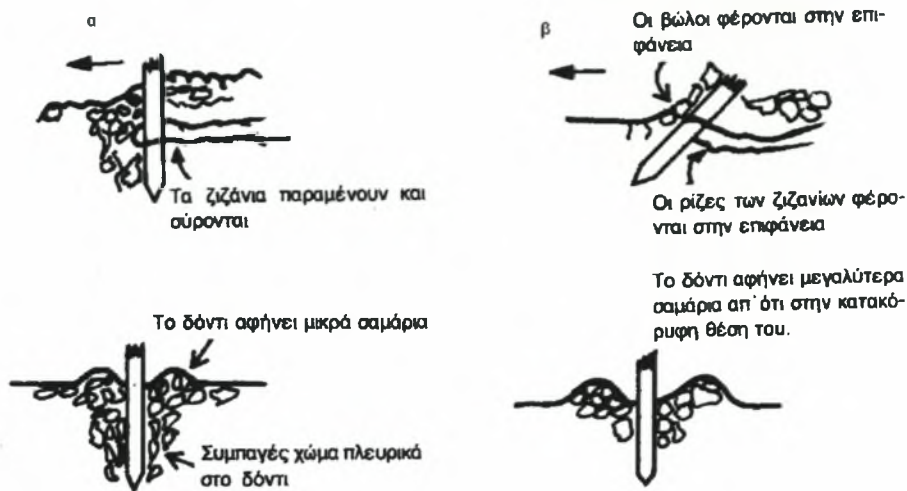
Σβάρνες ονομάζονται τα μηχανήματα που κάνουν ελαφριά κατεργασία του εδάφους (βάθος < 10 cm) και ταυτόχρονα περιορισμένη αναμόχλευση προκαλώντας καταστροφή των ζιζανίων. Η καταστροφή είναι επιτυχής στα νεαρά φυτάρια, ενώ τα μεγαλύτερα καταστρέφονται δυσκολότερα. Τα σβαρνίσματα για να είναι αποτελεσματικά πρέπει να γίνονται μεταξύ του σταδίου βλάστησης των σπόρων των ζιζανίων και του σταδίου σχηματισμού κοτυληδόνων. Οι σβάρνες που χρησιμοποιούνται για αυτό το σκοπό είναι οι οδοντωτές και διακρίνονται σε δύο μορφές, αυτές με σταθερά δόντια και σε αυτές με ελατηριωτά δόντια.

### **Με σταθερά δόντια (Σχήμα 10)**

Χρησιμοποιούνται για την καταστροφή των μικρών ζιζανίων. Είναι κατάλληλες για γόνιμα εδάφη, ιδιαίτερα όταν βρίσκονται στο ρόγο τους. Αποτελούνται από πλαίσια τα οποία συνδέονται αρθρωτά μεταξύ τους για να αυξάνεται το πλάτος κατεργασίας και χρησιμοποιούνται τόσο για την καταπολέμηση των ζιζανίων πάνω στις γραμμές όσο και για την καταπολέμηση μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας. Κάθε πλαίσιο αποτελείται από ένα σκελετό διαφόρων τύπων ( τύπου Z, τύπου S, παραλληλόγραμμου, μορφής διαγωνίου), πάνω στον οποίο είναι στερεωμένα τα δόντια. Όταν τα δόντια είναι κατακόρυφα (Σχήμα 11.α) ανακατεύουν και σπάζουν τους σβώλους του εδάφους, παρασύρουν τα ζιζάνια και θάβουν τους σπόρους τους μέσα στο χαλαρό έδαφος. Τα κατακόρυφα δόντια ενώ χαλαρώνουν το επιφανειακό στρώμα, τείνουν να συμπίεσουν το έδαφος κάτω από αυτά. Όταν τα δόντια έχουν κλίση προς τα εμπρός (Σχήμα 11.β), διεισδύουν βαθύτερα. Οι σβώλοι και τα ζιζάνια που συναντούν τα δόντια ανυψώνονται στην επιφάνεια. Η αποτελεσματικότητα της καταστροφής των ζιζανίων εξαρτάται από την πίεση που ασκούν τα δόντια και από τη διάμετρό τους. Οι σβάρνες με σταθερά δόντια είναι φερόμενες ή συρόμενες.



**Σχήμα 10. Οδοντωτή σβάρνα με σταθερά δόντια**



Σχήμα 11. Θέση δοντιών για την κατεργασία του εδάφους. α) Κατακόρυφα δόντια, β) Δόντια με κλίση προς τα εμπρός.

### Με ελατηριωτά δόντια (Σχήμα 12)

Διαθέτουν μεγάλα εύκαμπτα δόντια, καμπυλωτά μορφής C και S, που μπορούν να αλλάζουν κλίση για ρύθμιση του βάθους κατεργασίας, με τη βοήθεια μοχλών ή υδραυλικών κυλίνδρων. Επειδή τα δόντια έχουν ελαστικότητα, θεωρούνται κατάλληλες για εδάφη σκληρά ή χαλικώδη. Φέρουν σχετικά εύκολα στην επιφάνεια ζιζάνια που αναπτύσσονται και ριζώματα από τα πολυετή ζιζάνια χωρίς να τα τεμαχίζουν και με δονήσεις προς όλες τις κατευθύνσεις, τα καταστρέφουν. Πολλές φορές τοποθετούνται ειδικά τμήματα ελατηριωτής σβάρνας εμπρός από σπαρτικές μηχανές. Έτσι εξοικονομείται χρόνος, γιατί κατά της σπορά, ταυτόχρονα με το σβάρνισμα γίνεται και καταπολέμηση των ζιζανίων. Όταν η σβάρνα χρειάζεται να καλλιεργήσει επιφανειακά, η μύτη των δοντιών είναι σχεδόν κάθετη στο έδαφος, η σβάρνα δε διεισδύει βαθιά και η δράση μοιάζει με εκείνη μιας σβάρνας με σταθερά δόντια. Σε ενδιάμεση θέση τα δόντια παρουσιάζουν κλίση και η σβάρνα διεισδύει βαθύτερα. Για πλήρες βάθος τα δόντια είναι σχεδόν οριζόντια. Σε εδάφη με πολλά φυτικά υπολείμματα δεν αποδίδουν ικανοποιητικά γιατί μπουκώνουν εύκολα.



Σχήμα 12. Οδοντωτή σβάρνα με ελατηριωτά δόντια τύπου S

### 3) Φρέζα (αναρτόμενη ή ελκόμενη)[13],[16] (Σχήμα 13)

Οι σπόροι των ετήσιων ζιζανίων που φυτρώνουν βρίσκονται σε βάθος μέχρι τα 5 cm από την επιφάνεια του εδάφους. Η καταστροφή των ζιζανίων αυτών, ώστε τα φυτά να αρχίσουν τη ζωή τους χωρίς ανταγωνιστές, επιτυγχάνεται με ένα φρεζάρισμα του εδάφους μέχρι το απαραίτητο βάθος ώστε να δοθεί χρόνος στους σπόρους των ζιζανίων να φυτρώσουν. Στο τέλος αυτού του χρόνου γίνεται δεύτερο φρεζάρισμα σε βάθος που δεν περνά τα 5 cm. Έτσι, καταστρέφονται τα νεαρά φυτάρια των ζιζανίων και η σποροκλίνη μένει καθαρή. Η φρέζα αποτελείται από έναν άξονα κάθετο προς την κατεύθυνση κίνησης του μηχανήματος. Ο άξονας αυτός φέρει διάφορες εξαρτήσεις και καθώς περιστρέφονται σκάβουν το έδαφος και το ρίχνουν προς τα πίσω. Αποτελείται από ένα πλαίσιο το οποίο έχει το σύστημα πρόσδεσης στα τρία σημεία του υδραυλικού του ελκυστήρα. Υπάρχει ένας άξονας με ειδική διαμόρφωση που προσαρμόζεται στους δύο κάτω βραχίονες του υδραυλικού συστήματος και με ειδικά κλεισίματα στο πλαίσιο της φρέζας. Πάνω στο πλαίσιο στηρίζεται το κιβώτιο που περικλείει τον άξονα που φέρει τα σκαπτικά εργαλεία. Τα εργαλεία αυτά είναι δύο ειδών, τα «δεξιά» και τα «αριστερά», ανάλογα με την κατεύθυνση του ελάσματος κοπής.

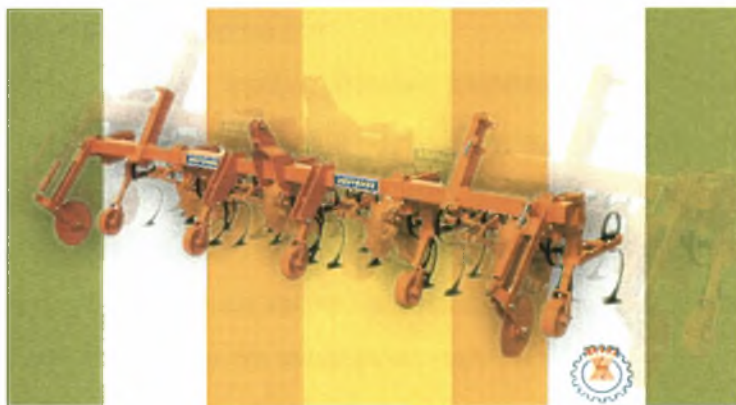


Σχήμα 13. Φρέζα

#### 4) Σκαλιστήρια[10],[15],[16]

##### i. Με σταθερά σώματα

Είναι τα πιο κοινώς χρησιμοποιούμενα και είναι ελαφρείς καλλιεργητές με διαφορετικά υνιά. Χρησιμοποιούνται για την καταστροφή των ζιζανίων μεταξύ των γραμμών σε σκαλιστικές καλλιέργειες (Σχήμα 14). Έχουν τη μορφή πέλματος χήνας, μικρότερη κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο και είναι πεπλατυσμένα, ώστε να εισχωρούν πολύ λίγο στο έδαφος και να κόβουν μια λεπτή στοιβάδα βάθους λίγων εκατοστών. Με την κοπή της επιφανειακής στοιβάδας, κόβονται τα μεγαλύτερα ζιζάνια και καταστρέφονται, ενώ με τον θρυμματισμό της καταστρέφονται τα μικρότερα ζιζάνια. Το σκαλιστήρι αποτελείται από ένα πλαίσιο που προσαρμόζονται ομάδες σωμάτων. Σε κάθε γραμμή, υπάρχουν συνήθως περισσότερα από ένα σώματα και είναι τοποθετημένα ανά τρία σε διαφορετικό ύψος. Η διάταξη αυτή επιτρέπει τη δίοδο μεγάλων ζιζανίων ανάμεσα στα σώματα, ώστε να αποφεύγεται μπλοκάρισμα των υνιών. Στα μηχανικά σκαλιστήρια μπορεί να τοποθετούνται κατακόρυφα εξαρτήματα για την προστασία των νεαρών φυτών από την κάλυψη με το χώμα που ανασπώνεται από τα υνιά.



Σχήμα 14. Σκαλιστήρι για σκαλιστικές καλλιέργειες

##### ii. Περιστροφικά σκαλιστήρια (Σχήμα 15)

Αποτελούνται από έναν κύλινδρο ή δίσκο που έχει στην επιφάνειά του δόντια σχήματος S. Όταν το σκαλιστήρι κινείται στο χωράφι, τα δόντια διαπερνούν το έδαφος σχεδόν κάθετα και καθώς βγαίνουν πάλι στην επιφάνεια του εδάφους, το σηκώνουν τραβώντας και ξεριζώνοντας τα σπορόφυτα των νεαρών ζιζανίων. Τα περιστροφικά σκαλιστήρια είναι πολύ χρήσιμα για το σπάσιμο της κρούστας που

σχηματίζεται στην επιφάνεια ψιλοχωματισμένων χωραφιών μετά από εντατική βροχόπτωση. Τα εργαλεία αυτά, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται όταν έχουν φυτρώσει τα περισσότερα ζιζάνια, η υγρασία του εδάφους είναι σχετικά μικρή και η θερμοκρασία σχετικά υψηλή. Οι συνθήκες αυτές, μειώνουν την πιθανότητα μηχανικής ζημιάς στα καλλιεργούμενα φυτά και επιταχύνουν την ξήρανση των ζιζανίων που έχουν εκριζωθεί.



