

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	15
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	17
1.1. Απώλειες γεωργικής παραγωγής	19
1.2. Έννοια του όρου ‘ζιζάνιο’	20
Βιβλιογραφία	22
2. ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΖΙΖΑΝΙΩΝ	23
2.1. Χαρακτηριστικά ζιζανίων	23
2.2. Μορφολογικά χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό (αναγνώριση) των ζιζανίων	26
2.3. Κατάταξη ζιζανίων	27
2.3.1 Βιολογικός κύκλος	27
2.3.2. Οικολογικό περιβάλλον	29
2.3.3. Φυσιολογία	29
2.3.4. Επικινδυνότητα	32
2.3.5. Ζιζάνια-εισβολείς	34
2.4. Επιδράσεις ζιζανίων	43
2.4.1. Επιβλαβείς επιδράσεις	44
2.4.2. Ευεργετικές επιδράσεις	46
2.5. Μηχανισμοί επιβίωσης ζιζανίων	49
2.5.1. Αναπαραγωγή	49
2.6. Γενετική πληθυσμών ζιζανίων	72
2.6.1. Γενετική παραλλακτικότητα	73
2.6.2. Έκφραση γονιδίων και φαινοτυπική ποικιλομορφία	81
2.6.3. Τρόποι πολλαπλασιασμού	84
2.6.4. Εξέλιξη των πληθυσμών ζιζανίων	85
Βιβλιογραφία	90
3. ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΦΥΤΩΝ	95
3.1. Παρεμβολή	95
3.2. Ανταγωνισμός	95
3.2.1. Χαρακτηριστικά φυτών και ανταγωνιστική ικανότητα	97
3.2.2. Δείκτες ανταγωνιστικής ικανότητας	98

3.2.3. Μαθηματικά μοντέλα ανταγωνισμού.....	98
3.2.4. Παράγοντες που σχετίζονται με το καλλιεργούμενο φυτό	100
3.2.5. Παράγοντες που σχετίζονται με το ζιζάνιο	103
3.2.6. Παράγοντες του περιβάλλοντος.....	109
3.3. Αλληλοπάθεια	115
3.3.1. Αλληλοπάθεια μέσω γύρης	119
3.3.2. Αλληλοπάθεια και μυκόρριζα	120
3.3.3. Χημικές ομάδες αλληλοπαθητικών ουσιών.....	120
3.3.4. Μηχανισμός δράσης αλληλοπαθητικών ουσιών	121
3.3.5. Παραγωγή και απελευθέρωση αλληλοπαθητικών ουσιών	126
3.4. Ζιζάνια και περιβαλλοντικές μεταβολές	128
Βιβλιογραφία	129
4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ	135
4.1. Επισκόπηση ζιζανίων.....	137
4.2. Προληπτικά μέτρα	138
4.3. Φυσικές μέθοδοι	139
4.3.1. Βοτάνισμα	140
4.3.2. Κάψιμο	141
4.3.3. Κατάκλιση ή αποστράγγιση	147
4.3.4. Κατεργασία του εδάφους	147
4.3.5. Κοπή ζιζανίων	155
4.3.6. Κάλυψη εδάφους	157
4.3.7. Ηλιοαπολύμανση	168
4.3.8. Άλλες τεχνικές.....	176
4.4. Καλλιεργητικά μέτρα	177
4.4.1. Εναλλαγή καλλιεργειών	177
4.4.2. Επιλογή καλλιέργειας	178
4.4.3. Επιλογή κατάλληλης ποικιλίας	180
4.4.4. Συγκαλλιέργεια	183
4.4.5. Εποχή σποράς	184
4.4.6. Πυκνότητα, βάθος και αποστάσεις σποράς, προσανατολισμός σειρών.....	184
4.4.7. Λίπανση και άρδευση	185
4.5. Βιολογικές μέθοδοι	186
4.6. Χημικά μέσα	197

