

Κώστας Θανασουλόπουλος

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Ειδικά Μαθήματα Φυτοπαθολογίας

Β' ΕΚΔΟΣΗ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 1996

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ

Θερμότατες ευχαριστίες οφείλονται στους αγαπητούς φίλους και συναδέλφους, Δρ. Παναγιώτη Καβαλλάρη, καθηγητή Γεωργικής Οικονομίας των Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης και Δρ. Σπύρο Αναλυτή, φυτοπαθολόγο του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου, που είχαν την καλωσύνη να διαβάσουν το χειρόγραφο και να κάνουν πολύτιμες παρατηρήσεις.

Επίσης στη συνάδελφο και σύζυγό μου Αναστασία για τη βοήθειά της στη διόρθωση των δοκιμίων και στην κόρη μου Γεωργία για τον ίδιο λόγο και για την υπομονή τους.

Αφιερώνεται
στη μνήμη του
Κώστα Κασιόμπα
του ακούραστου εργάτη
της Ελληνικής Φυτοπαθολογίας

*Κατά τη γνώμη μου ένα είναι αναγκαίο
αλλά έχουμε σημαντική απόσταση να
ταξιδέψουμε και στα δύο, στη σκέψη και
στο πείραμα, πριν το ένα εμφανισθεί.*

J. W. Pollard

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η σύγχρονη τεχνολογική εξέλιξη με τους τρομακτικούς ρυθμούς ανάπτυξης που έδωσε, δεν άφησε ανεπηρρέαστη και τη φυτοπαθολογική επιστήμη. Η ορθή αντιμετώπιση των ασθενειών των φυτών δεν αποτελεί πλέον μια απλή και συνήθη πρακτική του παραγωγού, αλλά ένα ολοκληρωμένο μέρος της όλης παραγωγικής δραστηριότητας, ανεξάρτητα αν αυτή ασκείται σε αναπτυγμένες ή αναπτυσσόμενες περιοχές του κόσμου. Οι σημερινές ανάγκες παραγωγής μεγάλων ποσοτήτων τροφής σε μια εντατικοποιημένη γεωργία με καθημερινή μείωση των φυσικών δυνατοτήτων της οδήγησαν στην ανάπτυξη τεχνοοικονομικών μεθόδων που μέχρι σήμερα, κατά κανόνα, απορρίπτονταν από τους φυτοπαθολόγους ερευνητές. Η ανάγκη λοιπόν αλλαγής της σκέψης όσον αφορά στον τρόπο αντιμετώπισης των ασθενειών δημιούργησε και την ανάγκη μεταφοράς στους φοιτητές της γεωπονικής επιστήμης μερικών εννοιών σε ολοκληρωμένη μορφή των συγχρόνων αυτών μεθόδων. Η μεταφορά αυτή όμως, υπό τύπον διαλέξεων διδασκαλίας, δημιούργησε με τη σειρά της την ανάγκη ενός γραπτού κειμένου-οδηγού για τους φοιτητές, και έτσι γράφτηκε αυτό το βιβλίο που αποτελεί την περίληψη των βασικότερων εννοιών αυτών των παραδόσεων.

Το βιβλίο αυτό περιλαμβάνει 11 κεφάλαια στα οποία γίνεται προσπάθεια ανάλυσης του τρόπου μελέτης μιάς ασθένειας ή και συμπλόκου ασθενειών από την αρχή μέχρι το τέλος της καλλιέργειας που έχει προσβληθεί και της σύνθεσης των διαφόρων ευρημάτων σ' ένα σύστημα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης σε συνδυασμό με το οικονομικό κόστος. Τα κεφάλαια αυτά έχουν διαταχθεί με μια λογική σειρά αλληλουχίας όπως αντιμετωπίζονται οι ανάγκες στον πειραματισμό ή και στην πρακτική άσκηση της γεωργίας για τη μελέτη των πιθανών απωλειών από τις ασθένειες και την αντιμετώπιση των τελευταίων.

Είναι βέβαια γεγονός ότι για την πλήρη κατανόηση των εννοιών του κειμένου αυτού του βιβλίου χρειάζεται η παράλληλη γνώση μερικών βασικών εννοιών της επιδημιολογίας. Ωρισμένες από αυτές τις έννοιες, απολύτως αναγκαίες, γίνεται μια προσπάθεια να δοθούν ανεξάρτητα ώστε ο αναγνώστης να μπορέσει να ενημερωθεί

και να αντιληφθεί καλύτερα τα σημεία εκείνα που αναφέρονται.

Τελειώνοντας, σημειώνεται ιδιαίτερα, ότι ο σκοπός του μαθήματος και του βιβλίου δεν είναι κατά κύριο λόγο, η απόκτηση ορισμένων ξερών γνώσεων στους τομείς αυτούς, αλλά κυρίως να κεντρίσει το ενδιαφέρον των νέων επιστημόνων, ώστε να μελετήσουν την αντιμετώπιση των ασθενειών κάτω από το πρίσμα αυτών των νέων εννοιών.

Κώστας Θανασουλόπουλος
Σεπτέμβριος 1991

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

Η ταχύτατη εξέλιξη της επιστήμης της πληροφορικής και οι εφαρμογές της στις γεωργικές επιστήμες, μεταξύ των οποίων και η Φυτοπαθολογία, δημιούργησαν άμεση ανάγκη προσθήκης ορισμένων συμπληρωματικών παραγράφων, παραδειγμάτων και επεξηγήσεων. Η εισροή πληροφοριών στον τομέα αυτό από το 1990, όταν συνεπληρώθει η πρώτη έκδοση, μέχρι σήμερα ήταν τόσο ογκώδης ώστε μόνο ένα μικρό μέρος αποφασίσθηκε να χρησιμοποιηθεί, αυτό που κρίθηκε ότι θα διευκόλυνε τους αναγνώστες αυτού του βιβλίου.

Η ανάπτυξη αυτή των εννοιών σε τόσο σύντομο χρονικό διάστημα δημιούργησε την ανάγκη στην υποεπιτροπή της Αμερικανικής Φυτοπαθολογικής Εταιρείας που ασχολείται κατεξοχήν με τα θέματα των απωλειών να ετοιμάσει και να δημοσιεύσει κατάλογο όρων και εννοιών και εκρίθει σκόπιμο να προστεθεί σε μετάφραση στην παρούσα δεύτερη έκδοση.

Κλίνοντας αυτόν τον δεύτερο πρόλογο θα ήταν σκόπιμο να τονισθεί ότι σήμερα, περισσότερο από οποτεδήποτε άλλοτε, η ανάγκη της γνώσης των απωλειών που υφίστανται οι καλλιέργειες από τις ασθένειες αλλά και ο τρόπος επέκτασης και εξέλιξης μιας επιδημίας, είναι πολύ μεγάλη και αναγκαίοι οι ικανοί να διακονήσουν αυτόν τον τομέα της επιστήμης.