Σχήμα 15. Περιτροφικό σκαλιστήρι

### iii. Σκαλιστήρια – Φρέζες (Σχήμα 16)

Αυτά είναι μικρές, ελαφρές φρέζες πλάτους μικρότερου από 0,5 μέτρα. Συνήθως προσαρμόζονται σε μικρούς διαξονικούς ή μονοαξονικούς ελκυστήρες και χρησιμοποιούνται για σκάλισμα ανάμεσα στις γραμμές σε μικρές εκτάσεις. Όταν έχουν προστατευτικά καλύμματα μπορούν να σκαλίσουν πολύ κοντά στα φυτά. Χρησιμοποιούνται όταν τα φυτά της καλλιέργειας δεν έχουν μεγάλο ύψος. Σχετικά με τη χρησιμοποίησή τους ισχύει ότι αναφέρεται για τη φρέζα.



Σχήμα 16. Σκαλιστήρι - φρέζα

iv. Σκαλιστήρια με ελατηριωτά σώματα (Σχήμα 17)

Αποτελούνται από πλαίσια πάνω στα οποία στηρίζονται ελατηριωτά ελάσματα. Τα ελάσματα έχουν διαφορετικές μορφές και καθώς το μηχάνημα κινείται στο χωράφι, αναμοχλεύουν το έδαφος και καταστρέφουν τα νεαρά ζιζάνια. Χρησιμοποιούνται:

**Πριν φυτρώσουν τα φυτά της καλλιέργειας.** Στην περίπτωση αυτή καταστρέφονται όλα τα ζιζάνια και έτσι όταν φυτρώσουν τα φυτά το χωράφι θα είναι καθαρό. Καθοριστικό στοιχείο επιτυχίας παίζει ο ορθός χρόνος εφαρμογής της μεθόδου, για να καταστραφούν τα περισσότερα ζιζάνια χωρίς να επηρεασθεί η καλλιέργεια.

**Μετά το φύτευμα.** Στην περίπτωση αυτή, τα φυτά της καλλιέργειας, που έχουν ήδη ανεπτυγμένη ρίζα, υφίστανται ελάχιστη ζημία ενώ τα νεαρά ζιζάνια καταστρέφονται.



Σχήμα 17. Σκαλιστήρι με ελάσματα

v. Σκαλιστήρια με ψήκτρες (Σχήμα 18)

Χρησιμοποιούν βούρτσες με χονδρές τρίχες από πολυπροπυλένιο που είναι εύκαμπτο και σκληρό ώστε να μη φθείρεται γρήγορα. Οι βούρτσες περιστρέφονται γύρω από οριζόντιο ή κατακόρυφο άξονα και με την κίνησή τους προκαλούν μικρή επιφανειακή αναμόχλευση στο έδαφος, γεγονός που εκριζώνει τα νεαρά φυτά και τα ρίχνει σε ένα σωρό προς τα πίσω. Οι ψήκτρες έχουν το πλεονέκτημα ότι δεν αφήνουν επίπεδο, συμπιεσμένο έδαφος και το υλικό που εκτοξεύουν καλύπτει το έδαφος και το προστατεύει από το ταράτσωμα. Προτιμώνται σε υγρές συνθήκες, ενώ σε ξηρές δεν έχουν καλύτερα αποτελέσματα από τα σκαλιστήρια με υνάκια πέλματος χήνας. Όταν τα ζιζάνια έχουν μεγαλώσει, οι ψήκτρες δεν μπορούν να τα καταστρέψουν οπότε γίνονται συνδυασμοί από σκαλιστήρια και υνάκια.



Σχήμα 18. Σκαλιστήρι με ψήκτρες

#### 5) Βάθος σκαλισμάτων[16]

Εξαρτάται από την εποχή που γίνονται τα σκαλίσματα, το είδος και την ανάπτυξη των καλλιεργούμενων φυτών, τις εδαφικές συνθήκες και το είδος των ζιζανίων. Γενικά το πρώτο σκάλισμα πρέπει να είναι πιο ελαφρύ από τα επόμενα. Χρειάζεται προσοχή για να αποφευχθεί ζημιά στα φυτά της καλλιέργειας που δεν έχουν αναπτύξει βαθύ ριζικό σύστημα. Μπορεί επίσης να καταστραφεί μέρος του ριζικού συστήματος των φυτών όταν γίνεται βαθειά αναμόχλευση του εδάφους. Επίσης διότι υπάρχει κίνδυνος να μεταφερθούν σπόροι ζιζανίων από βαθύτερα στρώματα εδάφους στο επιφανειακό και να φυτρώσουν.

#### 6) Εποχή σκαλισμάτων[16]

Το χειμώνα δεν χρειάζεται σκάλισμα διότι η υγρασία είναι αρκετή λόγω των βροχών και της μικρής εξάτμισης, της μικρής ανάπτυξης των ζιζανίων και κυρίως επειδή η άνθηση για τα περισσότερα από αυτά είναι αδύνατη. Εξαιρέση αποτελούν τα ζιζάνια που είναι τόσο μεγάλα ώστε να εμποδίζουν τον αερισμό και το φωτισμό των καλλιεργούμενων φυτών. Στα χειμερινά σιτηρά, τα σκαλίσματα είναι υποχρεωτικά 3-7 ημέρες μετά τη σπορά και πριν εμφανιστούν τα ζιζάνια. Την άνοιξη χρειάζονται τα σκαλίσματα επειδή η υψηλή θερμοκρασία βοηθά την ανάπτυξη των ζιζανίων. Την εποχή αυτή τα σκαλίσματα γίνονται τόσο συχνά όσο φυτρώνουν τα ζιζάνια ή οι βροχές που πέφτουν συμπιέζουν το έδαφος και εμποδίζεται ο αερισμός του. Το καλοκαίρι τα σκαλίσματα είναι σπανιότερα επειδή η βλάστηση των σπόρων ζιζανίων



είναι δυσκολότερη και η σκαλισμένη επιφάνεια μένει αφράτη εφόσον το επιφανειακό στρώμα εδάφους μένει ξηρό. Το φθινόπωρο δεν σκαλίζουμε διότι οι ανοιξιάτικες σπορές πλησιάζουν να ωριμάσουν, αν δεν έχουν ήδη συγκομισθεί. Τα σκαλίσματα δεν πρέπει να γίνονται όταν ο καιρός είναι βροχερός γιατί αν βρέξει, το έδαφος δε μένει αφράτο και μερικά ζιζάνια που έχουν κοπεί ριζώνουν πάλι.

### **7) Συχνότητα σκαλισμάτων[16]**

Στην αρχή τα σκαλίσματα είναι συχνότερα για την αποτελεσματικότερη καταστροφή των ζιζανίων. Αργότερα, γίνονται ανάλογα με τις ανάγκες, όταν υπάρχουν ζιζάνια ή μόνο ύστερα από βροχή και πότισμα.

### **8) Τεχνική σκαλισμάτων[16]**

Με το σκαλιστήρι πρέπει να σκαλίζονται τόσες γραμμές όσες σπέρνει η σπαρτική ή φυτεύονται με τη φυτευτική σε μια διαδρομή. Έτσι αποφεύγονται ζημιές στα φυτά των ακραίων γραμμών δύο παρακείμενων διαδρομών επειδή συχνά αυτές δεν έχουν σταθερή απόσταση μεταξύ τους. Για το σκάλισμα πολύ κοντά στα φυτά έχει μεγάλη σημασία η σωστή ρύθμιση της θέσης των σκαλιστικών στοιχείων στο πλαίσιο τους. Το σκαλιστήρι στο τέλος κάθε διαδρομής θα πρέπει να ανασηκώνεται από το έδαφος έγκαιρα, πριν αρχίσει να στρέφεται ο ελκυστήρας, για να αποφεύγονται ζημιές.

## *II. Εργαλεία νέας τεχνολογίας[12],[17],[18],[19]*

### **1) Περιστρεφόμενος δίσκος (Σχήμα 19)**

Το σύστημα αυτό αναπτύχθηκε στο πανεπιστήμιο του Wageningen στην Ολλανδία και χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των ζιζανίων μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας. Αποτελείται από έναν κατακόρυφο περιστροφικό δίσκο, διαμέτρου 300 χιλ. που έχει προσαρμοσμένα δόντια και μαχαίρια και κινείται πάνω από τις γραμμές των φυτών. Ο δίσκος περιστρέφεται με σταθερή ταχύτητα 850 rev/λεπτό και τα μαχαίρια ξεδιπλώνονται λόγω της φυγοκέντρου δύναμης που είναι μεγαλύτερη από την ισχύ των ελατηρίων που τα συγκρατούν. Όταν ανιχνεύεται ένα καλλιεργούμενο φυτό, ο δίσκος επιβραδύνει στα 700 rev/λεπτό και εξαιτίας των δυνάμεων αδράνειας τα μαχαίρια διπλώνουν, επιτρέποντας στα ελάσματα του δίσκου να αποφύγουν την επαφή με το φυτό. Το σύστημα ανίχνευσης είναι τοποθετημένο μπροστά από το δίσκο και αποτελείται από τρεις πομπούς και τρεις δέκτες υπέρυθρου φωτός, οι οποίοι

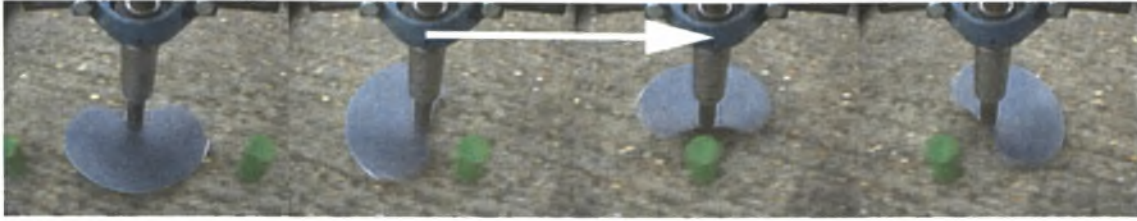
κινούνται σε σταθερό ύψος κατά μήκος των γραμμών της καλλιέργειας. Το σήμα, στη συνέχεια, αποστέλλεται σε ένα ψηφιακό επεξεργαστή σήματος που αποτελείται από ένα μικροεπεξεργαστή. Ο έλεγχος των ζιζανίων γίνεται με το κόψιμο του τμήματος που βρίσκεται πάνω από την επιφάνεια του εδάφους.



Σχήμα 19. Περιστρεφόμενος δίσκος

## 2) Περιστροφικό σκαλιστήρι με δίσκο

Αποτελείται από έναν περιστροφικό δίσκο που δρα σε οριζόντιο επίπεδο και ένα τμήμα της περιφέρειάς του έχει αποκοπεί (Σχήμα 20). Το κέντρο του δίσκου κινείται σε απόσταση παράλληλη στις γραμμές της καλλιέργειας, έτσι ώστε να περνά ανάμεσά τους και ανάμεσα από τα καλλιεργούμενα φυτά. Το τμήμα του δίσκου που λείπει, βοηθά στο να αποφεύγεται η επαφή του δίσκου με τα καλλιεργούμενα είδη και αφήνει την περιοχή γύρω από το φυτό, ακατέργαστη. Ένα σύστημα ανίχνευσης των φυτών συνδυάζεται με την ταχύτητα περιστροφής του δίσκου, έτσι ώστε να υπολογίζεται η απόσταση του δίσκου από το επόμενο φυτό. Ένα τέτοιο σύστημα (Σχήμα 21), αναπτύχθηκε από τη Garford Farm Machinery και βασίζεται σε ένα οπτικά κατευθυνόμενο ανάμεσα στις γραμμές, σκαλιστήρι που είναι εφοδιασμένο με δίσκους κατεργασίας. Η συσκευή προσαρμόστηκε στο σύστημα ανάρτησης 3 θέσεων του ελκυστήρα και μια κάμερα τοποθετήθηκε στο κέντρο της συσκευής σε απόσταση 1.7 μ. από το έδαφος, με οπτική γωνία μπροστά και κάτω, ώστε να λαμβάνει εικόνα του αγρού κάθετα.