4.7. Ολοκληρωμένη Διαχείριση ζιζανίων	200
4.8. Ευφυής γεωργία και διαχείριση ζιζανίων	202
4.8.1. Μελλοντικός σχεδιασμός.....	204
4.8.2. Η αναγκαιότητα της ευφυούς γεωργίας	205
4.8.3. Τι αναμένεται από την ευφυή γεωργία	206
4.8.4. Ευφυής γεωργία για τον έλεγχο ζιζανίων	206
4.8.5. Τεχνικές ανίχνευσης ζιζανίων	206
4.8.6. Ανίχνευση ζιζανίων από εικόνες	207
4.8.7. Τεχνολογία εναέριας παρατήρησης	208
4.8.8. Ελεγχόμενος ψεκασμός ζωνών	209
4.8.9. Ευφυής γεωργία και μηχανικός έλεγχος ζιζανίων	210
4.8.10. Κατεύθυνση έρευνας	210
Βιβλιογραφία	211
5. ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ ΚΑΙ ΦΥΤΩΝ.....	219
5.1. Απορρόφηση	220
5.1.1. Απορρόφηση από φύλλα και βλαστούς	220
5.1.2. Απορρόφηση από το έδαφος	235
5.2. Μετακίνηση.....	238
5.2.1. Μετακίνηση μέσω αγγείων.....	238
5.2.2. Μετακίνηση μέσω ηθμών	240
5.3. Βιοχημικές και φυσιολογικές μεταβολές των ζιζανιοκτόνων στα φυτά.....	241
5.3.1. Αδρανοποίηση	241
5.3.2. Μεταβολισμός	241
5.3.3. Απέκκριση	242
5.4. Δράση και εκλεκτικότητα ζιζανιοκτόνων.....	242
5.4.1. Προσκόλληση.....	244
5.4.2. Είσοδος	245
5.4.3. Μετακίνηση	245
5.4.4. Εκδήλωση δράσης.....	246
5.4.5. Προστατευτικές ουσίες ή παράγοντες ασφαλείας.....	247
5.5. Συνδυασμένη δράση ζιζανιοκτόνων.....	249
6. ΤΥΧΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ.....	255
6.1. Διεργασίες μετακίνησης των ζιζανιοκτόνων στο έδαφος	256
6.1.1. Προσρόφηση	256
6.1.2. Έκπλυση	266

6.1.3. Εξάτμιση	269
6.1.4. Επιφανειακή απορροή	271
6.1.5. Απορρόφηση από φυτά	272
6.1.6. Αποδόμηση ζιζανιοκτόνων.....	272
6.2. Παραμονή των ζιζανιοκτόνων στο έδαφος	274
6.2.1. Παράγοντες που επηρεάζουν την παραμονή των ζιζανιοκτόνων.....	276
6.2.2. Πρόβλεψη παραμονής των ζιζανιοκτόνων στο έδαφος	278
6.3. Παράγοντες που επηρεάζουν τη δράση και εκλεκτικότητα των ζιζανιοκτόνων στο έδαφος	279
6.3.1. Χημικοί παράγοντες.....	280
6.3.2. Περιβαλλοντικοί παράγοντες	281
6.3.3. Βιολογικοί παράγοντες	282
6.3.4. Καλλιεργητικές τεχνικές.....	282
6.4. Υπολείμματα ζιζανιοκτόνων στο έδαφος	283
6.4.1. Τρόποι αποφυγής των υπολειμμάτων ζιζανιοκτόνων στο έδαφος	283
6.4.2. Προσδιορισμός υπολειμμάτων ζιζανιοκτόνων	285
6.4.3. Αντιμετώπιση υπολειμμάτων ζιζανιοκτόνων.....	287
Βιβλιογραφία	290
7. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΔΡΑΣΗΣ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ.....	293
7.1. Κατάταξη ζιζανιοκτόνων	293
7.2. Ζιζανιοκτόνα που αναστέλλουν φωτοχημικές διεργασίες.....	298
7.2.1. Αναστολείς της φωτοσύνθεσης στο φωτοσύστημα II (PS II)	298
7.2.2. Ζιζανιοκτόνα που παρεμποδίζουν τη ροή ηλεκτρονίων στο φωτοσύστημα I (PS I)	310
7.2.3. Αναστολείς της οξειδάσης του πρωτοπορφυρινογόνου (PPG-O).....	314
7.2.4. Αναστολείς της σύνθεσης καροτενοειδών στο στάδιο του αποκορεσμού του φυτοενείου (PDS).....	318
7.2.5. Αναστολείς της 4-διοξυγενάσης του υδροξυφαινυλοπυροσταφυλικού (4-HPPD).....	320
7.2.6. Αναστολείς σύνθεσης καροτενοειδών (άγνωστη θέση δράσης).....	321
7.3. Ζιζανιοκτόνα που παρεμβαίνουν στο μεταβολισμό του κυττάρου	322
7.3.1. Αναστολείς της δράσης της καρβοξυλάσης του ακετυλο-συνενζύμου Α (ACCase)	322
7.3.2. Αναστολείς της δράσης της οξικογαλακτικής συνθάσης (ALS ή AHAS)....	326
7.3.3. Αναστολείς της συνθετάσης του φωσφοενολοπυροσταφυλοσικιμικού (EPSPS)	331