Κώστας Θανασουλόπουλος
Οκτώβριος 1993

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
1.1. Έννοια της ασθένειας.....	15
1.2. Τύποι ασθενειών.....	17
1.3. Εκδήλωση συμπτωμάτων.....	17
2. Η ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΖΗΜΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΦΥΤΩΝ	21
3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΑΣΘΕΝΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	25
3.1. Κριτήρια για την επιλογή της μεθόδου συλλογής.....	26
3.1.1. Περίοδος δειγματοληψίας.....	26
3.1.2. Χρόνος, συχνότης και θέσεις μετρήσεων.....	26
3.1.2.1. Ανάλυση επιδημίας.....	27
3.1.2.2. Εκτίμηση απωλειών.....	28
3.1.2.3. Ανάλυση ζημιών.....	28
3.1.3. Οργάνωση των παρατηρήσεων.....	28
3.1.4. Μέθοδοι συλλογής δεδομένων.....	30
3.1.4.1. Επιλογή μεθόδου συλλογής δεδομένων.....	32
3.2. Μέθοδοι μέτρησης ασθενειών.....	32
3.2.1. Μέτρηση του παθογόνου.....	32
3.2.2. Μέτρηση της ασθένειας.....	33
4. Ο ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ ΓΙΑ ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΗ ΖΗΜΙΩΝ	43
4.1. Μέθοδοι ανάπτυξης υποδειγμάτων (models).....	45
4.2. Πειραματικός σχεδιασμός.....	48
4.3. Παραδείγματα διαφόρων υποδειγμάτων.....	55
4.3.1. Πειραματικά.....	55
4.3.2. Υποδείγματα από τη διεθνή βιβλιογραφία.....	68
4.3.3. Εκτίμηση ποσοτικών απωλειών.....	76
4.4. Η εκτίμηση απωλειών σε μεγάλα γεωργικά διαμερίσματα.....	77
5. Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΖΗΜΙΩΝ	80
5.1. Απαιτήσεις για σωστή εργασία.....	80
5.1.1. Αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος.....	81
5.1.2. Μέθοδοι παρατηρήσεων και μετρήσεων.....	82
5.1.3. Επιλογή προσωπικού - Επαφές με αγροτικό κόσμο.....	82
5.1.4. Πρόδρομος πειραματισμός-Αξιολόγηση αποτελεσμάτων.....	82

5.2. Εκτίμηση των ζημιών με επιθεώρηση	83
5.2.1. Γενική εκτίμηση ζημιών	83
5.2.2. Εκτίμηση απωλειών που προκαλούνται από μια ασθένεια.....	84
5.2.3. Μέγεθος του δείγματος και τρόπος επιλογής.....	86
6. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΘΕΣΗ ΤΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ	
ΑΓΡΟΥ	94
6.1. Οι απώλειες σε επίπεδο αγρού.....	96
6.2. Θεωρία του Κρίσιμου ορίου.....	98
6.3. Προσδιορισμός του Κρίσιμου ορίου ζημίας.....	99
6.4. Επιπτώσεις στη γεωργική πράξη της θεωρίας του Κρίσιμου ορίου.....	103
6.5. Επιπτώσεις του Κρίσιμου ορίου στη Φυτοπαθολογία	105
6.6. Οικονομικές επιπτώσεις του Κρίσιμου ορίου	107
6.7. Κοινωνικές επιπτώσεις του Κρίσιμου ορίου	108
6.8. Όροι και προσδιορισμοί.....	109
7. ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ	
ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ	117
7.1. Στρατηγική και χειρισμοί για την αντιμετώπιση.....	119
7.2. Διάφορα συστήματα.....	120
8. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ	
ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ	128
8.1. Βασικές αρχές στην πρόγνωση των ασθενειών	128
8.2. Ανάπτυξη συστήματος	132
8.3. Προσέγγιση των συστημάτων πρόγνωσης.....	136
8.3.1. Πρόγνωση η οποία βασίζεται κυρίως στο αρχικό μόλυσμα ή στην έναρξη της ασθένειας.....	136
8.3.1.1. Έμμεση εκτίμηση του αρχικού μολύσματος.....	137
8.3.1.2. Άμεση εκτίμηση του πληθυσμού του παθογόνου.....	138
8.3.1.3. Πρόγνωση παθογόνου δυνατότητας αρχικού μολύσματος.....	138
8.3.2. Πρόγνωση που βασίζεται κυρίως στο δευτερογενές μόλυσμα και στις συνθήκες του περιβάλλοντος που ευνοούν την ανάπτυξη της ασθένειας	139
8.3.2.1. Πρόγνωση η οποία βασίζεται στις ευνοϊκές συνθήκες περιβάλλοντος για δευτερογενείς μολύνσεις.....	140
8.3.2.2. Πρόγνωση η οποία βασίζεται στην εκτίμηση των δευτερογενών μολύνσεων.....	144
8.3.3. Πρόγνωση η οποία βασίζεται στο πρωτογενές και στο δευτερογενές μόλυσμα.....	144
8.3.4. Πρόγνωση πολλών ασθενειών.....	144
8.4. Παρατηρήσεις.....	149

9. ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ- ΤΗΤΑ	150
9.1. Οικονομική βάση των καταπολεμήσεων	150
9.1.1. Δυσχέρειες και πολυπλοκότητες.....	150
9.1.2. Ασθένειες φυτών σε αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες.....	158
9.1.3. Οικονομικότητα των καταπολεμήσεων.....	159
9.1.4. Η πολιτική στην καταπολέμηση των ασθενειών	161
9.2. Οικονομικά προβλήματα των καταπολεμήσεων.....	162
9.3. Μέθοδοι εκτίμησης οικονομικών παραγόντων	165
9.4. Η οικονομικότητα της καταπολέμησης σε επίπεδο γεωργικής εκ- μετάλλευσης.	166
9.5. Η οικονομικότητα της καταπολέμησης σε επίπεδο κοινοτικό.....	173
10. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΛΗΨΕΩΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ ΓΙΑ ΚΑ- ΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ	176
10.1. Τρόποι βελτίωσης στη λήψη μιας απόφασης.....	179
11. Η ΦΥΤΟΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΣΤΗ ΜΙΚΡΗ ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΕΚΜΕΤΑ- ΛΕΥΣΗ	185
11.1. Γενικά χαρακτηριστικά της μικρής ιδιοκτησίας.....	186
11.2. Συστήματα καλλιέργειας και οι ασθένειες των φυτών	187
11.3. Τεχνολογική ανάπτυξη των μικρών εκμεταλλεύσεων, σε σχέση με τις ασθένειες.....	190
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	195

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

1. Διάγραμμα ποσοτών προσβολής από το μύκητα <i>Rhynchosporium</i> σε κριθή.....	39
2. Διαγραμματικές κλίμακες για την εκτίμηση της σοβαρότητας προσβολής από Σκωριάσεις σε φύλλα σίτου.....	40
3. Γραμμική συσχέτιση έντασης προσβολής και ζημίας σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας προσβλημένης από Βερτισιλλίωση.....	59
4. Γραμμική συσχέτιση έντασης προσβολής και ζημιών από Ευτυπίωση σε άμπελο.....	61
5. Γραμμική συσχέτιση διαμέτρου κηλίδας από προσβολή από <i>Alternaria alternata</i> σε αχλάδια και βάθους σήψης του περικαρπίου.....	65
6. Ένταση της ασθένειας της Κορυφοξήρας σε λεμονιές έξη έτη μετά τη φύτευση.....	66
7. Συσχέτιση του εμβαδού που περικλείεται μεταξύ του άξονα X, του άξονα Y και της καμπύλης f(x) της εικ. 6.....	67
8. Συσχέτιση του δείκτη ασθένειας και της παραγωγής σε δένδρα λεμονιάς προσβεβλημένα από Κορυφοξήρα.....	68
9. Σύμπλοκο υπόδειγμα συμμεταβολής για εκτίμηση ζημιών που οφείλονται στη Μαύρη σκωρίαση του σίτου.....	75
10. Βιολογικοί, οικονομικοί και οικολογικοί παράγοντες στη διαμόρφωση του οικονομικού ορίου καταπολέμησης.....	100
11. Συσχέτιση εσόδων παραγωγής και δαπανών καταπολέμησης.....	102
12. Αύξηση της έντασης της ασθένειας με την αύξηση του πληθυσμού του παθογόνου.....	102
13. Ενδεικτικά στοιχεία για προσέγγιση του χαλαρού συστήματος αντιμετώπισης των ασθενειών της πατάτας.....	121
14. Παράδειγμα αλληλουχίας διάγνωσης.....	126
15. Συσχέτιση μεταξύ του χρόνου διαβροχής των φύλλων, της θερμοκρασίας και της πιθανότητας να εμφανισθεί Φουζικλάδιο στη μηλιά.....	139
16. Συσχέτιση της διάρκειας υψηλής σχετικής υγρασίας και της μέσης θερμοκρασίας την ίδια περίοδο με την πιθανότητα μόλυνσης από Περονόσπορο της πατάτας και οι αντίστοιχες τιμές σοβαρότητας.....	141
17. Διαμόρφωση τιμών ανάλογα με την προσφορά και τη ζήτηση.....	153
18. Συνάρτηση απωλειών χωρίς καταπολέμηση και με δύο τύπους καταπολέμησης.....	168
19. Τύποι έκφρασης των απωλειών ανάλογα με την ένταση της προσβολής.....	172
20. Το βασικό υπόδειγμα λήψης αποφάσεων.....	176
21. Διάγραμμα λήψης αποφάσεων για καταπολέμηση ασθενειών των φυτών.....	182
22. Διάγραμμα λήψης αποφάσεων για καταπολέμηση του εντόμου <i>Lymantria dispar</i>	183