Σχήμα 20. Περιστροφικός δίσκος σκαλιστηριού

Οι επεμβάσεις ρηχής κατεργασίας του εδάφους αντιμετωπίζουν προβλήματα στη διατήρηση σταθερού βάθους κατεργασίας. Για τη διατήρηση βάθους κατεργασίας γύρω στα 20 χιλ., κάθε περιστρεφόμενος δίσκος προσαρμόστηκε σε τροχό ρύθμισης βάθους.

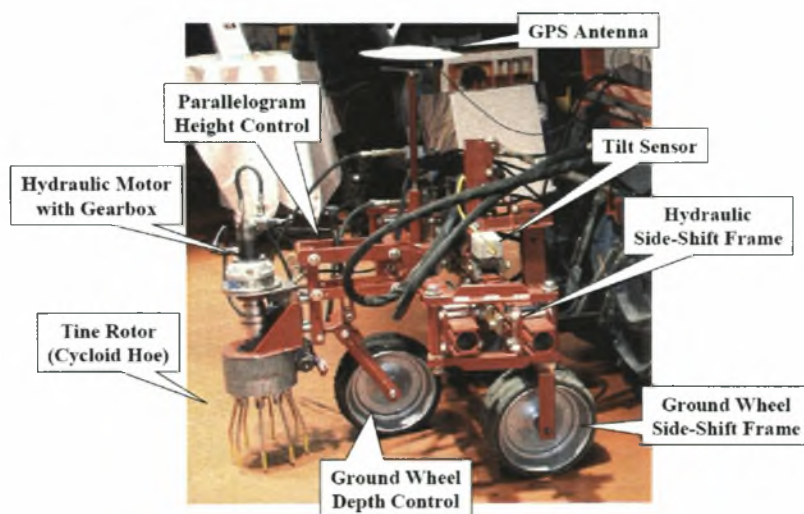


Σχήμα 21. Περιστροφικό σκαλιστήρι με δίσκο

### 3) Κυκλικό σκαλιστήρι (Σχήμα 22)

Ο έλεγχος των ζιζανίων μεταξύ των καλλιεργούμενων φυτών απαιτεί την ακριβή καθοδήγηση και έλεγχο των μηχανικών εργαλείων. Γι' αυτό το σκοπό έχει αναπτυχθεί ένα σκαλιστικό σύστημα το οποίο αποτελείται από έναν ελκυστήρα και ένα πλαίσιο αλλαγής κατεύθυνσης (side-shifting frame), εξοπλισμένο με σύστημα καταγραφής θέσης (RTK – GPS). Στη μπροστινό τμήμα του ελκυστήρα είναι προσαρμοσμένο το κυκλικό σκαλιστήρι, το οποίο είναι ένα περιστροφικό τμήμα με 8 θέσεις – σημεία, κατανομημένα κυκλικά σε ίση απόσταση από το κέντρο. Σε κάθε θέση μπορεί να προσαρμοστεί ένα ατσάλινο δόντι. Ενεργοποιώντας έναν ηλεκτρομηχανικό μοχλό, κάθε σημείο μπορεί να περιστραφεί κατά 180°. Καθώς τα

δόντια εργάζονται στο έδαφος, οι τροχιές τους σχηματίζουν ένα κυκλοειδές σχήμα, για αυτό το λόγο και η ονομασία «κυκλικό σκαλιστήρι». Το σύστημα αλλαγής κατεύθυνσης αποτελείται από δύο παράλληλες ράβδους, ανεξάρτητες μεταξύ τους. Η πρώτη ράβδος αποτελείται από 2 τροχούς εδάφους, ένα δίσκο κατεργασίας του εδάφους και τις υποδοχές για την ένωση με το σύστημα 3 σημείων ανάρτησης του ελκυστήρα. Στη δεύτερη ράβδο βρίσκεται μια κεραία GPS και το σκαλιστήρι. Η κεραία μέσω της επικοινωνίας της με δορυφόρους, καταγράφει το γεωγραφικό μήκος και πλάτος κάθε φυτού κατά τη σορά (με απόκλιση  $\pm 4$  εκ.). Τα δεδομένα μεταφέρονται σε υπολογιστή, επεξεργάζονται με τη στατιστική τεχνική Active Shape Modelling και καθοδηγούν το σκαλιστήρι να αφαιρέσει τη βλάστηση, η οποία δεν αναγνωρίζεται ως καλλιεργούμενη.

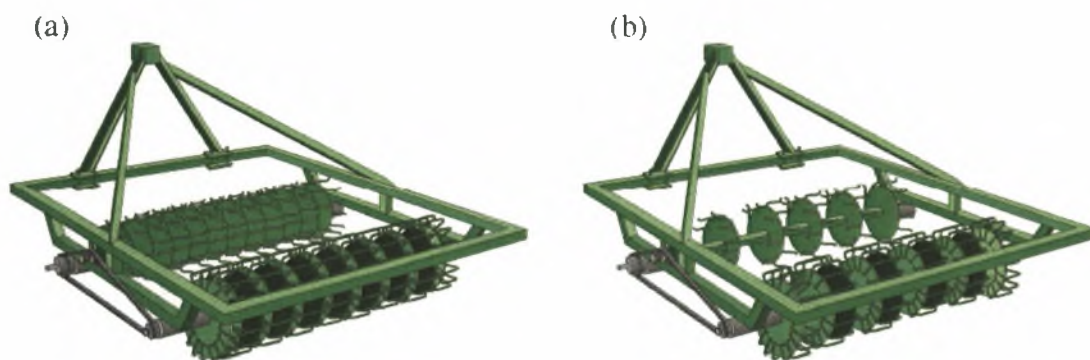


Σχήμα 22. Κυκλικό σκαλιστήρι

#### 4) Περιστροφική σβάρνα

Μπορεί να ελέγξει αποτελεσματικά τα ζιζάνια ακόμα και υπό δυσμενείς εδαφικές συνθήκες, κάνοντας επιφανειακή κατεργασία και προκαλώντας θρυμματισμό του εδάφους. Αποτελείται από δύο τμήματα, με οδοντωτούς δίσκους τοποθετημένους στο εμπρόσθιο τμήμα και κυλίνδρους στο οπίσθιο τμήμα. Οι δίσκοι και οι κύλινδροι μπορούν να τοποθετηθούν με δύο διαφορετικούς τρόπους. Είτε χωρίς αποστάσεις μεταξύ τους για επιφανειακή κατεργασία όλης της καλλιεργούμενης περιοχής (μη εκλεκτική μηχανική καταπολέμηση) (Σχήμα 23.a), είτε με κενά διαστήματα ανάμεσα τους για ακριβή έλεγχο των ζιζανίων μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας (εκλεκτική μηχανική καταπολέμηση) (Σχήμα 23.b). Η λειτουργία της περιστροφικής

σβάρνας χαρακτηρίζεται από την ρηχή κατεργασία του εδάφους (έως 3-4 εκ. βάθος) από τους δίσκους, ακολουθούμενη από την κατεργασία και θρυμματισμό του εδάφους από τους κυλίνδρους. Αυτές οι δύο ενέργειες διαχωρίζουν τα ζιζάνια από το έδαφος, επιτυγχάνοντας υψηλό επίπεδο ελέγχου. Η σβάρνα, επίσης, προκαλεί τη βλάστηση και εμφάνιση νέων ζιζανίων, καθιστώντας την κατάλληλη για την προετοιμασία σποροκλίνης, όπου ο σκοπός είναι η μείωση των αποθεμάτων σπόρων ζιζανίων και η πιθανή βλάστησή τους.



Σχήμα 23. Περιστροφική σβάρνα για : a. Μη εκλεκτική εφαρμογή και b. Εκλεκτική εφαρμογή

### 5) Συνδυασμός εργαλείων[16]

Μερικά μηχανήματα δευτερογενούς κατεργασίας αποτελούνται από δύο ή περισσότερα εργαλεία. Σε πολλές περιπτώσεις, ένα μόνο πέρασμα του αγρού είναι αρκετό για τη δημιουργία σποροκλίνης έτοιμης για σπορά. Ένα παράδειγμα (Σχήμα 24) είναι το μηχάνημα, το οποίο αποτελείται από κυλίνδρους καταστροφής των βόλων στο μπροστινό μέρος ακολουθούμενοι από δύο σειρές ατσάλινων δοντιών, παρόμοιων με αυτά των οδοντωτών σβαρνών. Πίσω από αυτή τη μονάδα υπάρχει άλλη μια ομάδα κυλίνδρων για σύνθλιψη των βόλων του εδάφους. Όλα τα εργαλεία είναι προσαρμοσμένα πάνω σε ένα πλαίσιο.



Σχήμα 24. Συνδυασμός εργαλείων σε μηχανήματα δευτερογενούς κατεργασίας

## β) Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα κατεργασίας εδάφους

### *Πλεονεκτήματα [14],[20]*

#### i. Καταπολέμηση των ζιζανίων:

Η κατεργασία αποκόπτει και ενσωματώνει τα ζιζάνια στο έδαφος. Το ριζικό σύστημα, ανάλογα με την εποχή και τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται, μπορεί να εκτεθεί στις καιρικές συνθήκες και να ξηραθεί. Η καταπολέμηση των ζιζανίων εκτός του ότι προφυλάσσει τα φυτά από τον ανταγωνισμό, συμβάλλει και στην καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών των καλλιεργούμενων φυτών διότι τα ζιζάνια είναι δυνατό να γίνονται ξενιστές τους.

#### ii. Προετοιμασία σποροκλίνης:

Μια σημαντική λειτουργία της κατεργασίας είναι να προετοιμάσει μια κατάλληλη σποροκλίνη. Με τον όρο αυτό εννοούμε την κατάσταση εκείνη που επιτρέπει στο έδαφος να δεχθεί το σπόρο στο κατάλληλο βάθος, να τον προστατεύσει από τα πτηνά, τη βροχή και τον αέρα, να διευκολύνει τη προσρόφηση υγρασίας ώστε να φυτρώσει ο σπόρος και να επιτρέπει την ανάπτυξη των ριζών. Για φυτά που απαιτούν αβαθή εδάφη, όπως το ζαχαρότευτλο και το τριφύλλι, η σποροκλίνη πρέπει να είναι λεία, σταθερή και απαλλαγμένη από μεγάλους σβόλους χώματος. Γι' αυτό το λόγο, αρκετές επαναλήψεις στην κατεργασία είναι απαραίτητες.

#### iii. Κάλυψη λιπασμάτων:

Για να αποφευχθεί η επιφανειακή απορροή των λιπασμάτων αλλά και για να χρησιμοποιηθούν καλύτερα από τα φυτά, αυτά ενσωματώνονται στο έδαφος με τα διάφορα καλλιεργητικά εργαλεία.

## Μειονεκτήματα[20]

### i. Μη έγκαιρη κατεργασία:

Η κατεργασία όταν το έδαφος είναι ξηρό, είναι πιο αποτελεσματική όσον αφορά τον έλεγχο των ζιζανίων. Ενίοτε, όταν το έδαφος είναι υγρό, τα ζιζάνια μπορεί να μεταφερθούν στις γραμμές της καλλιέργειας. Η διαχείριση των ζιζανίων είναι πιο δύσκολη όταν μετά από σπορά έχουμε συνεχή βροχόπτωση. Η βροχή ευνοεί την επανεμφάνιση ριζών στα ζιζάνια και όταν η κατεργασία καθυστερεί λόγω του υγρού καιρού, τα ζιζάνια συνεχίζουν να αναπτύσσονται ανενόχλητα. Όταν το έδαφος είναι αρκετά στεγνό για καλλιέργεια, τότε, ίσως, είναι πολύ αργά για αποτελεσματική διαχείριση των ζιζανίων, τα οποία έχουν αναπτυχθεί αρκετά.