7.3.4. Αναστολείς της συνθετάσης της γλουταμίνης (GS)	333
7.3.5. Αναστολείς της συνθετάσης του διυδροπτερικού (DHP)	334
7.3.6. Αναστολείς της βιοσύνθεσης των λιπιδίων (όχι μέσω ACCase)	335
7.4. Ζιζανιοκτόνα που παρεμποδίζουν την αύξηση του κυττάρου	338
7.4.1. Αναστολείς της συνάθροισης της μικροτουμπουλίνης.....	338
7.4.2. Αναστολείς της μίτωσης (δίχως δέσμευση μικροτουμπουλίνης)	342
7.4.3. Αναστολείς της κυτταροδιαίρεσης (αναστολή των VLCFAs).....	342
7.4.4. Αναστολείς σχηματισμού κυτταρικών τοιχωμάτων (βιοσύνθεσης κυτταρίνης)	344
7.4.5. Αποδιοργανωτές των μεμβρανών	345
7.4.6. Ζιζανιοκτόνα με δράση συνθετικής αυξίνης.....	345
7.4.7. Αναστολείς της δράσης του ινδολοξικού οξέος (IAA)	350
7.4.8. Αναστολείς βιοσύνθεσης νουκλεϊκών οξέων.....	350
7.5. Ζιζανιοκτόνα με άγνωστο μηχανισμό δράσης	350
Βιβλιογραφία	352
8. ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΣΕ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ ΜΗ ΣΤΟΧΟΥΣ	357
8.1. Οικολογικές αλλαγές ως αποτέλεσμα της χρήσης ζιζανιοκτόνων.....	357
8.2. Επιδράσεις σε μικροοργανισμούς του εδάφους.....	358
8.3. Ρύπανση περιβάλλοντος και τροφίμων	361
8.4. Ασφάλεια χρήσης ζιζανιοκτόνων	363
Βιβλιογραφία	365
9. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ	366
9.1. Τυποποίηση και σκευάσματα	366
9.1.1. Τύποι σκευασμάτων ζιζανιοκτόνων.....	368
9.1.1.1. Στερεά σκευάσματα	368
9.1.1.2. Υγρά σκευάσματα	370
9.1.1.3. Άλλα σκευάσματα	374
9.1.2. Κριτήρια επιλογής κατάλληλου ζιζανιοκτόνου σκευάσματος	374
9.2. Μέσα εφαρμογής ζιζανιοκτόνων	375
9.2.1. Τύποι ψεκαστικών μηχανημάτων	375
9.2.2. Σχοινοδιαβρέκτης	380
9.2.3. Κριτήρια επιλογής ψεκαστικών μέσων (μηχανημάτων) για εφαρμογή ζιζανιοκτόνων.....	380
9.2.4. Είδη ακροφυσίων και τεχνική ρύθμισης ψεκαστικών μηχανημάτων....	380
9.3. Η τεχνική του ψεκασμού	382