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

1. Συνιστώμενες διαστάσεις πειραματικών κομματιών για έξι από τις κυριότερες αγροστώδεις καλλιέργειες	53
2. Δείκτης ασθένειας (0-5) και παραγωγή σε τόνους 20 θερμοκηπίων με καλλιέργεια τομάτας και προσβολή από Βερτισιλίωση	56
3. Ένταση ασθένειας Ευτυπίωση και παραγωγή 5 αμπελώνων Χαλκιδικής	60
4. Διάμετρος κηλίδας (X) σε χλιοστά και βάθος σήψης (Y) σε αχλάδια από προσβολή του μύκητα <i>Alternaria</i>	63
5. Συσχέτιση μεταξύ παραγωγής, απωλειών και κέρδους αντιμετώπισης	95
6. Κωδικοποίηση ζημιών που προκαλούνται από διάφορους παράγοντες	97
7. Μητρες ανάλυσης δυναμικού στοιχείου/καιρός. Παθογόνα ασθενειών πατάτας	122
8. Σταθερές παράμετροι και αξιολόγηση τους για τη διάγνωση των ζημιών του πεπονιού	125
9. Παραδείγματα συστημάτων πρόγνωσης ασθένειας βασισμένα σ' ένα στοιχείο του τριγώνου της ασθένειας	131
10. Μεταβλητές για τη στρατηγική προστασίας του σίτου από διάφορες ασθένειες	136
11. Σχεδιασμός ψεκασμών με το σύστημα BLITECAST βασισμένη σε εβδομαδιαία συγκέντρωση μονάδων σοβαρότητας	141
12. Συγκρίσεις γεωργικού εισοδήματος στην Καλλιφόρνια	152
13. Παραδείγματα υπολογισμού του Κρίσιμου Οικονομικού ορίου ζημίας	170

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΠΟΥ ΑΝΑΦΕΡΟΝΤΑΙ

(Μετά το όνομα της ασθένειας οι αριθμοί υποδηλώνουν τις σελίδες)

1. Αδροβακτηρίωση, 124
2. Αδρομυκώσεις, 49, 50, 106, 157
3. Ακτινομύκωση, 104, 105
4. Αλτερναριάσεις, 33, 62, 63, 64, 69, 71, 77, 121, 122, 124, 131, 133, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 164
5. Άνθρακας, 34
6. Ανθράκωση, 124
7. Βακτηριακό κάψιμο, 131, 134, 137
8. Βερτισιλλίωση, 34, 37, 46, 56, 71, 83, 106, 107, 129, 134, 138, 146, 148, 169, 170, 189
9. Βοτρύτιδα, 84, 104, 121, 159, 188
10. Δαυλίτης, 34
11. Ελμινθοσπορίαση, 69, 191
12. Ευτυπίωση, 59
13. Ιώσεις, 49, 70, 77, 83, 105, 107, 144, 189
14. Κορύνιο, 76
15. Κορυφοξήρα 65, 66, 68, 104
16. Περονόσποροι, 27, 33, 34, 35, 37, 43, 50, 51, 73, 81, 83, 84, 109, 121, 122, 131, 132, 133, 134, 137, 140, 144, 162, 164, 165, 188
17. Πυρικούλαρίαση, 46, 133
18. Ριζοκτονίαση, 83
19. Ρυγχοσπορίαση, 37, 39
20. Σεπτορίαση, 69, 104, 130, 144
21. Σήψη λαιμού, 50, 90, 124
22. Σήψη από *Penicillium*, 84, 89, 105
23. Σήψη από *Sclerotium*, 51, 104, 131, 138, 191
24. Σηψηρριζία, 50, 190
25. Σκωριάσεις, 40, 41, 49, 73, 74, 75, 76, 104, 145, 159
26. Φουζαρίωση, 84, 124, 126
27. Φουζικλάδιο, 27, 33, 34, 50, 76, 81, 104, 105, 106, 129, 131, 133, 138, 139, 145, 159, 173, 188
28. Ωίδιο, 69, 91, 124

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σύγχρονη ανάπτυξη της φυτοπαθολογικής επιστήμης, παράλληλα με την τεχνολογική ανάπτυξη άλλων συγγενών επιστημών αλλά και της γεωργικής πρακτικής, οδήγησαν σε πολλές περιπτώσεις την κλασική διδασκαλία του μαθήματος της Φυτοπαθολογίας σε αδιέξοδο. Η εξέλιξη, εξ άλλου, της σύγχρονης κοινωνίας εξαφάνισε τον παλιό παραδοσιακό αγρότη, που ήταν ικανοποιημένος, μέχρι ενός βαθμού, αν η παραγωγή των προϊόντων του του έδινε το δικαίωμα να ζει χωρίς να υποχρεώνεται σε πρόσθετη, συνήθως χειρωνακτική-αμοιβόμενη, εργασία, και τον αντικατέστησε με τον αγρότη επιχειρηματία που αποβλέπει από τη γεωργική του εκμετάλλευση όχι μόνο στην ικανοποίηση των βιοτικών του αναγκών αλλά και στο επιχειρηματικό κέρδος. Η αύξηση επίσης του πληθυσμού των αστικών κέντρων, με αντίστοιχη μείωση του πληθυσμού που ασχολείται στη πρωτογενή παραγωγή έχει μεταβάλλει κατά τρόπο δραματικό τη σχέση παραγωγής/κατανάλωσης τροφής, με σοβαρή μείωση της παραγωγής έναντι της σοβαρής αύξησης της κατανάλωσης. Η αύξηση της τελευταίας δεν οφείλεται μόνο στην αύξηση του πληθυσμού της γής, αλλά και στην βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των πλέον ανεπτυγμένων χωρών με αποτέλεσμα την κατανάλωση υπερβαλουσών ποσοτήτων τροφής.