### ii. Διασπορά πολλαπλασιαστικών οργάνων:

Η διασπορά των πολλαπλασιαστικών οργάνων των ζιζανίων αποτελεί πρόβλημα για τους αγρότες, καθώς αυτά αναπτύσσονται όταν τα εργαλεία κατεργασίας χρησιμοποιούνται στην περιοχή η οποία έχει προσβληθεί. Κάθε φορά που το χώμα αναστρέφεται και μετατοπίζεται, μαζί του μετατοπίζονται και τα ζιζάνια. Αυτό συμβαίνει, κυρίως, με τις περικοκλάδες ή με ριζωματώδη ζιζάνια. Τα ριζώματα κολλούν στα μέρη των εργαλείων και μεταφέρονται σε άλλα μέρη του αγρού ή και σε άλλους αγρούς επεκτείνοντας την προσβολή.

### iii. Βλάστηση σπόρων ζιζανίων:

Η κατεργασία, κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, προκαλεί βλάστηση των σπόρων των ζιζανίων λόγω της χαλάρωσης και του αερισμού του εδάφους και της έκθεσης των σπόρων στο φως.

### iv. Ανθεκτικά ζιζάνια:

Μερικά είδη ζιζανίων, όπως το *Amaranthus retroflexus*, ελέγχονται εύκολα με την κατεργασία. Άλλα, όπως το *Portulaca oleracea*, είναι δύσκολο να καταστραφούν μετά το στάδιο των 2-4 φύλλων. Το συγκεκριμένο ζιζάνιο έχει την ικανότητα επαναδημιουργίας ριζών μετά από εκτεταμένες περιόδους ξηρασίας επειδή δεν ξηραίνεται τόσο γρήγορα όσο άλλα ζιζάνια. Η κοπή των ζιζανίων σε μεγάλο βάθος, προκαλεί ινώδη ανάπτυξη της ρίζας τους, γεγονός που καθιστά δύσκολη την κατεργασία σε μικρά βάθη.

### γ) Χρήση χορτοκοπτικών (mowing) [21]

Η χρήση χορτοκοπτικών (Σχήμα 25) είναι μια αποτελεσματική μέθοδος διαχείρισης των ετήσιων ζιζανίων που αναπτύσσονται σε μεγάλο ύψος. Απέναντι σε πολυετή ζιζάνια δεν έχει τόσο καλά αποτελέσματα, επειδή δεν έχει σημαντική επίδραση στα υπόγεια όργανα αγενούς αναπαραγωγής τους. Τα εργαλεία αυτά ελέγχουν τα ζιζάνια, αφαιρώντας τις κορυφές τους πριν δημιουργήσουν σπόρους και ευνοώντας τις συνθήκες ανάπτυξης των καλλιεργούμενων φυτών. Η καλύτερη στιγμή για να αρχίσει η κοπή είναι, συνήθως, όταν τα ζιζάνια έχουν 10-20 εκ. ύψος. Η επαναλαμβανόμενη χρήση χορτοκοπτικών μηχανημάτων μπορεί να μειώσει τις «αποθήκες» θρεπτικών στοιχείων για τα ζιζάνια και να οδηγήσει στην εξάλειψή τους. Ένα ακόμη πλεονέκτημα της χρήσης χορτοκοπτικών είναι ότι μπορεί να προκαλέσει ανάπτυξη του υπόγειου συστήματος των ζιζανίων πιο κοντά στην επιφάνεια του εδάφους από ότι συνήθως. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τον καλύτερο έλεγχο των ζιζανίων όταν ακολουθεί κατεργασία του εδάφους ή την καταστροφή των ριζών τους, οι οποίες είναι ευαίσθητες στις χαμηλές περιβαλλοντικές θερμοκρασίες. Σε πολλές περιπτώσεις, η χρήση χορτοκοπτικών συνδυάζεται με την καλλιέργεια ανταγωνιστικών ποικιλιών που αναπτύσσονται γρήγορα και ανταγωνίζονται τα ζιζάνια. Με τη βοήθεια των χορτοκοπτικών, οι ανταγωνιστικές αυτές ποικιλίες αυξάνονται σε μέγεθος, καλύπτοντας τα ζιζάνια και παρεμποδίζοντας τα να λαμβάνουν το απαραίτητο φως για την ανάπτυξή τους.



Σχήμα 25. Χορτοκοπτικό



#### δ) Ξερίζωμα ζιζανίων[17]

Πολυάριθμα μηχανήματα (Σχήμα 26) έχουν σχεδιαστεί για την αφαίρεση των ζιζανίων που παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανάπτυξη από τα καλλιεργούμενα φυτά. Τα περισσότερα αποτελούνται από λαστιχένιους τροχούς που περιστρέφονται σε αντίθετες κατευθύνσεις. Τα ζιζάνια παρασύρονται από την κίνηση των τροχών και είτε ξεριζώνονται είτε σπάνε. Αν και η τεχνική είναι πιο γρήγορη από την αφαίρεση των ζιζανίων με το χέρι, θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως τελευταία προσπάθεια καταπολέμησης των ζιζανίων που άλλες μέθοδοι δεν είχαν αποτέλεσμα.



Σχήμα 26. Μηχάνημα αφαίρεσης ζιζανίων

#### ε) Χρήση φωτιάς [3],[11],[22]

Το κάψιμο της ανεπιθύμητης βλάστησης σε όχθες τάφρων, πλευρές δρόμων, ακαλλιέργητες εκτάσεις και στραγγιστικά ή αρδευτικά κανάλια είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται ευρύτατα εδώ και πολλά χρόνια. Το κάψιμο, των ζιζανίων με ειδικούς καυστήρες που φέρονται σε ελκυστήρες και κατευθύνουν τη φλόγα στα ζιζάνια που αναπτύσσονται μεταξύ των καλλιεργούμενων φυτών των γραμμικών καλλιεργειών, έχει μικρή εφαρμογή διεθνώς, ενώ στη χώρα δε χρησιμοποιείται. Αυτό συμβαίνει λόγω του υψηλού κόστους αγοράς και λειτουργίας των καυστήρων, της ανύπαρκτης δράσης εναντίον ζιζανίων που βρίσκονται στην έναρξη του φυτρώματος και λόγω της μειωμένης αποτελεσματικότητάς τους έναντι των πολυετών ζιζανίων.

Οι καυστήρες (Σχήμα 27) κατά τη λειτουργία τους χρησιμοποιούν προπάνιο ή βουτάνιο ή μίγμα των δύο αερίων και είναι φορητοί ή φέρονται σε ελκυστήρα. Ο

στόχος των καυστήρων είναι όχι να κάψουν τα ζιζάνια αλλά να νεκρώσουν τα κύτταρα των νεαρών φύλλων και βλαστών μέσω φλόγας που φτάνει τη θερμοκρασία των 1000°C περίπου. Αυτό συμβαίνει επειδή η έκθεσή τους στη φλόγα διαρκεί λιγότερο από 1/10 του δευτερολέπτου, κάτι που δεν είναι αρκετό για το πλήρες κάψιμό τους. Υπάρχουν δύο τρόποι μεταφοράς της φλόγας στα ζιζάνια : απευθείας στο φυτό ή πέφτοντας πάνω σε μια κεραμική επιφάνεια, η οποία αποβάλλει τη θερμότητα με τη μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας που απορροφάται από το φυτό.



Σχήμα 27. Φλογοβόλα καταστροφής ζιζανίων με χρήση προπανίου

Τα αγρωστώδη δεν καταστρέφονται εύκολα επειδή το σημείο αύξησής τους (ακραίο μερίστωμα) βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους όταν χρησιμοποιείται η φλόγα. Τα καλλιεργούμενα φυτά, κατά την εφαρμογή της μεθόδου, διαφεύγουν τη ζημιά μόνο όταν οι βλαστοί τους περιβάλλονται από φλοιό, αλλιώς έχουν την ίδια τύχη με τα ζιζάνια. Μια σημαντική εφαρμογή είναι η καταστροφή νεαρών ζιζανίων σε καλλιέργεια βαμβακιού. Ο κίνδυνος καταστροφής των φυτών βαμβακιού μειώνεται καθώς το φυτό αναπτύσσεται και δημιουργεί ένα φελλώδη ιστό στη βάση του, ο οποίος το προστατεύει από τη φλόγα.

## 5. ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

### 1. Προληπτικά μέτρα[23]

Τα κυριότερα προληπτικά μέτρα που λαμβάνονται για την αντιμετώπιση των διαφόρων ζιζανίων είναι η χρησιμοποίηση σπόρου σποράς απαλλαγμένου από σπόρους ή όργανα αγενούς αναπαραγωγής ζιζανίων, η δημιουργία οργανικού λιπάσματος με τη μέθοδο της κομποστοποίησης, όπου η υψηλή θερμοκρασία που επιτυγχάνεται σκοτώνει παθογόνα και σπόρους ζιζανίων και ο επιμελής καθαρισμός των μηχανημάτων που χρησιμοποιήθηκαν σε μολυσμένες από ζιζάνια περιοχές πριν από τη χρησιμοποίησή τους σε μη μολυσμένες περιοχές.

### 2. Καλλιεργητικά μέτρα

- Κατάλληλη σποροκλίση[6]

Η προετοιμασία (σχήμα 28) κατάλληλης σποροκλίσης είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος ελέγχου των ζιζανίων πριν τη σπορά της καλλιέργειας. Το όργανο του εδάφους για τη δημιουργία της σποροκλίσης ευνοεί τη βλάστηση των σπόρων των ζιζανίων. Η χρήση σβάρνας, στη συνέχεια, ελέγχει τα ζιζάνια που βλάστησαν. Το βάθος κατεργασίας δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 2 εκ., αλλιώς σπόροι ζιζανίων θα μεταφερθούν στην επιφάνεια από τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Η τεχνική προϋποθέτει ότι πρέπει να υπάρχει αρκετό χρονικό διάστημα ανάμεσα στη συγκομιδή της προηγούμενης καλλιέργειας και της σποράς της επόμενης και το έδαφος να κρατά αρκετή υγρασία, έτσι ώστε να μπορέσουν οι σπόροι των ζιζανίων να βλαστήσουν.



Σχήμα 28. Χρήση αλυσίδας για την προετοιμασία σποροκλίσης

- Αμειψισπορά [3]

Επιζήμια ζιζάνια, όπως η αγριοτομάτα, η οροβάγχη και η περικοκλάδα, μπορούν να περιοριστούν σημαντικά και να ελεγχθούν καλύτερα και ευκολότερα όταν στο χωράφι καλλιεργηθεί μια ορισμένη καλλιέργεια παρά μία άλλη. Για παράδειγμα, η οροβάγχη περιορίζεται ικανοποιητικά με καλλιέργεια σιταριού για 5-10 χρόνια. Επιπλέον, η αμειψισπορά ελαττώνει τον κίνδυνο προσβολής της καλλιέργειας από επιβλαβή έντομα και ασθένειες, βελτιώνει τις φυσικοχημικές ιδιότητες και τη γονιμότητα του εδάφους και επιτρέπει την εφαρμογή και άλλων μέτρων αντιμετώπισης των ζιζανίων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην ευνοείται η επικράτηση ορισμένων προβληματικών ζιζανίων σε βάρος άλλων, να περιορίζονται τυχόν φυτοτοξικά υπολείμματα ζιζανιοκτόνων με μεγάλη διάρκεια ζωής και να προλαμβάνεται ή να καθυστερείται σημαντικά η ανάπτυξη ανθεκτικότητας των ζιζανίων.

- Ρύθμιση εδαφικού περιβάλλοντος[23]

Υπάρχουν αρκετά παραδείγματα όπου γίνεται να ρυθμίσουμε ορισμένες παραμέτρους για μείωση του πληθυσμού τους. Για παράδειγμα ρίχνοντας άσβεστο περιορίζονται ζιζάνια που θέλουν όξινο έδαφος (δείκτες) όπως η ανθέμιδα (*Anthemis arvensis*). Η υπεδαφοκαλλιέργεια περιορίζοντας τη συμπίεση του εδάφους, αλλάζει τις συνθήκες υγρασίας που επιτρέπουν την ανάπτυξη ορισμένων ζιζανίων. Η στράγγιση περιορίζει τα υδροχαρή ζιζάνια (αλογοουρά, χαμολεύκα).