9.3.1. Έλεγχος ψεκαστικού μέσου πριν τον ψεκασμό	383
9.3.2. Παράγοντες που επηρεάζουν την ομοιόμορφη κατανομή του ψεκαστικού υγρού κατά τον ψεκασμό.....	383
9.4. Μέτρα που λαμβάνονται κατά την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων	386
9.5. Κατάταξη επεμβάσεων ζιζανιοκτόνων	387
9.6. Παράγοντες και τρόποι βελτίωσης της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων	388
9.6.1. Σύνθεση χλωρίδας ζιζανίων	388
9.6.2. Πυκνότητα και στάδιο ανάπτυξης ζιζανίων	389
9.6.3. Συνθήκες περιβάλλοντος.....	389
9.6.4. Τεχνική εφαρμογής ζιζανιοκτόνου	392
Βιβλιογραφία	394
10. ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΤΑ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΑ.....	395
10.1. Ορολογία.....	399
10.2. Ομάδες ζιζανιοκτόνων στις οποίες αναπτύχθηκε ανθεκτικότητα	400
10.3. Τρόποι ανάπτυξης ανθεκτικότητας.....	400
10.4. Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη ανθεκτικότητας.....	401
10.4.1. Χαρακτηριστικά ζιζανίου που επηρεάζουν την ανθεκτικότητα	402
10.4.2. Χαρακτηριστικά ζιζανιοκτόνων που επηρεάζουν την ανθεκτικότητα	403
10.5. Επιπτώσεις από την ανάπτυξη ανθεκτικότητας.....	403
10.6. Μηχανισμοί ανθεκτικότητας	405
10.6.1. Τροποποίηση της θέσης δράσης του ζιζανιοκτόνου.....	405
10.6.2. Υπερπαραγωγή ενζύμου	413
10.6.3. Αύξηση του ρυθμού μεταβολισμού του ζιζανιοκτόνου.....	413
10.6.4. Άλλοι μηχανισμοί	416
10.6.5. Πολλαπλή ανθεκτικότητα	417
10.7. Διάγνωση της ανθεκτικότητας	418
10.8. Επιβεβαίωση της ανθεκτικότητας.....	420
10.9. Πρόληψη και διαχείριση της ανθεκτικότητας.....	421
10.9.1. Κατεργασία εδάφους.....	422
10.9.2. Αμειψισπορά.....	423
10.9.3. Αγρανάπαυση	423
10.9.4. Κάψιμο.....	423
10.9.5. Όψιμη σπορά.....	423
10.9.6. Ανταγωνιστική ικανότητα καλλιεργούμενων φυτών.....	423
10.9.7. Παρεμπόδιση σποροποίησης	423

10.9.8. Σπόρος απαλλαγμένος από σπόρους ζιζανίων	424
10.9.9. Ορθή χρήση ζιζανιοκτόνων	424
10.9.10. Εναλλαγή ζιζανιοκτόνων	424
10.9.11. Μείγματα ζιζανιοκτόνων.....	424
10.9.12. Επιφανειοδραστικές και συνεργιστικές ουσίες.....	425
10.9.13. Γενετικώς τροποποιημένες καλλιέργειες	425
10.9.14. Μεταλλαγμένα φυτά	425
10.9.15. Συμπεράσματα.....	425
Βιβλιογραφία	426
11. ΓΕΝΕΤΙΚΩΣ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΑΓΜΕΝΑ ΦΥΤΑ	429
11.2. Μέθοδοι επιλογής γενετικού υλικού	430
11.2.1. Αξιοποίηση υπάρχουσας γενετικής παραλλακτικότητας	430
11.2.2. Επιλογή σε επίπεδο σπόρων	430
11.2.3. Επιλογή σε επίπεδο γύρης	431
11.2.4. Ιστοκαλλιέργεια	431
11.3. Τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία των γενετικώς τροποποιημένων φυτών με ανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα	431
11.3.1. <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	433
11.3.2. Βομβαρδισμός μορίων.....	435
11.3.3. Σύντηξη πρωτοπλάστων	435
11.3.4. Κλασική βελτίωση	436
11.3.5. CRISPR/Cas9.....	436
11.3.6. RNAi	437
11.3.7. Άλλες τεχνικές.....	437
11.4. Μηχανισμοί αντοχής των καλλιεργούμενων φυτών στα ζιζανιοκτόνα	437
11.4.1. Τροποποίηση θέσης δράσης του ενζύμου – στόχου	438
11.4.2. Μεταβολισμός ζιζανιοκτόνου	440
11.4.3. Προστατευτικές ουσίες.....	442
11.5. Διεθνής κατάσταση καλλιεργούμενων γενετικώς τροποποιημένων φυτών (ΓΤΦ)	443
11.6. Προσαρμοστικότητα και ανθεκτικότητα ΓΤΦ.....	443
11.6.1. Υβρίδια αραβόσιτου	443
11.6.2. Ποικιλίες βαμβακιού	444
11.6.3. Ποικιλίες σόγιας και ελαιοκράμβης.....	445
11.7. Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων στα ΓΤΦ	445

11.8. Τεχνολογικές, οικολογικές και κοινωνικές επιπτώσεις της χρήσης ΓΤΦ	446
11.8.1. Γενετικό υλικό ζιζανίων	446
11.8.2. Μεταφορά γονιδίου ανθεκτικότητας	447
11.8.3. Έκφραση γονιδίων	449
11.9. Προϋποθέσεις αποδοχής και καλλιέργειας ΓΤΦ.....	450
Βιβλιογραφία	452
ΟΡΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΗ ΖΙΖΑΝΙΟΛΟΓΙΑ.....	455
ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΩΝ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΕΡΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ	
ΠΟΥ ΑΠΑΝΤΩΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	468
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ	473