Επομένως οι παραγωγικές ανάγκες πολλαπλασιάστηκαν ενώ οι παραγωγικές δυνατότητες με τις παλιές μεθόδους μειώθηκαν. Η ανάγκη κάλυψης των καταναλωτικών αναγκών μοιραία οδήγησε στην αύξηση της εντατικοποίησης των καλλιεργειών, η οποία με τη σειρά της αύξησε τα καλλιεργητικά προβλήματα, μεταξύ των οποίων και τις ασθένειες των καλλιεργειών, από τις οποίες σήμερα, θεωρείται ότι καταστρέφεται ένα σοβαρό ποσοστό παραγωγής ή χάνεται ένα σημαντικό μέρος παραγωγικής γής που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί με επωφελέστερο τρόπο. Από τη γέννηση λοιπόν της φυτοπαθολογίας ως ξεχωριστής επιστήμης η προσπάθεια έτεινε στη μείωση των απωλειών με την καταπολέμηση των ασθενειών. Η πρακτική όμως αυτή τα τελευταία 30-20 χρόνια έφθασε σ' ένα οριακό σημείο. Όσο εύκολο ήταν να μειωθούν απώλειες της τάξεως

1.1. Έννοια της ασθένειας

Κάθε είδος φυτού αναπτύσσεται σ' ένα ορισμένο σύνολο συνθηκών του οικολογικού περιβάλλοντός του, κλιματολογικών, εδαφολογικών και βιολογικών που ευνοούν την ιδανική ανάπτυξή του. Οποιαδήποτε, λοιπόν, διαταραχή του περιβάλλοντος αυτού που θα ξεπεράσει ορισμένα όρια δημιουργεί συνθήκες τέτοιες ώστε το φυτό υποφέρει και ασθενεί. Αποτέλεσμα αυτής της κατάστασης είναι η εμφάνιση μορφολογικών αλλαγών, η καταστροφή μέρους ή ολόκληρου του φυτού, η μεταβολή των φυσιολογικών του λειτουργιών ή ακόμη και ακαθόριστες ενδείξεις που δύσκολα διακρίνονται από τα υγιή φυτά. Εξ άλλου η αντίληψη της ασθένειας είναι τελειώς διαφορετική ανάλογα με τον τρόπο που ο κάθε παρατηρητής κρίνει. Την ποικιλόχρωση των πετάλων των ανθέων της τουλίπας μόνον ο φυτοπαθολόγος κρίνει ως ασθένεια. Για όλο τον υπόλοιπο κόσμο είναι το επιζητούμενο και αντίθετα τα υγιή φυτά κρίνονται μη εμπορεύσιμα. Συνεπώς η ρύση του Θεοφράστου ότι "το δ' ειωθέναι και πολλάκις ξυμβαίνειν κατά φύσιν λέγομεν" έχει πλήρη εφαρμογή στην προκειμένη και σε άλλες παρόμοιες περιπτώσεις. Είναι, λοιπόν, προφανές ότι ο ορισμός της ασθένειας θα μπορούσε να είναι διάφορος, ανάλογα με το ποιός τον χρησιμοποιεί. Εν τούτοις η ασθένεια είναι απόρροια μεταβολής των διεργασιών της φυσιολογίας που προκαλείται από σταθερό και συνεχή ερεθισμό, κάτι που ήταν γνωστό από την εποχή του Θεοφράστου και πάλι (Θεόφραστος: Περί φυτών αιτίαι), ο οποίος πολύ εντυπωσιακά αναφέρει ότι "έκβασις γαρ τις αεί και σύγχυσις του κατά φύσιν η νόσος". Ο ορισμός αυτός της ασθένειας είναι σχεδόν ίδιος με τον σημερινό και εντυπωσιάζει η ακρίβειά του, ιδιαίτερα η λέξη "αεί" που υποδηλώνει τον σταθερό και συνεχή. Για να υπάρξει ασθένεια πρέπει να συμμετάσχουν ενεργά τα στοιχεία του τριγώνου της ασθένειας, δηλαδή ο ξενιστής, το παθογόνο αίτιο ή άλλη αιτία (π.χ. έλλειψη στοιχείων) και το περιβάλλον. Ασθένεια είναι μια συνάρτηση αυτών των παραγόντων και φυσικά προκαλείται κάτω από ειδικές συνθήκες που βεβαίως δεν αποτελούν τον κανόνα⁽³⁰⁾. Σ' ένα σύστημα που μπορεί να προκαλέσει ασθένεια, αυτό θα γίνει μόνο όταν και οι τρεις παράγοντες συνδράμουν π.χ. σε περίοδο του βιολογικού κύκλου του ξενιστή που είναι ευαίσθητος σε κάποια προσβολή και οι συνθήκες του περιβάλλοντος είναι απολύτως ευνοϊκές για την ανάπτυξη του αντίστοιχου παθογόνου. Είναι αδύνατον να υπάρξει ασθένεια που οφείλεται σε παθογόνο, αν δεν υπάρχει παθογόνο. Η παρουσία του τελευταίου και μάλιστα σε ποσότητα τέτοια που να μπορεί να προκαλέσει ασθένεια

είναι αναγκαία συνθήκη για την έναρξη μιας κατάστασης ασθένειας τέτοιας φύσης. Αντίθετα η παρουσία του, έστω και σε υπερβολικά μεγάλους αριθμούς, σε περίοδο δυσμενών, γι' αυτό, συνθηκών περιβάλλοντος αποκλείει την ασθένεια.

Συνεπώς ο ορισμός της ασθένειας θα μπορούσε να δοθεί ως εξής:

Ασθένεια είναι η κάτω από ιδανικές συνθήκες λειτουργικής συνάρτησης, του ξενιστή, του αιτίου και των συνθηκών του περιβάλλοντος, εκδήλωση μιας κατάστασης ανώμαλης και καλά καθορισμένης με ορισμένους χαρακτήρες που προκαλεί φυσιολογοανατομικές αλλοιώσεις στον ξενιστή, παροδικές ή μόνιμες, που επηρεάζουν την κανονική ανάπτυξη του^(15, 30, 69, 97, 105). Ο ορισμός αυτός αποδίδει την ασθένεια κατά την βιολογική άποψη. Στη φυτοπαθολογία, όμως, με τις σύγχρονες απόψεις της που συνδέουν άμεσα τις βιολογικές σχέσεις αιτίων ασθένειας και ξενιστών με τις επιπτώσεις στον κοινωνικό τομέα ο ορισμός αυτός πρέπει να συμπληρωθεί ώστε να καλύψει και τον κοινωνικοοικονομικό τομέα. Έτσι, κάτω από το πρίσμα αυτό, ο ορισμός της "γεωργικής ασθένειας", δηλαδή της ασθένειας που ενδιαφέρει την γεωργική πράξη και κατ' επέκταση τον κοινωνικό τομέα μπορεί να διατυπωθεί:

Γεωργική ασθένεια είναι η κατάσταση του καλλιεργούμενου φυτού κατά την οποία παρατηρούνται λειτουργικές ανωμαλίες στη φυσιολογία των φυτών οι οποίες οφείλονται στη λειτουργική συνάρτηση ξενιστή, αιτίου και συνθηκών περιβάλλοντος που προκαλούν συνεχή ή μεγάλη διάρκεια ερεθισμό, και εκδηλώνονται με αλλοιώσεις μορφολογικές, ανατομικές και/ή βιοχημικές και έχουν ως αποτέλεσμα την ποσοτική μείωση της αναμενόμενης παραγωγής ή την ποιοτική υποβάθμισή της, με συνέπεια οικονομικές απώλειες ή/και δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία ανθρώπων και οικοσφαιρών ζώων.

Εδώ θα πρέπει να διακριθεί σαφώς η ασθένεια από τις ζημιές και τις παθήσεις που ναι μεν έχουν το ίδιο οικονομικό αποτέλεσμα δεν είναι όμως ασθένειες με την έννοια του όρου που δόθηκε προηγουμένως.