- Μεικτή καλλιέργεια[23]

Είναι γεγονός ότι φυτά σε συγκαλλιέργεια ευδοκιμούν καλύτερα από τα άλλα σε μονοκαλλιέργεια. Αποτελούν ένα είδος φυτοκοινωνίας που προσαρμόζεται στο περιβάλλον όπου φυτρώνουν και βρίσκονται σε συνεχή ανταγωνισμό μεταξύ τους. Το ένα είδος εξαρτάται από το άλλο, αλληλοπροστατεύονται και επηρεάζονται προς όφελός τους και σε βάρος των βλαβερών εντόμων και των άλλων ασθενειών. Πέρα από όποια άλλα πλεονεκτήματα, επιφέρει και σε μεγάλο βαθμό αποκλεισμό των ζιζανίων. Ως παράδειγμα αναφέρεται η περίπτωση καλαμποκιού και φασολιών, καλαμποκιού και βαμβακιού ή σουσαμιού και βαμβακιού.

- Κατάκλυση ή αποστράγγιση[3],[10]

Η μέθοδος αυτή στηρίζει την αποτελεσματικότητά της στον τρόπο διαχείρισης του νερού. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιεί την κατάκλυση για να δημιουργήσει συνθήκες ασφυξίας και μειωμένης φωτοσύνθεσης στα μη υδροχαρή ζιζάνια ή την αποστράγγιση με σκοπό τη στέρηση νερού από τα υδροχαρή ζιζάνια τα οποία τελικά νεκρώνονται. Η συγκεκριμένη μέθοδος έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία και ένα γνωστό παράδειγμα είναι η κατάκλυση χωραφιών ρυζιού για τον περιορισμό της μουχρίτσας.

### **3. Μηχανικά μέσα [12],[23]**

Σήμερα είναι διαθέσιμη μια σειρά από μικρά εργαλεία για τη μικρή εκμετάλλευση και κυρίως καλλιέργεια λαχανικών και αρωματικών. Όσον αφορά ιδιαίτερα την Ελλάδα, χώρα με πολλά επικλινή και δύσβατα εδάφη, που ωστόσο καλλιεργούνται (π. χ. ελαιώνες), είναι συχνά σημαντική η βοήθεια που προσφέρουν τα νεότερα φερόμενα χορτοκοπτικά (περιγράφονται παραπάνω).

Στον τομέα των μεγάλων καλλιεργειών, το βάρος έχει φύγει εδώ και καιρό από τα βαριά παρελκόμενα και η προσοχή των παραγωγών που ενδιαφέρονται για το έδαφός τους, και άρα και των κατασκευαστών, έχει επικεντρωθεί σε μηχανήματα ελαφριάς, επιφανειακής κατεργασίας. Τέτοια είναι οι οδοντωτές σβάρνες (περιγράφονται σε προηγούμενο κεφάλαιο) με μακριά δόντια κυρίως, με μεγάλες βελτιώσεις σε ό,τι αφορά την αντοχή, την αποτελεσματικότητα αλλά και την ευκολία χρήσης και μεταφοράς τους.

Για την καταπολέμηση με μηχανικά μέσα, διάφορες τεχνολογικές βελτιώσεις βλέπουν συνεχώς το φως. Μια τέτοια είναι και οι περιστρεφόμενες ψήκτρες (βούρτσες) που διακρίνονται σε δύο τύπους, σε αυτές με έναν οριζόντιο άξονα (Σχήμα 29) και σε αυτές με έναν κατακόρυφο άξονα (Σχήμα 30). Οι πρώτες είναι κατάλληλες μόνο για έλεγχο ζιζανίων μεταξύ των γραμμών, ενώ οι δεύτερες χρησιμοποιούνται και για τον έλεγχο των ζιζανίων επί των γραμμών. Η βούρτσα με οριζόντιο άξονα παίρνει κίνηση από τον δυναμοδότη του ελκυστήρα ενώ η βούρτσα με κάθετο άξονα ελέγχεται από υδραυλικούς κινητήρες. Και οι δύο τύποι εργάζονται σε βάθος 20-30 χιλ. και έχουν σχεδιαστεί για να ξεριζώνουν μικρά ζιζάνια. Το αποτέλεσμα της δράσης τους είναι να αναστηκάνουν τα ζιζάνια από το έδαφος, να αφαιρούν τα φύλλα τους, να σπάνε τους μίσχους και να προκαλούν ξήρανση των ριζών τους.



Σχήμα 29. Βούρτσα με οριζόντιο άξονα



Σχήμα 30. Βούρτσα με κάθετο άξονα

Ένα ακόμα μηχάνημα που χρησιμοποιείται από βιοκαλλιεργητές βάμβακος είναι ο περιστρεφόμενος καλλιεργητής (Roll Star Cultivator). Πλεονεκτεί σε σχέση με τους κοινούς καλλιεργητές ότι μπορεί να πλησιάζει κοντά στη γραμμή (10 cm). Ακόμη, με τους δίσκους δεν κόβονται τα ζιζάνια αλλά ξεριζώνονται. Επίσης ένα μηχάνημα με χαρακτηριστικά όμοια με αυτά του περιστρεφόμενου καλλιεργητή, είναι ο Ανοιξιάτικος Καλλιεργητής (Spring Tine Harrow). Αποτελείται από ένα πλαίσιο ορθογωνικής διατομής με μεταλλικά στελέχη, τα οποία καταλήγουν στο πρόσθιο μέρος στο σύστημα ανάρτησης στο υδραυλικό σύστημα του ελκυστήρα. Έχει τη δυνατότητα της μηχανικής καταπολέμησης των ζιζανίων μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας. Είναι περισσότερο αποτελεσματικός, έναντι των ζιζανίων, όταν αυτά βρίσκονται στο στάδιο σχηματισμού κοτυληδόνων.

#### 4. Φυσικά μέσα

##### **Κάλυψη εδάφους με οργανικά ή ανόργανα υλικά (mulching)[4],[11]**

Η κάλυψη του εδάφους με υλικά, οργανικά ή ανόργανα, αποτελεί αποτελεσματική μέθοδο στη διαχείριση των ζιζανίων επειδή δημιουργεί συνθήκες σκότους (πολλά ζιζάνια χρειάζονται φως για το φύτευμα των σπόρων τους), μειώνει τις απώλειες υγρασίας και αυξάνει τη θερμοκρασία, γεγονός που οδηγεί στην πρόωμη ανάπτυξη των καλλιεργούμενων φυτών. Τα οργανικά υλικά που χρησιμοποιούνται είναι τα φυτικά υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας και πρόσθετα υλικά όπως το σανό, το άχυρο (Σχήμα 31) και το πριονίδι και αποσυντίθενται φυσικά στο έδαφος ενώ ως ανόργανα υλικά χρησιμοποιούνται τα φύλλα πλαστικού. Τα τελευταία δεν αποσυντίθενται και πρέπει να αφαιρεθούν από το έδαφος. Συνήθως, χρησιμοποιείται το μαύρο πλαστικό επειδή απορροφά περισσότερη θερμότητα από τον ήλιο και έτσι καταστρέφει σταθερά την ανάπτυξη των ζιζανίων κάτω από αυτό. Η απόφαση για το αν θα χρησιμοποιηθούν οργανικά ή ανόργανα υλικά εξαρτάται από την εποχή του χρόνου και από το τι θέλει να επιτύχει ο αγρότης. Τα οργανικά υλικά πρέπει να εφαρμόζονται αφού η θερμοκρασία του εδάφους έχει αυξηθεί, την άνοιξη. Αν εφαρμοστούν σε κρύα εδάφη, η αύξηση της θερμοκρασίας θα καθυστερήσει και ο ρυθμός ανάπτυξης των φυτών θα μειωθεί.



Σχήμα 31. Κάλυψη εδάφους με άχυρο

## Ηλιοαπολύμανση[11],[24]

Η τοξικότητα και οι αρνητικές συνέπειες στο περιβάλλον από τη χρήση ζιζανιοκτόνων και τα οικονομικά και πρακτικά προβλήματα της απολύμανσης με ατμό ή βρωμιούχο μεθύλιο στη συμβατική καλλιέργεια, δημιουργούν την ανάγκη για εφαρμογή εναλλακτικών μεθόδων, όπως η ηλιοαπολύμανση.

Είναι η μέθοδος αντιμετώπισης των ζιζανίων με αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους με την κάλυψή του με διαφανή (Σχήμα 32) ή αδιαφανή πλαστικά σε περίοδο έντονης και διαρκούς ηλιακής ακτινοβολίας. Η μέθοδος αυτή καταπολεμά τα ζιζάνια κατά το φύτευμα ή τη βλάστηση των σπόρων ή των οργάνων αγενούς αναπαραγωγής τους.



Σχήμα 32. Ηλιοαπολύμανση εδάφους με διαφανές πλαστικό

Η αποτελεσματικότητα της ηλιοαπολύμανσης εξαρτάται από :

1. το είδος του πλαστικού : *η χρήση μαύρου πλαστικού δεν έχει τόσο καλά αποτελέσματα όσο η χρήση διαφανούς πλαστικού.*
2. την προετοιμασία – κατάσταση του εδάφους : *να είναι έτοιμο για σπορά ή φύτευση.*
3. την υγρασία του εδάφους : *όταν είναι σε ικανοποιητικό επίπεδο, αυξάνει την ευαισθησία των ζιζανίων στην υψηλή θερμοκρασία, βελτιώνει τη μεταφορά της θερμότητας στο έδαφος και αυξάνει τη βιολογική δραστηριότητα του εδάφους.*
4. την εποχή: *καλύτερα αποτελέσματα έχουμε όταν γίνεται κατά τη διάρκεια των θερμότερων μηνών του καλοκαιριού.*
5. τη διάρκεια της εφαρμογής : *μεγαλύτερη από 6 εβδομάδες.*



Γενικά, η ηλιοαπολύμανση παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα :

- Χαμηλότερο κόστος σε σύγκριση με άλλη μέθοδο απολύμανσης
- Τα μέσα και η τεχνική είναι απλά και εύχρηστα
- Φιλική προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο
- Εξασφαλίζει τη βιολογική ισορροπία στο έδαφος και την επιβίωση των ανταγωνιστών των παθογόνων, με αποτέλεσμα τη μακροχρόνια ευνοϊκή επίδραση στις καλλιέργειες που εγκαθίστανται στο έδαφος μετά την ηλιοαπολύμανση.
- Ελέγχει τους σπόρους των ζιζανίων σε λήθαργο ενώ τα ζιζανιοκτόνα είναι αναποτελεσματικά.
- Επιφέρει σημαντική αύξηση παραγωγής.

## 5. Βιολογικά μέσα[3],[11],[23]

**Κλασική βιολογική μέθοδος.** Η βιολογική αυτή μέθοδος συνίσταται στην εισαγωγή ή απελευθέρωση φυσικών εχθρών ή παρασίτων (έντομα, μύκητες, ακάρεα, βακτήρια) με σκοπό τη σημαντική μείωση του πληθυσμού ενός ζιζανίου. Η επιτυχία της μεθόδου προϋποθέτει πολυετή έρευνα για την εξεύρεση και μαζική παραγωγή του φυσικού εχθρού ή του κατάλληλου παρασίτου που α. αναπαράγεται με ταχύ ρυθμό, β. προσβάλλει μόνο το ζιζάνιο, γ. δε συνοδεύεται από δικά του παράσιτα, δ. δεν επιφέρει αναστάτωση στην οικολογική ισορροπία της περιοχής και ε. έχει την ικανότητα προσβολής που δεν επηρεάζεται σημαντικά από τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα επιτυχημένης εφαρμογής της μεθόδου είναι η απαλλαγή τεράστιας έκτασης (260 εκ. στρέμματα) βοσκοτόπων της Αυστραλίας από το ζιζάνιο φραγκοσουκιά (*Opuntia spp.*) μετά από την εισαγωγή από την Αργεντινή και την επιτυχή εγκατάσταση του εντόμου *Cactoblastis cactorum*. Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι τα εξής: α. δε δρα σε ζιζάνια μη στόχους, β. έχει μακροχρόνια, αργή αλλά σταθερή δράση και γ. είναι σχετικά οικονομική και απλή. Έχει, όμως και τα εξής μειονεκτήματα : α. απαιτεί μεγάλο χρονικό διάστημα για την εκδήλωση των αποτελεσμάτων της, β. δεν εξολοθρεύει πλήρως το ζιζάνιο αλλά μειώνει τον πληθυσμό και την ανταγωνιστική του ικανότητα σε ανεκτά επίπεδα, γ. εξαιτίας της εκλεκτικής της δράσης χρειάζεται μεγάλος αριθμός βιολογικών παραγόντων για τα πολλά, διαφορετικά είδη ζιζανίων.

**Βιοζιζανιοκτόνα.** Η μέθοδος αυτή διαφέρει από την κλασική βιολογική μέθοδο στο ότι χρησιμοποιεί μόνο μικροοργανισμούς (μύκητες, βακτήρια) οι οποίοι εφαρμόζονται με ψεκαστικά μηχανήματα, όπως και τα χημικά ζιζανιοκτόνα, αλλά και η εκδήλωση της δράσης τους μοιάζει με εκείνη των ζιζανιοκτόνων. Για να εκδηλωθεί ικανοποιητικά η δράση τους απαιτείται να έχουν μηδενική ή χαμηλή παθογόνο δράση σε ωφέλιμα είδη φυτών, να έχουν την ιδιότητα να εισέρχονται στα φυτά, να έχουν κάποια φυσιολογική δράση και να δρουν σε μεγάλο εύρος περιβαλλοντικών συνθηκών. Η καταπολέμηση των ζιζανίων με βιοζιζανιοκτόνα έχει τα εξής πλεονεκτήματα : α. τα περισσότερα έχουν πολύ εξειδικευμένη δράση για ένα είδος ζιζανίου, β. δεν αναπτύσσεται ανθεκτικότητα των ζιζανίων όπως στα ζιζανιοκτόνα, γ. δεν αφήνουν υπολείμματα (έδαφος, νερό, αέρα) και δ. μεταχειρίζονται εύκολα στη διακίνηση και εφαρμογή. Παρόλα αυτά, όμως, ο αριθμός των βιοζιζανιοκτόνων που χρησιμοποιούνται στην πράξη είναι μικρός. Αυτό οφείλεται : α. στη βραδεία εκδήλωση της αποτελεσματικότητας, β. στο υψηλό αρχικό κόστος, γ. στην περιορισμένη βιωσιμότητα των οργανισμών και στις ειδικές συνθήκες αποθήκευσής τους, δ. στην εξάρτηση της αποτελεσματικότητάς τους από τις κλιματολογικές μεταβολές και ε. στο περιορισμένο χρονικό διάστημα που είναι κατάλληλα για εφαρμογή.

**Βιολογική μέθοδος καταπολέμησης ζιζανίων με ανώτερα φυτά (αλληλοπάθεια).** Η μέθοδος αυτή αντιμετωπίζει τα ζιζάνια με καλλιεργούμενα φυτά που έχουν την ικανότητα να εκκρίνουν στο χώρο ανάπτυξής τους διάφορες ουσίες, οι οποίες αναστέλλουν το φύτεμα ή την ανάπτυξη διαφόρων ζιζανίων. Γνωστό παράδειγμα είναι το κριθάρι που βρέθηκε να εκκρίνει στο χώρο αύξεσης – ανάπτυξής του διάφορες ουσίες που περιορίζουν το φύτεμα – ανάπτυξη – σποροπαραγωγή της στελλάρια (*Stellaria media*), ενώ το σιτάρι δεν έχει αυτή την ιδιότητα. Ποικιλίες με ιδιότητες αλληλοπάθειας εναντίον των ζιζανίων έχουν εντοπιστεί και στις καλλιέργειες ηλιάνθου, σόγιας, σίκαλης, σόργου και βρώμης.

*Βιολογική μέθοδος καταπολέμησης ζιζανίων με ανώτερα ζώα.* Σε κάποιο βαθμό η ελεγχόμενη βόσκηση βοοειδών, αιγοπροβάτων κ. λ. π. , σε φυτείες πολυετείς ή δενδρώνες, μπορεί να θεωρηθεί τρόπος βιολογικού ελέγχου, στο βαθμό που μειώνει σημαντικά τη σοβαρότητα του προβλήματος που δημιουργούν κάποια ζιζάνια.

## **6. ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ**

### **1. Καυτό νερό[9],[10]**

Η μέθοδος αυτή δρα στα μέρη των ζιζανίων που βρίσκονται πάνω από την επιφάνεια του εδάφους και το αποτέλεσμα είναι παρόμοιο με τη χρήση φλόγας χωρίς, όμως, τον κίνδυνο φωτιάς. Το μειονεκτήματά της είναι πως καταναλώνει μεγάλη ποσότητα ενέργειας εξαιτίας της αρκετά μεγάλης ποσότητας νερού που είναι απαραίτητη και πως καθώς δρα στα υπέργεια τμήματα των ζιζανίων, αρκετές επεμβάσεις είναι απαραίτητες για τα πολυετή ζιζάνια.

### **2. Απολύμανση εδάφους με ατμό[8]**

Ο ατμός υπό πίεση (Σχήμα 33) εφαρμόζεται κάτω από μεταλλικούς δίσκους, οι οποίοι πιέζονται πάνω σε σποροκλίνες για 3-8 λεπτά. Ο ατμός αυξάνει τη θερμοκρασία στους 70-100°C, σκοτώνοντας τους περισσότερους σπόρους ζιζανίων σε βάθος τουλάχιστον 10 εκ. Μόνο το τριφύλλι και άλλα ψυχανθή με σκληρούς σπόρους διαφεύγουν της καταστροφής. Οι σπόροι ζιζανίων κάτω από το επίπεδο της εφαρμογής μένουν ανεπηρέαστοι και θα βλαστήσουν αν το έδαφος διαταραχτεί σε τέτοιο βάθος. Ωστόσο, αν δεν ακολουθήσει περαιτέρω κατεργασία, η αντιμετώπιση των ζιζανίων με ατμό μπορεί να έχει αποτέλεσμα έως και 2 καλλιεργητικές περιόδους.



Σχήμα 33. Απολύμανση εδάφους με ατμό

### 3. Πάγος[9],[10]

Η κύρια ιδέα της συγκεκριμένης μεθόδου είναι η καταστροφή των φυτικών ιστών λόγω του πάγου και του κρύου περιβάλλοντος. Τα μέσα που χρησιμοποιούνται είναι το διοξείδιο του άνθρακα ή το υγρό άζωτο που εφαρμόζονται στα ζιζάνια, τα οποία επηρεάζουν τα κύτταρα των ζιζανίων καθυστερώντας την ανάπτυξή τους ή καταστρέφοντας τα. Ωστόσο, έρευνες έδειξαν μικρή αποτελεσματικότητα και μεγάλη κατανάλωση ενέργειας της μεθόδου που την καθιστούν μη προτιμητέα για εμπορική χρήση. Η χρήση της μεθόδου πλεονεκτεί μόνο στην περίπτωση που υπάρχει κίνδυνος φωτιάς από τη χρήση φλογοβόλων για την καταστροφή των ζιζανίων.

### 4. Λείζερ[9],[19]

Μια ακτίνα λέιζερ (Σχήμα 34) που κατευθύνεται σε ζιζάνια στόχους, μπορεί να είναι ένα αποτελεσματικό μέτρο ελέγχου των ζιζανίων ως εναλλακτική στη χρήση ζιζανιοκτόνων. Η συγκεκριμένη μέθοδος έχει το πλεονέκτημα της μικρής κατανάλωσης ενέργειας και της εμφάνισης αποτελεσμάτων σε μικρό χρονικό διάστημα. Επιπλέον, σύστημα αναγνώρισης των ζιζανίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί, ώστε να καταστρέφονται μόνο τα επιβλαβή ζιζάνια. Υπέρυθρη ακτινοβολία εκπέμπεται από το λέιζερ στα 10600 nm (Griepentrog *et al.*)[19]. Ο συντελεστής απορρόφησης του νερού των ιστών των κυττάρων των ζιζανίων είναι υψηλός στα 10600 nm. Συνεπώς, το συγκεκριμένο μήκος κύματος της ακτινοβολίας απορροφάται από το νερό, στο εσωτερικό και εξωτερικό των κυττάρων και έχει μικρό βάθος διείσδυσης στον ιστό των φυτών ( $\approx 0.1$  mm). Όταν η ενέργεια του φυτού που έχει

δεχτεί την ακτινοβολία, ανυψώνεται σε ανώτερο επίπεδο, προκαλείται εξάτμιση του νερού μεταξύ των ιστών. Ο κύριος μηχανισμός της καταστροφής των κυττάρων είναι η αύξηση της θερμοκρασίας πάνω από 55° C. Η συγκεκριμένη θερμοκρασία είναι θανατηφόρα για τα κύτταρα των ζιζανίων καθώς οι πρωτεΐνες αρχίζουν να μετουσιώνονται. Ο βαθμός καταστροφής των κυττάρων εξαρτάται από τη διάρκεια της έκθεσης στην ακτινοβολία. Η όλη διαδικασία απλοποιεί τις ενεργειακές απαιτήσεις καθώς δεν χρησιμοποιεί ενέργεια για τη θερμική αγωγιμότητα στα φύλλα των ζιζανίων.



Σχήμα 34. Χρήση λέιζερ για καταπολέμηση των ζιζανίων

#### *Τρόπος δράσης[10]*

Το λέιζερ αποτελείται από τέσσερα μέρη:

- Το ενεργό μέσο (active medium) : Μπορεί να είναι υγροί κρύσταλλοι, αέρια (CO<sub>2</sub> ή ήλιον) ή ημιαγωγοί
- Μηχανισμός διέγερσης (excitation mechanism): παρέχει στο ενεργό μέσο ενέργεια με μία ή περισσότερες από τις τρεις βασικές μεθόδους, χημική, οπτική ή ηλεκτρική.
- Υψηλής ανάκλασης καθρέφτης (high reflectance mirror) : αποτελείται από ένα καθρέφτη ο οποίος ανακλά 100% το φως του λέιζερ.
- Μερικώς διαπερατός καθρέφτης (partially transmissive mirror) : αποτελείται από ένα καθρέφτη ο οποίος ανακλά λιγότερο από 100% του λέιζερ και εκπέμπει το υπόλοιπο.

Ο μηχανισμός διέγερσης εφοδιάζει με ενέργεια το ενεργό μέσο ανυψώνοντας τα ηλεκτρόνια του σε υψηλότερο ενεργειακό επίπεδο. Όταν, στη συνέχεια, τα ηλεκτρόνια μεταπέσουν στην προηγούμενη κατάσταση, απελευθερώνεται ενέργεια με τη μορφή φωτονίων. Πολλά από αυτά τα φωτόνια θα χαθούν όταν έρθουν σε επαφή με την πλευρά του μέσου που εκπέμπει ενέργεια. Ωστόσο, αν τα φωτόνια κινηθούν παράλληλα με τον κατά μήκος άξονα της οπτικής κοιλότητας, θα συνεχίσουν να προκαλούν εκπομπές περισσότερων φωτονίων με τα ίδια μήκη κύματος, έως ότου φτάσουν στα κατοπτρικά άκρα της κοιλότητας. Ο υψηλής ανάκλασης καθρέφτης ανακλά όλα τα φωτόνια επιμηκώνοντας τη διαδικασία διέγερσης. Ο μερικώς διαπερατός καθρέφτης απελευθερώνει μέρος του φωτός ενώ το υπόλοιπο ανακλάται πίσω μέσω του λέιζερ, εντείνοντας τη διαδικασία δημιουργίας φωτονίων. Η προκύπτουσα μορφή του λέιζερ είναι μια συνεχής ακτίνα ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας. Η ιδιότητα, αυτή, της συγκέντρωσης της ενέργειας καθιστά το λέιζερ κατάλληλο για θερμική καταπολέμηση των ζιζανίων.