Τα αίτια των ασθενειών είναι πολλά, γενικώς όμως μπορούν να διακριθούν σε βιοτικά και αβιοτικά. Στα πρώτα κατατάσσονται οι μύκητες, τα βακτήρια, οι ρικέτσιες, τα βακτήρια του αγγειακού συστήματος, τα μυκοπλάσματα και κατ' οικονομίαν οι ιοί, τα ιοειδή και τα πλασμίδια. Στα δεύτερα είναι οι ελλείψεις ή περίσσειες στοιχείων και η τοξική επίδραση στη φυσιολογική λειτουργία διαφόρων εξωκυτταρικών παραγόντων. Στα βιοτικά αίτια θα μπορούσαν ν' αναφερθούν και ορισμένες περιπτώσεις πρόκλησης ασθένειας εξ αιτίας προσβολής εντόμων.

Αντίθετα οι ζημιές και οι παθήσεις προκαλούνται από έντομα ακάρεα, νηματώδεις, άλλους ζωϊκούς εχθρούς (σαλιγκάρια, ποντικοί κ.λ.π.) και άμεσες μηχανικές ή τοξικές βλάβες από επιδράσεις εξωκυτταρικών παραγόντων.

1.2. Τύποι ασθενειών

Τα διάφορα αίτια, έμβια ή όχι, προκαλούν ασθένειες στα φυτά που μπορούν να διακριθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες: 1) Εντοπισμένες και 2) Γενικευμένες. Οι δύο αυτές κατηγορίες είναι αρκετά γενικές και τεχνητές, γιατί μία ασθένεια μπορεί να αρχίσει ως εντοπισμένη και να εξελιχθεί σε γενικευμένη ή το ίδιο αίτιο σε άλλο ξενιστή να προκαλεί εντοπισμένη ασθένεια και σε άλλο γενικευμένη, εντούτοις χρησιμοποιούνται για λόγους καθαρά διάκρισης των ασθενειών.

Στην κατηγορία των εντοπισμένων απολύτως ασθενειών ανήκουν οι ασθένειες του ριζικού συστήματος, του λαιμού, αυτές που προκαλούν έλκη στο πολυετές ξύλο, οι κηλιδώσεις του φυλλώματος και των καρπών, οι ξηράνσεις φυλλώματος, ανθέων και καρπών, οι παραμορφώσεις φύλλων, καρπών και ανθέων, οι οποίες συνήθως εντοπίζονται στα όργανα που έχουν προσβάλλει και δεν προχωρούν σε άλλα. Οι συνέπειες των προσβολών αυτών είναι η άμεση ή έμεση απώλεια της παραγωγής αλλά και η απώλεια ολόκληρου του ξενιστή όπως από τις ασθένειες του λαιμού ή ορισμένες του ριζικού συστήματος.

Άλλες ασθένειες όπως των αγγείων του ξύλου, οι σήψεις του ξύλου, οι ασθένειες των ηθμωδών αγγείων, αλλά και μερικές από εκείνες που ήδη αναφέρθηκαν ενώ εντοπίζονται σε ορισμένα μόνον όργανα του ξενιστή εντούτοις προκαλούν γενικευμένη ασθένεια η οποία στις περισσότερες περιπτώσεις καταλήγει στο θάνατο ή ολόκληρου του ξενιστή ή μεγάλου μέρους αυτού.

Οι ασθένειες, τέλος που οφείλονται σε ιούς, ιοειδή, μυκοπλάσματα, ρικέτσιες, τοξικές ουσίες, ελλείψεις στοιχείων κ.λ.π., προκαλούν γενικευμένη εξασθένιση του ξενιστή που μπορεί να οδηγήσει και στο θάνατό του, αλλά σίγουρα οδηγεί σε μείωση ή υποβάθμιση της παραγωγής του.

1.3. Εκδήλωση συμπτωμάτων

Η πρόκληση ασθένειας από κάποιο, οποιοδήποτε, αίτιο, βιοτικό ή

όχι, έχει ως αποτέλεσμα την εκδήλωση συμπτωμάτων, διαφόρων τύπων, όπως περιγράφονται στο κεφάλαιο της συμπτωματολογίας σε κάθε εγχειρίδιο Γενικής Φυτοπαθολογίας. Τα συμπτώματα αυτά, άλλοτε εντοπισμένα σε ορισμένα όργανα του ξενιστή και άλλοτε γενικευμένα σ' όλα τα όργανα, ποικίλουν σε ένταση και έκταση. Άλλα από αυτά είναι δυνατόν να μετρηθούν, όπως θα εκτεθεί σε επόμενα κεφάλαια, και άλλα, ιδίως τα γενικευμένα, όχι, των οποίων όμως μπορεί να μετρηθεί το αποτέλεσμα, π.χ. το μέγεθος του φυτού κ.ά.

Στην εκδήλωση μιας ασθένειας μπορούν να διακριθούν τρεις βασικές έννοιες⁽²⁶⁾.

1. Προσβολή, που είναι κάθε ορατό σύμπτωμα που μπορεί να μετρηθεί αυτό καθ' εαυτό ή το αποτέλεσμα που επιφέρει. Μια προσβολή από κάποιο παθογόνο του φυλλώματος προκαλεί την εμφάνιση κηλίδων διαφόρου μεγέθους, εντάσεως χρωματικής κ.λ.π., οι οποίες προφανώς μπορούν να μετρηθούν. Η οποιαδήποτε κηλίδωση έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της φωτοσυνθετικής επιφάνειας των φύλλων με συνέπειες στις φυσιολογικές λειτουργίες του ξενιστή. Μια προσβολή από κάποιο ιό εκδηλώνεται π.χ. με το σύμπτωμα της γενικευμένης χλώρωσης ή κάποιας παραμόρφωσης των φύλλων που είναι αδύνατον να μετρηθεί, όμως αργότερα εμφανίζεται και το σύμπτωμα του νανισμού που βεβαίως είναι δυνατόν να μετρηθεί και μάλιστα με σημαντική ακρίβεια. Όπωςδήποτε υπάρχουν και ασθένειες των οποίων τα συμπτώματα είναι πολύ δύσκολο αν όχι αδύνατο να μετρηθούν, όμως σε κάποιο χρόνο της εκδήλωσης των διαφόρων διαδοχικών συμπτωμάτων κάτι θα μπορούσε να μετρηθεί.

2. Ζημία, που σημαίνει κάθε ποσοτική μείωση ή και ποιοτική υποβάθμιση της παραγωγής. Είναι προφανές ότι στη γεωργική πράξη ενδιαφέρει κάθε ασθένεια που έχει επιπτώσεις στην παραγωγή. Αν η φύση της ασθένειας είναι τέτοια που δεν επηρεάζει καθόλου ή έστω ελάχιστα την παραγωγή το φυτοπαθολογικό ενδιαφέρον υπάρχει μόνο από επιστημονική περιέργεια αλλά όχι από πρακτική άποψη.

3. Απώλεια, που εκφράζει κάθε οικονομική απομείωση που προκαλείται στη γεωργική εκμετάλλευση από την καταστροφή αυτής της παραγωγής.

Με άλλα λόγια η προσβολή μπορεί να οδηγήσει σε ζημία και η ζημία σε απώλεια δηλαδή σε ολοσχερή καταστροφή, σε μείωση της παραγωγής ή και σε υποβάθμιση της ποιότητας των προϊόντων. Βεβαίως το μέγεθος της οικονομικής ζημίας (απώλειας) μπορεί να πε-

ριορισθεί από παρέμβαση των μηχανισμών της αγοράς. Επειδή η ζήτηση των περισσότερων γεωργικών προϊόντων είναι ανελαστική κάθε μεταβολή στην προσφορά τους επηρεάζει σημαντικά τις τιμές τους στον αγρό. Αν λοιπόν, εξ αιτίας κάποιας προσβολής, οι ζημιές είναι σημαντικές τότε είναι πιθανόν ότι οι τιμές θα είναι πολύ αυξημένες τόσο ώστε να καλύψουν τις απώλειες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα παρουσιάστηκε στην Ολλανδική αγορά μήλων τα έτη 1980 και 1981⁽⁴⁴⁾.