##### 5. Υπεριώδες φως[10] (Σχήμα 35)

Η αρχή της μεθόδου βασίζεται στην ικανότητα της υπεριώδους ακτινοβολίας να θερμαίνει τα σώματα. Όταν τα ζιζάνια ακτινοβολούνται με υπεριώδες φως, σχεδόν όλη η ενέργεια απορροφάται από τον εξωτερικό ιστό τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την υπερθέρμανσή τους και τελικά το θάνατό τους. Μερικά είδη ζιζανίων μπορούν να ανακλούν έως και 40% του φωτός κι έτσι μεγαλύτερη ενέργεια απαιτείται για την καταστροφή τους. Ωστόσο, μετά από πειράματα που έγιναν, βρέθηκε πως το υπεριώδες φως απαιτεί λιγότερη ενέργεια από ότι η καταστροφή των ζιζανίων με φλόγα. Άλλοι συγγραφείς αναφέρουν πως κάποια είδη ζιζανίων έχουν την ιδιότητα να εγκλιματίζονται στην υψηλή υπεριώδη ακτινοβολία, γεγονός που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν χρησιμοποιείται η συγκεκριμένη μέθοδος.



Σχήμα 35. Ζιζάνια σε γλάστρες, έτοιμα για έκθεση σε υπεριώδες φως

## 6. Γεωργία Ακρίβειας

### α) Εισαγωγή[25],[26]

Η Γεωργία Ακρίβειας είναι το σύνολο των γεωργικών πρακτικών που εστιάζονται σε συγκεκριμένες περιοχές του χωραφιού και σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τις πιο παραδοσιακές πρακτικές στις οποίες οι διάφορες γεωργικές δραστηριότητες, όπως η άρδευση, η εφαρμογή λιπασμάτων, εντομοκτόνων και ζιζανιοκτόνων εφαρμόζονται ομοιόμορφα σε ολόκληρο το χωράφι, αγνοώντας κάθε μεταβλητότητα μέσα σε αυτό. Στο πεδίο του εντοπισμού περιοχών με ζιζάνια, η πλέον προχωρημένη τεχνική συνδυάζει τηλεπισκόπηση με αισθητήρες. Στην πραγματικότητα πρόκειται για αισθητήρες, που χρησιμοποιούν τηλεπισκοπικές μεθόδους, για την ανίχνευση από πολύ κοντά των διαφόρων ζιζανίων. Τα στοιχεία που καταγράφονται είναι είτε η μορφή των ζιζανίων, είτε η φασματική τους ταυτότητα, τα οποία στη συνέχεια συγκρίνονται με εκείνα των καλλιεργούμενων φυτών, με τη βοήθεια μιας φασματικής βιβλιοθήκης προτύπων, η οποία φέρεται από τους μηχανισμούς των αισθητήρων.

### β) Καταγραφή θέσης τοποθέτησης σπόρου[27]

Ένας χάρτης καταγραφής της θέσης τοποθέτησης του σπόρου μπορεί να σχεδιαστεί με τη χρήση ενός, υψηλής ακρίβειας, συστήματος τοποθέτησης σπόρου με προσαρμοσμένους αισθητήρες ανίχνευσης της θέσης. Κατά τη σπορά, οι θέσεις των σπόρων που πέφτουν στα αυλάκια του χωραφιού, αριθμούνται και οι θέσεις τους αποθηκεύονται στη μνήμη υπολογιστή. Πειράματα που διεξήχθησαν στον αγρό δείχνουν ότι οι σπόροι θα φυτρώσουν λίγα εκατοστά γύρω από τις καταγεγραμμένες θέσεις. Η ακρίβεια αυτή, είναι επαρκής για την καταπολέμηση των ζιζανίων ανάμεσα στις γραμμές. Εδώ και μερικά χρόνια, έχει σχεδιαστεί μια νέα σπαρτική μηχανή η οποία μπορεί να έχει τον απόλυτο έλεγχο του χρόνου και χώρου απελευθέρωσης του σπόρου στην αυλακιά. Η μηχανή χρησιμοποιεί δίσκους των οποίων η ταχύτητα περιφέρειας είναι πάντα η ίδια με την ταχύτητα του ελκυστήρα, με αποτέλεσμα η ταχύτητα των σπόρων ως προς το έδαφος κατά τη στιγμή απελευθέρωσής τους να είναι μηδενική. Αυτό οδηγεί σε μικρή μετατόπιση του σπόρου και αυξάνει την ακρίβεια της θέσης τοποθέτησης λόγω του ότι οι σπόροι παραμένουν στο σημείο που αρχικά ήρθαν σε επαφή με το έδαφος. Επιπλέον, οι δίσκοι επιτρέπουν συγχρονισμό των μηχανισμών σποράς, ώστε να μπορέσει να δημιουργηθούν συγκεκριμένα

χωροχρονικά μοτίβα (τρόπους τοποθέτησης και σχετικής θέσης των σπόρων στο χωράφι) των φυτών (π.χ. τριγωνικά, ρόμβου ή τετράγωνα). Η δημιουργία αυτών των μοτίβων βελτιστοποιεί τη λήψη θρεπτικών από τα φυτά λόγω καλύτερων συνθηκών ανάπτυξης και προκαλεί μεγαλύτερη καταστολή των ζιζανίων σε στάδια μεγαλύτερης ανάπτυξης.

### γ) Χαρτογράφηση ζιζανίων[28]

Η παραδοσιακή χημική μέθοδος αντιμετώπισης των ζιζανίων περιλαμβάνει την εφαρμογή της ίδιας ποσότητας σκευάσματος σε ολόκληρο τον καλλιεργούμενο αγρό. Αυτή η τακτική, όμως, μπορεί να αλλάξει μετά από έρευνες που δείχνουν πως η χρήση των ζιζανιοκτόνων, τα οποία επιβαρύνουν το περιβάλλον, μπορεί να μειωθεί με τη χρήση μιας νέας τεχνολογίας. Η τεχνολογία, αυτή, είναι η χαρτογράφηση των ζιζανίων μέσω της οποίας επιτυγχάνεται αποφυγή της εφαρμογής του ζιζανιοκτόνου στα καλλιεργούμενα είδη ή στην επιφάνεια του εδάφους. Η κατανομή των ζιζανίων στο χώρο μπορεί να χαρτογραφηθεί μέσω ψηφιακών εικόνων και να χρησιμοποιηθεί για να αποφασιστεί σε ποιο σημείο θα εφαρμοσθεί το ζιζανιοκτόνο. Συγκεκριμένα, η ετερογένεια της βλάστησης στον αγρό μπορεί να καταγραφεί με τη χρήση συστημάτων που είτε ενσωματώνονται στα αγροτικά μηχανήματα, είτε σε μικρά τηλεκατευθυνόμενα αεροσκάφη (Σχήμα 36). Οι εικόνες αυτές, στη συνέχεια χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό περιοχών με υψηλή πυκνότητα ζιζανίων και τον καθορισμό της εφαρμογής ζιζανιοκτόνων. Ένα τέτοιο σύστημα είναι η κάμερα με φίλτρα πράσινου, κόκκινου και μπλε υπέρυθρου φωτός, η οποία ενσωματώνεται σε τηλεκατευθυνόμενο αεροσκάφος. Εξαιτίας της ευρείας διακύμανσης των υπέρυθρων μηκών κύματος, η εικόνα που προκύπτει, ενισχύει τις χρωματικές διαφορές των αντικειμένων που επεξεργάζονται, καθιστώντας ευκολότερη την ανίχνευση των ζιζανίων στον αγρό.



Σχήμα 36. Κάμερα με φίλτρα πράσινου, κόκκινου και μπλε υπέρυθρου φωτός, η οποία ενσωματώνεται σε τηλεκατευθυνόμενο αεροσκάφος.



#### δ) Σύστημα εφαρμογής ζιζανιοκτόνου[27],[29]

Οι Lee et al.[30] σχεδίασαν ένα σύστημα μικροψεκασμού για την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων στα ζιζάνια από αποστάσεις λίγων εκατοστών με σκοπό να αποφεύγεται η επαφή του σκευάσματος με τα καλλιεργούμενα φυτά ή το έδαφος. Το πρωτότυπο σύστημα, το οποίο αναπτύχθηκε στη Δανία, αποτελείται από οχτώ σωληνοειδείς βαλβίδες των 12 Volt, μια εξάτμιση από ανοξείδωτο ατσάλι, έναν ειδικά σχεδιασμένο συσσωρευτή και οχτώ κυκλώματα οδήγησης για τον έλεγχο των βαλβίδων. Οι οχτώ βαλβίδες είναι ευθυγραμμισμένες ώστε να επιτρέπουν τον ψεκασμό όλου του εύρους των γραμμών της καλλιέργειας. Η περιοχή ψεκασμού διαιρείται σε στήλες για την ακριβή εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου. το συγκεκριμένο σύστημα, συνήθως συνδυάζεται με το σύστημα χαρτογράφησης των ζιζανίων, που περιγράφηκε παραπάνω. Ένα άλλο σύστημα, που χρησιμοποιείται στο βαμβάκι είναι η χρήση αισθητήρων (Σχήμα 37) που προσαρμόζονται στο σύστημα ψεκασμού και έχουν τη δυνατότητα σχηματισμού χαρτών βιομάζας της καλλιέργειας, διαιρούν του χάρτες σε ζώνες διαχείρισης ίδιας βιομάζας, δημιουργούν κατάλληλες αγροχημικές εντολές και τέλος, χρησιμοποιούν ένα σύστημα επεξεργασίας των μεταβλητών και δεδομένων που συνέλλεξαν, καθιστώντας ικανή την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων στα ζιζάνια χωρίς να θίγουν τα καλλιεργούμενα είδη.



Σχήμα 37. Αισθητήρες προσαρμοσμένοι στο σύστημα ψεκασμού για το βαμβάκι

## 7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η χημική μέθοδος καταπολέμησης των ζιζανίων αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα επιτεύγματα στη βελτίωση των καλλιεργητικών φροντίδων κατά τη διαδικασία παραγωγής γεωργικών προϊόντων. Τα ζιζανιοκτόνα πλεονεκτούν έναντι άλλων μεθόδων καταπολέμησης στο ότι μπορούν να εφαρμοστούν για την καταπολέμηση ζιζανίων σε μη γραμμικές καλλιέργειες ( π.χ. χειμερινά σιτηρά), εξασφαλίζουν έγκαιρη καταπολέμηση, είναι περισσότερο αποτελεσματικά για ορισμένα πολυετή ζιζάνια, δεν καταστρέφουν τη δομή του εδάφους όπως τα μηχανήματα κατεργασίας, έχουν ευρύ φάσμα δράσης, είναι χαμηλού κόστους και συμβάλλουν στη μείωση της διάβρωσης των επικλινών εδαφών. Επίσης, κάποια ζιζανιοκτόνα, αν και περιορισμένος αριθμός τους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη βιολογική γεωργία. Για παράδειγμα, το οξικό οξύ μπορεί να σκοτώσει ζιζάνια που έχουν αναπτυχθεί πριν την ανάπτυξη των καλλιεργούμενων φυτών. Επίσης, η γλουτένη του καλαμποκιού χρησιμοποιείται ως προφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο και εφαρμόζεται στο έδαφος για να καταστείλει τα ζιζάνια που βλαστάνουν. Η χρήση των ζιζανιοκτόνων, όμως έχει και αρνητικά αποτελέσματα, διότι συχνά εμφανίζονται προβλήματα μειωμένης αποτελεσματικότητας ενώ η μη ορθή χρήση τους, προκαλεί προβλήματα φυτοτοξικότητας στην ίδια ή επόμενη καλλιέργεια, έχει δυσμενείς επιδράσεις σε οργανισμούς μη στόχους, αυξάνει την πιθανότητα ανάπτυξης ανθεκτικών ζιζανίων και συμβάλλει στη ρύπανση των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων.