Το 1980 η συνολική παραγωγή μήλων ήταν 487 εκατομμύρια χιλιόγραμμα, ενώ το 1981 εξ αιτίας ενός ανοιξιόαικου παγετού μειώθηκε κατά το 1/3 δηλαδή 325 εκατ. χιλιόγρ. Οι τιμές που διαμορφώθηκαν ήταν 0.46 ολλανδικά φιορίνια κατά κιλό το 1980 και 1.16 το 1981, με αποτέλεσμα το 1981 να εισπραχθούν 377×10^6 ολλανδικά φιορίνια (δηλαδή 36.192 εκατομμύρια δραχμές¹), ενώ το 1980 εισπράχθηκαν 224×10^6 ολλανδικά φιορίνια (δηλ. 21.504 εκατομμύρια δραχμές).

Είναι λοιπόν προφανές ότι η απ' ευθείας μέτρηση της προσβολής μπορεί να οδηγήσει σε εκτίμηση των απωλειών, με τη συνάρτηση

$$A = f(\Pi)$$

όπου A οι απώλειες και Π το μέγεθος της προσβολής. Η εφαρμογή αυτής της συνάρτησης δεν είναι εφικτή, κατ' ανάγκη, σε όλες τις ασθένειες, και χρειάζεται μεγάλη προσοχή να εξακριβωθεί αν η προσβολή έχει πράγματι άμεση επίδραση στην απώλεια, τέτοια που να μπορεί να γίνει συσχέτιση. Εφαρμογή μιας τέτοιας συνάρτησης μπορεί να γίνει στην περίπτωση που η βαθμιαία αύξηση της προσβολής έχει ως συνέπεια την βαθμιαία μείωση της παραγωγής. Σε περιπτώσεις, όμως, που η προσβολή συνεπάγεται την άμεση απώλεια του ξενιστή, ή πρόκειται για κάποια κηλίδωση καρπών, όπου είτε μία κηλίδα υπάρχει ή περισσότερες ο καρπός είναι μη εμπορεύσιμος τότε ο τύπος αυτής της συνάρτησης μπορεί να μην έχει εφαρμογή.

Από την άλλη μεριά δεν πρέπει ποτέ να θεωρείται η απώλεια ως συνώνυμος της ζημιάς⁽⁴⁴⁾. Η συνάρτηση,

$$A = f(Z)$$

(Z , η ζημιά, A , η απώλεια) μπορεί να ισχύει, αλλά όπως ήδη αναφέρθηκε μπορεί και να μην ισχύει καθόλου αν παρεμβαίνουν δραστικά οι μηχανισμοί της αγοράς. Μια γενικότερη συσχέτιση των τριών

1. Σε νομισματική αντιστοιχία του 1991.

μεγεθών, Π προσβολή, Ζ ζημία και Α, απώλεια θα μπορούσε να είναι :

$$f(\Pi) \geq f(Z) \geq A$$

Είναι λοιπόν προφανές ότι για να γίνει συσχέτιση προσβολής και απωλειών πρέπει οπωσδήποτε η απώλεια να βρίσκεται σε άμεση συνάρτηση με την προσβολή. Ασθένεια που προκαλεί φυλλόπτωση και μάλιστα σε στάδιο του φυτού τέτοιο που είναι ακόμη ευαίσθητο θα έχει σίγουρα επίδραση στην παραγωγή του ιδίου ή του επόμενου έτους⁽⁹⁴⁾. Κηλιδώσεις του φυλλώματος τέτοιες που να μειώνουν τη φωτοσυνθετική επιφάνεια είναι, επίσης, βέβαιο ότι θα επιδράσουν αρνητικά στην παραγωγική διαδικασία του ξενιστή. Νανισμός του φυτού και εν γένει περιορισμός της ανάπτυξης του είναι μάλλον βέβαιο ότι θα μειώσει και την ικανότητα παραγωγής της αναμενόμενης συγκομιδής.

Επομένως είναι απαραίτητη η άριστη γνώση της ασθένειας, των συμπτωμάτων που προκαλεί και πως αυτά επιδρούν στην περαιτέρω ανάπτυξη του φυτού, συμπεριλαμβανόμενης και της παραγωγής. Ακόμη ο χρόνος προσβολής, αν δηλαδή αυτή θα γίνει π.χ. πριν την άνθηση ή λίγο πριν τη συγκομιδή, έχει μεγάλη σημασία για το αποτέλεσμα που μπορεί να επιφέρει. Άλλη επίδραση έχει αποφύλλωση της τάξης του 50% πριν από την άνθηση και άλλη δέκα ημέρες πριν τη συγκομιδή. Η ακριβής γνώση αυτών των στοιχείων οδηγεί στην ορθή εκτίμηση του αναμενόμενου αποτελέσματος από κάποια προσβολή αλλά ακόμη και στην ορθολογικότερη αντιμετώπισή της.

2. Η ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΖΗΜΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΦΥΤΩΝ

Η ανάπτυξη της φυτοπαθολογίας οφείλεται στο γεγονός ότι οι ασθένειες των φυτών προκαλούν σοβαρές οικονομικές απώλειες και, ιδιαίτερα στο παρελθόν, οδήγησαν ολόκληρες περιοχές του κόσμου σε εκατόμβες από λιμούς, λόγω καταστροφής της αναμενόμενης παραγωγής. Είναι παράδοξο, λοιπόν, ότι τα πρώτα δειλά βήματα για τη μελέτη των οικονομικών επιπτώσεων έγιναν σχετικά πολύ αργά και μόλις στο δεύτερο μισό της δεκαετίας του 60 παρουσιάστηκαν μερικές σημαντικές εργασίες στον τομέα αυτό^(27, 44). Σήμερα το ενδιαφέρον για τη μελέτη των επιπτώσεων των ασθενειών των φυτών είναι σημαντικά αυξημένο και εύλογα γεννάται το ερώτημα γιατί σήμερα και όχι παλιότερα⁽¹⁰³⁾. Τούτο ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι η μελέτη των ασθενειών έχει σωρεύσει αρκετά δεδομένα που επιτρέπουν την ανάπτυξη άλλων τομέων σε συνδυασμό με τις νεότερες εφαρμογές της πληροφορικής και των ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Ιστορικά η έρευνα για τις απώλειες από τις ασθένειες μπορεί να χωριστεί σε τρεις περιόδους, τη διερευνητική, την αναπτυξιακή και την περίοδο εφαρμογής⁽¹⁰³⁾.

Η πρώτη άρχισε με το ξεκίνημα της φυτοπαθολογίας στις τελευταίες δεκαετίες του περασμένου αιώνα, τότε που ακόμα μια καταστροφή παραγωγής, όπως εκείνη της εκμηδένισης της παραγωγής πατάτας από Περονόσπορο το 1845 και 1846, μπορούσε να προκαλέσει, και προκάλεσε, ένα εκατομμύριο θανάτους στην Ιρλανδία από πείνα. Η περίοδος αυτή θεωρείται ότι τελείωσε με το πρώτο διεθνές φυτοπαθολογικό συνέδριο στη Ρώμη το 1914 από το Διεθνές Γεωργικό Ινστιτούτο, τον πρόγονο του σημερινού F.A.O.

Η δεύτερη περίοδος άρχισε με εργασίες πιο εφαρμοσμένες, προσανατολισμένες στον αγρό και τη μελέτη των προβλημάτων. Είναι χαρακτηριστικό αυτό που έγραψε ο αμερικανός Lyman⁽⁴⁹⁾ το 1918 και που ακόμη σήμερα είναι επίκαιρο *"Πως είναι δυνατόν να προσδοκούμε ο άνθρωπος της πράξης να εντυπωσιασθεί κατάλληλα από το ενδιαφέρον των εργασιών μας και να ψηφίσει αυξημένες χρηματικές δαπάνες για υποστήριξη τους όταν αντί για δεδομένα έχουμε μόνο αόρι-*

στες υποθέσεις να του δώσουμε και δεν αναλαμβάνουμε τον κόπο να κάνουμε προσεκτικές εκτιμήσεις". Η περίοδος αυτή κλείνει με το συνέδριο για τις απώλειες από τις ζημιές των φυτών που οργανώθηκε και πάλι στη Ρώμη το 1967.

Η τρίτη περίοδος αρχίζει από τότε και ήδη βρίσκεται στην εξέλιξη της. Τα δεδομένα της συγκομιδής και των απωλειών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να γίνει ανασκόπηση του τι συνέβει και εκτίμηση του τι προσδοκείται σε διεθνές, εθνικό και ατομικό επίπεδο.

Η μέθοδος της ανασκόπησης χρησιμοποιεί δεδομένα που ήδη συνέβησαν, και τα δεδομένα αυτά, σε εθνικό ή τοπικό επίπεδο μπορούν να χρησιμεύσουν για τις παρακάτω δραστηριότητες.

1. Απογραφή παραγωγής

Είναι μία δραστηριότητα αναγκαία τόσο σε ατομικό όσο και κρατικό επίπεδο, γιατί επιτρέπει το σωστό προγραμματισμό και τη διάρθρωση των καλλιεργειών σύμφωνα με τις προσδοκώμενες ανάγκες. Η έλλειψη συγκεκριμένων στοιχείων σε πλήθος περιπτώσεων οδηγεί σε λήψη εσφαλμένων αποφάσεων με απροσδόκητα ή ακόμη και οδυνηρά αποτελέσματα για την οικονομία, την όποια οικονομία, είτε του παραγωγού είτε του συνεταιρισμού ή του κράτους.

2. Ασφάλιση παραγωγής

Η ορθή εκτίμηση των ζημιών που συνέβησαν από μια θεομηνία και ο περαιτέρω υπολογισμός των αναμενομένων απωλειών δίνει τη δυνατότητα στους αρμόδιους φορείς για τον προγραμματισμό και τον υπολογισμό του ύψους της προβλεπόμενης δαπάνης για τις αποζημιώσεις.

3. Επιδότηση παραγωγών μετά από μιά καταστροφή

Είναι σε πολλές περιπτώσεις μια αναγκαία κρατική δραστηριότητα για να δώσει τη δυνατότητα σε πληγέντες παραγωγούς να μπορέσουν να ξεπεράσουν ορισμένες, πολλές φορές σημαντικές, οικονομικές δυσχέρειες ώστε να τους δοθεί η δυνατότητα να περάσουν πάλι γρήγορα στην ενεργό παραγωγή. Η εσφαλμένη ανασκόπηση ή, όπως συνήθως γίνεται, η κατ' εκτίμηση επιδότηση σε πολλές περιπτώσεις δημιουργεί κακές συνθήκες ανάπτυξης ή, το λιγότερο, άνιση και άδικη μεταχείριση των παραγωγών.

4. Ερευνητικούς σκοπούς

Εξαιρώντας τη βασική έρευνα της οποίας τα προσδοκώμενα απο-

τελέσματα είναι για το απώτερο μέλλον ή απλώς για την απόκτηση γνώσεων η εφαρμοσμένη γεωργική, κυρίως, έρευνα πρέπει να είναι προσανατολισμένη προς τα σημεία εκείνα που πράγματι υπάρχουν ανάγκες απόκτησης νέων γνώσεων. Η ανασκόπηση, λοιπόν σε μια καλλιέργεια των ασθενειών που την προσβάλλουν θα δείξει που ακριβώς υπάρχει το πρόβλημα και θα οδηγήσει σε σωστή ερευνητική προσπάθεια για την επίλυσή του. Αλλιώς υπάρχει κίνδυνος μια ερευνητική εργασία αρκετών ετών ν' αποδειχθεί ότι ήταν χωρίς ουσιαστικό αντικείμενο γιατί δεν υπήρχε πρόβλημα.

5. Νομοθετικά μέτρα

Η επιστημονική ανασκόπηση των προβλημάτων φυτοπαθολογικής φύσης μπορεί να οδηγήσει σε απομόνωση περιοχών ή σε εξολόθρευση ξενιστών ή σε απαγόρευση εισόδου ομάδας φυτών από τα οποία κινδυνεύουν οι τοπικές καλλιέργειες. Αντιθέτως μπορεί να οδηγήσει στην άρση απαγορευτικών μέτρων που ενδεχομένως είναι εμπόδια εμπορικής διακίνησης αν αποδειχθεί ότι είναι άνευ αντικειμένου, γιατί π.χ. η ασθένεια για την οποία θεσπίστηκαν ήδη εγκαταστάθηκε στην υπό έλεγχο περιοχή.

6. Χάραξη πολιτικής

Η γνώση του τι πράγματι υφίσταται ή πρόκειται να παραχθεί επιτρέπει τη χάραξη ορθής πολιτικής στα θέματα συγκομιδής, μεταφοράς και αποθήκευσης των προϊόντων, προμήθειες σε φυτοφάρμακα, χάραξη πολιτικής εξαγωγών γεωργικών προϊόντων και το κυριώτερο ίσως, την θέσπιση τιμών των προϊόντων οι οποίες μπορούν έτσι να καθορισθούν πολύ νωρίτερα της αναμενόμενης εσοδείας.

7. Διάρθρωση ποικιλιών

Είναι μια από τις πλέον σημαντικές δραστηριότητες να είναι σε θέση να γνωρίζει ο παραγωγός ποιές ποικιλίες μπορούν να καλλιεργηθούν στην περιοχή του, ώστε να ελαχιστοποιήσει, όσο είναι δυνατόν τους κινδύνους από τις ενδεχόμενες απώλειες, λόγω της παρουσίας κάποιας επικίνδυνης ασθένειας, ή για την προσαρμογή του στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις της αγοράς.

8. Πολιτική και εφαρμογή καταπολεμήσεων

Η ανασκόπηση των προβλημάτων των ασθενειών σε μια περιοχή

δίνει την δυνατότητα να εξακριβωθεί αν τα μέτρα αντιμετώπισης μιας ασθένειας είναι πράγματι αναγκαία και αν οι μέθοδοι εφαρμογής των είναι οι καλλίτερες και οι οικονομικότερες. Επιτρέπει επίσης την ελαχιστοποίηση των σκευασμάτων που χρησιμοποιούνται για τις καταπολεμήσεις για την όσο το δυνατόν μείωση των επιπτώσεων στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

Η εκτίμηση για το τι προσδοκάται, με τη χρησιμοποίηση πληροφοριών από την ανάπτυξη των φυτών, την παρουσία των επιβλαβών αιτίων και τις μετεωρολογικές και γενικότερα συνθήκες του περιβάλλοντος οδηγούν σε πρόβλεψη για το τι αναμένεται και προσδιορίζουν:

1. Τον ακριβή χρόνο εφαρμογής των φυτοφαρμάκων,
2. Ανάπτυξη μέτρων για ευρείας έκτασης καταπολεμήσεις,
3. Υπολογισμό των απαιτούμενων φυτοφαρμάκων,
4. Υπολογισμό των απαιτούμενων εφοδίων,
5. Πρόγνωση της απαιτούμενης ενέργειας,
6. Υπολογισμό των δαπανών που θα απαιτηθούν για συγκομιδή, μεταφορά και αποθήκευση,
7. Πρόβλεψη της παραγωγής που θα παραχθεί.