Από την άλλη, η μηχανική καταπολέμηση αποτελεί μια σημαντική μέθοδο ελέγχου των ζιζανίων λόγω της αποτελεσματικότητάς της στη δημιουργία κατάλληλης σποροκλίνης, της βελτίωσης των φυσικών χαρακτηριστικών του εδάφους (πορώδες, υγρασία, θερμοκρασία), της μη δημιουργίας επιβλαβών υπολειμμάτων, της εφαρμογής της σε μεγάλες εκτάσεις και της ευρείας αποδοχής της από τους γεωργούς. Επιπλέον, η μηχανική κατεργασία του εδάφους βρίσκει ευρεία εφαρμογή στη βιολογική γεωργία με τη χρήση γραμμικών καλλιεργητών και περιστροφικών σκαλιστηριών τα οποία στοχεύουν στα ζιζάνια και όχι στα καλλιεργούμενα φυτά. Παρόλα αυτά , ο εξοπλισμός για να εκτελεστούν οι απαραίτητες εργασίες, είναι ακριβός να αγοραστεί και να διατηρηθεί, η κατεργασία μπορεί να προκαλέσει διάβρωση του εδάφους λόγω του ότι το έδαφος μένει γυμνό, τα πολλαπλασιαστικά όργανα πολλών ζιζανίων διασπείρονται με την διατάραξη του εδάφους, το βάρος

πολλών μηχανημάτων κατεργασίας προκαλεί συμπίεση του εδάφους και τέλος, η υγρασία του εδάφους μειώνεται και τα έξοδα άρδευσης αυξάνονται.

Ανακεφαλαιώνοντας, καμία από τις δύο μεθόδους παρουσιάζει μόνο θετικά αποτελέσματα ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά. Μια λύση είναι ο συνδυασμός τους, περιορίζοντας έτσι τα μειονεκτήματα της κάθε μεθόδου. Τελευταία, όμως, έχουν αναπτυχθεί νέες τεχνολογίες καταπολέμησης των ζιζανίων με θετικές προοπτικές εξέλιξης.

## 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ύπαρξη αρκετών μειονεκτημάτων στη χρήση της χημικής και μηχανικής μεθόδου καταπολέμησης των ζιζανίων, οδήγησε στην εύρεση νέων μεθόδων, οι οποίες είναι φιλικές προς το περιβάλλον και πιο αποτελεσματικές. Στις μεθόδους αυτές περιλαμβάνεται το κάψιμο των ζιζανίων το οποίο δεν αφήνει επιβλαβή υπολείμματα στο περιβάλλον, η εφαρμογή του όμως είναι δύσκολη λόγω του υψηλού κόστους των καυστήρων που χρησιμοποιούνται για τη καύση των ζιζανίων και του κινδύνου για φωτιά. Μια δεύτερη μέθοδος είναι η κατάκλυση ή αποστράγγιση των αγρών, η οποία καταπολεμά τα υδροχαρή ζιζάνια, όπως η μουχρίτσα. Η χρήση καυτού νερού έχει τα ίδια αποτελέσματα με το κάψιμο των ζιζανίων, με επιπλέον το πλεονέκτημα της αποφυγής πιθανής πυρκαγιάς. Παρουσιάζει όμως το μειονέκτημα της κατανάλωσης μεγάλης ποσότητας ενέργειας και της καταπολέμησης μόνο των υπέργειων τμημάτων των ζιζανίων. Μια ακόμη νέα μέθοδος είναι η χρήση ατμού, ο οποίος σκοτώνει τους περισσότερους σπόρους ζιζανίων αυξάνοντας τη θερμοκρασία. Αντίθετα, η μείωση της θερμοκρασίας με τη χρήση διοξειδίου του άνθρακα ή υγρού αζώτου, είναι μια ακόμη μέθοδος καταπολέμησης των ζιζανίων που όμως δεν προτιμάται λόγω της μεγάλης κατανάλωσης ενέργειας. Μικρή κατανάλωση ενέργειας παρουσιάζει η χρήση λείζερ, μια νέα μέθοδος πολλά υποσχόμενη όσον αφορά την πλήρη καταπολέμηση των ζιζανίων επειδή η συμπίεση και μετακίνηση του εδάφους μειώνεται, γεγονός που θα προκαλούσε νέα ανάπτυξη των ζιζανίων. Μια τελευταία μέθοδος είναι η χαρτογράφηση των ζιζανίων, η οποία χρησιμοποιεί κάμερες και ψεκαστικά ζιζανιοκτόνων ενσωματωμένα σε γεωργικά μηχανήματα ή τηλεκατευθυνόμενα αεροσκάφη, με σκοπό την αναγνώριση και προσδιορισμό της θέσης των ζιζανίων και τον καθορισμό της ποσότητας και του σημείου εφαρμογής των ζιζανιοκτόνων. Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε πως ακόμα και οι νέες μέθοδοι και τεχνολογίες παρουσιάζουν μειονεκτήματα στη χρήση τους αλλά με την κατάλληλη έρευνα και εξέλιξή τους, τα αποτελέσματα είναι πολλά υποσχόμενα.

## 9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- (1) : Weed Science Background for teachers  
( [http://www.fsu.edu/~imsp/silent\\_invasers/new\\_weeds/educators/rightres.html](http://www.fsu.edu/~imsp/silent_invasers/new_weeds/educators/rightres.html))  
Βρέθηκε στις 12/07/2010.
- (2) : Britannica – Online Encyclopedia  
(<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/638771/weed>)  
Βρέθηκε στις 12/07/2010.
- (3) : Λόλας Π.Χ. (2007), Ζιζανιολογία, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη, σ. 50-62, 159-165, 168.
- (4): Klingman G. C., Ashton F. M. (1982), Weed science, Principles and Practices, 2<sup>nd</sup> Edition, A Wiley-Interscience Publication, New York, p.37-38.
- (5): Methods of Weed Control  
(<http://www.co.larimer.co.us/publicworks/weeds/control.htm>)  
Βρέθηκε στις 13/07/2010.
- (6): Bàrberi P., Preventive and cultural methods for weed management  
(<http://www.fao.org/docrep/006/y5031e/y5031e0e.htm>)  
Βρέθηκε στις 13/07/2010.
- (7): Hance R. J., Holly K. (1990), Weed Control Handbook: Principles, 8<sup>th</sup> Edition, Blackwell Scientific Publications, Oxford – London, p. 48-52.
- (8): Naylor R. E. L. (2002), Weed Management Handbook, 9<sup>th</sup> Edition, Blackweel Publishing, Oxford – UK, p.284-285, 287-288, 291-293.
- (9): Izard M. G. (2008), New Weed Control Strategy: Selective Weeding, Project Report, Denmark, p. 11, 24-27, 29, 33-35.
- (10) : Soriano J. F. (2005), Using Laser for Thermal and High-Resolution Weed Control, Project report, Denmark, p. 7-12.

- (11) : Ελευθεροχωρινός Η. Γ. (2002), Ζιζανιολογία, 2<sup>η</sup> έκδοση, Εκδόσεις Αγρότυπος ΑΕ, Αθήνα, σ. 85-88, 91- 101.
- (12) : Dedousis A. P. (2007), An Investigation into the Design of Precision Weeding Mechanisms for Inter and Intra-row Weed Control, UK, p. 32, 34-35, 42-45, 47-49, 53  
(<https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/bitstream/1826/2009/1/Dedousis%20PhD%20Thesis.pdf>). Βρέθηκε στις 15/08/2010.
- (13) : Γέμτος Θ. Α. (2002), Γεωργική Μηχανολογία – Σημειώσεις 1994, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος.
- (14) : Τσατσαρέλης Κ. Α. (2000), Αρχές Μηχανικής Κατεργασίας του Εδάφους και Σποράς, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη, σελ. 40-41, 71-80.
- (15) : Γέμτος Θ. Α., Μπουραζάνης Γ., Φουντάς Σ., Εκμηχάνιση Γεωργικών Εκμεταλλεύσεων, Τεχνικά Επαγγελματικά Εκπαιδευτήρια, Τομέας Γεωπονίας, Τροφίμων και Περιβάλλοντος, Αθήνα, σελ. 34-38, 40, 47-48, 52-58, 279-283.
- (16) : Καφετζάκης Ν., Υφούλης Α. (1985), Εκμηχάνιση Καλλιεργητικών Φροντίδων, Τεχνικό Επαγγελματικό Λύκειο, Τομέας Γεωργοκτηνοτροφικός, Τμήμα Γεωργικών Μηχανημάτων, Αθήνα, σελ. 40-41, 80, 96-99, 126, 169, 191-192.
- (17) : Cloutier D.C. *et al.*, Mechanical Weed Management, p.111, 116-117 (<http://edepot.wur.nl/116036>). Βρέθηκε στις 03/09/2010.
- (18) : Gulholm – Hansen T. (2007), Agronomic Efficiency of an Intelligent Intra-row Rotary-Weeder, p. 22-23  
(<http://www.cpf.life.ku.dk/publications/~~/media/CPF/theses/GulholmHansen2007MS.c.ashx>). Βρέθηκε στις 25/09/2010.

(19) : Griepentrog H.W., Nørremark M., Soriano J.F., Close-to-crop thermal weed control using a CO2 laser, Proceedings, CIGR World Congress Agricultural Engineering for a Better World Bonn, Germany, 3rd – 7<sup>th</sup> September 2006 (<http://www.staff.kvl.dk/~hwg/pdf/papers/Griepentrog2006c.pdf>). Βρέθηκε στις 25/09/2010.

(20) : Smith A. E. (1995), Handbook of Weed Management Systems, New York, p. 51, 55-63, 68-79.

(21) : Ross M. A., Lembi C. A. (1999), Applied Weed Science, 2<sup>nd</sup> Edition, Prentice Hall Editions, New Jersey, p. 45, 58-59, 61-62, 384-394.

(22) : Guerena M., Sullivan P., Organic Cotton Production (<http://attra.ncat.org/attra-pub/cotton.html>)  
Βρέθηκε στις 16/07/2010.

(23) : Γαία – Διαχείριση Ζιζανίων στη Βιολογική Γεωργία ([http://tolinionews.blogspot.com/2008/05/blog-post\\_25.html](http://tolinionews.blogspot.com/2008/05/blog-post_25.html)) Βρέθηκε στις 01/09/2010.

(24) : ΤΕΙ Κρήτης – Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας ([http://triton.chania.teicrete.gr/bio\\_geo/Laxanika\\_Crete/Hlioapolymansh.htm](http://triton.chania.teicrete.gr/bio_geo/Laxanika_Crete/Hlioapolymansh.htm))  
Βρέθηκε στις 15/07/2010.

(25) : Τηλεπισκόπηση και GIS στη Γεωργία (<http://www.seos-project.eu/modules/agriculture/agriculture-c04-p01.gr.html>)  
Βρέθηκε στις 17/07/2010.

(26) : Καρυδάς Χ. Γ., Συλλαίος Ν. Γ., Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης και GIS ([http://users.auth.gr/~silleos/new\\_page\\_6.htm](http://users.auth.gr/~silleos/new_page_6.htm))  
Βρέθηκε στις 17/07/2010.

(27) : Griepentrog H. W. (2005), Weed Control by Autonomous Vehicle Systems, Proceedings, Workshop Precision Farming, 18<sup>th</sup> October 2005, Research Farm Ihinger Hof, Hohenheim University, 71272 Renningen, Germany, page 6 - 9  
(<http://www.staff.kvl.dk/~hwg/pdf/papers/Griepentrog2005d.pdf>).

Βρέθηκε στις 9/07/2010.

(28) : Gee C., Bossu J., Jones G., Truchetet F., Detecting crops and weeds in precision agriculture (<http://spie.org/x27354.xml?ArticleID=x27354>)

Βρέθηκε στις 18/07/2010.

(29): Nespal.org, Using GreenSeeker to Drive Variable Rate Application of Various Products in Cotton (<http://www.nespal.org/greenseeker.html>).

Βρέθηκε στις 26/09/2010.

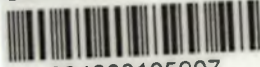
(30) : Lee W.S., Slaughter D.C. , Giles D.K. (1999), Robotic weed control system for tomatoes - Precision Agriculture, Volume 1, Number 1, p. 95-113  
(<http://www.springerlink.com/content/k70074t511844827/>).

Βρέθηκε στις 14/08/2010.





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000105907