Μέχρι σήμερα η μεθοδολογία αυτή χρησιμοποιείτο σε εθνικό ή ευρύ τοπικό επίπεδο. Τώρα έχει αρχίσει η εφαρμογή και σε επίπεδο ατομικό, όπου, όμως, η *εμπιστοσύνη του παραγωγού στην πείρα του είναι η βασική γραμμή πορείας*. Οι σημερινές γνώσεις στην επιδημιολογία των ασθενειών, στο δυναμικό του μολύσματος, στην παθογένεση και σε άλλα στοιχεία του συμπλόκου ξενιστής-παθογόνο, έχουν αυξηθεί σε τέτοιο σημείο, ώστε επιτρέπουν, στο μέτρο του δυνατού, *πρόγνωση των επικειμένων ζημιών νωρίς στην βλαστική περίοδο*, όταν δηλαδή ο χρόνος είναι *κατάλληλος* για έγκαιρη αντιμετώπιση. Τούτο φυσικά σε συνδυασμό με τη θεωρία του Οικονομικώς Κρίσιμου Ορίου, που θ' αναπτυχθεί σ' επόμενο κεφάλαιο, και τις προσδοκώμενες τιμές του προϊόντος του οποίου πρόκειται να γίνει η αντιμετώπιση.

Η ανάπτυξη της μεθοδολογίας αυτής σε επίπεδο παραγωγού, τουλάχιστον στις σημαντικότερες καλλιέργειες και τις κυριώτερες ασθένειες που τις απειλούν, εκτός από την καλλίτερη προστασία έναντι στην ασθένεια, περιορίζει τις δαπάνες παραγωγής, από τον περιορισμό των ψεκασμών και τη μείωση της απαιτούμενης ενέργειας, ελάττωση της μόλυνσης του περιβάλλοντος και φυσικά αύξηση του καθαρού κέρδους του παραγωγού.

3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΑΣΘΕΝΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Η εκτίμηση του ποσοστού προσβολής από μια ασθένεια έχει ως βασική προϋπόθεση τη μέτρηση, με οποιοδήποτε τρόπο, αυτής της προσβολής και την εξακρίβωση της παρουσίας του παθογόνου παράγοντα. Για την επιτυχία, λοιπόν, αυτής της εργασίας απαιτείται η εκτίμηση σε μεγάλο αριθμό δειγμάτων από πολλές περιοχές ή θέσεις, ώστε να γίνουν αντιληπτοί οι παράγοντες που αλληλοεπιδρούν και επηρεάζουν την παραγωγή και να εξουδετερωθεί και η αναπόφευκτα μεγάλη παραλλακτικότητα. Η εργασία αυτή γίνεται συνήθως με εκτεταμένες επιθεωρήσεις των αγρών από έμπειρους παρατηρητές και λιγότερο από πειραματισμό. Εντούτοις, παρά το μεγάλο ενδιαφέρον και την ανάπτυξη καλών μεθόδων παρατήρησης σε σύντομο σχετικά χρονικό διάστημα για τη διάγνωση των ασθενειών, η μέτρηση της ασθένειας είναι ακόμη μια τέχνη παρά μια καλά προκαθορισμένη επιστημονική τεχνική και σήμερα πολλές μέθοδοι είναι υποκειμενικές και όχι ακριβείς⁽¹⁸⁾. Ακόμη οι επιστήμονες που ασχολούνται με το αντικείμενο αυτό είναι εξειδικευμένοι σε άλλα θέματα της φυτοπαθολογίας, επιδημιολογία, καλλιέργεια, καταπολεμήσεις, σε τρόπο που οι μεθοδολογίες που αναπτύσσονται παρουσιάζουν μεγάλη διαφοροποίηση. Τα τελευταία χρόνια βέβαια έχουν αναπτυχθεί τεχνικές από επιστήμονες που ειδικεύονται στον τομέα αυτό με αποτέλεσμα την ανάπτυξη καλών μεθόδων σε ορισμένους τομείς^(18, 27, 44).

Η έρευνα στον αγρό απαιτεί τη μέτρηση του ποσοστού ασθένειας ή του πληθυσμού του παθογόνου, με αντικειμενικό σκοπό την πρόγνωση μιας επιδημίας, *χρονικά* ή/και *εκτατικά*, με ανάλυση των παραγόντων που επιδρούν στην ανάπτυξη της ασθένειας (θερμοκρασία, υγρασία, χρόνος πρώτης εμφάνισης κ.α.) ως βάση της πρόγνωσης και κατ' επέκταση της αναμενόμενης ζημίας⁽⁹⁸⁾. Η έρευνα αυτή πρέπει να γίνει πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας ή στα πρώτα στάδια της έναρξης των προσβολών, ώστε να προσδιορισθούν εγκαίρως τα κρίσιμα σημεία προσβολής και απωλειών, σε τρόπο

ώστε η οργάνωση της αντιμετώπισης να είναι επωφελής. Επομένως η έρευνα αυτή απαιτεί μεθόδους απλές, γρήγορες και αποτελεσματικές, τέτοιες που να είναι σε θέση ο ερευνητής ν' αναλύσει ταχύτατα τα δεδομένα τους και να δώσει άμεσες απαντήσεις. Η επιλογή της μεθόδου που θ' ακολουθηθεί είναι το πιο σημαντικό σημείο αυτής της έρευνας, και θέλει σοβαρή σκέψη κρίνοντας τα υπέρ και τα κατά κάθε μιας μεθόδου, αφού βεβαίως ιδανική μέθοδος δεν υπάρχει, ακόμη τουλάχιστον.

3.1. Κριτήρια για την επιλογή της μεθόδου συλλογής

3.1.1. Περίοδος δειγματοληψίας

Το βλαστικό στάδιο του φυτού κατά το οποίο θα γίνει η κάθε δειγματοληψία πρέπει να είναι σαφώς καθορισμένο και φυσικά να έχει αποδειχθεί ότι το ποσοστό ασθενείας, και κατ' επέκταση το ποσοστό ζημίας της καλλιέργειας, που υπάρχει στη φάση αυτή συσχετίζεται απόλυτα με το μέγεθος της παραγωγής. Επομένως είναι αναγκαίο να καθορίζονται με ακρίβεια οι διάφορες φάσεις του βλαστικού κύκλου, σε τρόπο ώστε να μην υπάρχει καμμία αμφιβολία. Η χρήση των σταδίων του φυτού στα οποία γίνεται η παρατήρηση είναι αναγκαία όχι μόνον από τον ίδιο ερευνητή στη διαχρονική του εργασία αλλά και στη συγκριτική μελέτη των αποτελεσμάτων διαφόρων ερευνητών. Επομένως ο πίνακας βλαστικών σταδίων που θα χρησιμοποιείται πρέπει να είναι γενικά αποδεκτός και όχι προϊόν προσωπικών και μόνον παρατηρήσεων. Οι πίνακες αυτοί συνήθως βασίζονται σε λεπτομερείς φαινολογικές παρατηρήσεις των φυτών και, στη διεθνή και ελληνική, βιβλιογραφία αναφέρονται για διάφορους ξενιστές^(1, 2, 12, 52, 75).

Οι πίνακες αυτοί είναι κατά κανόνα περιγραφικοί με αποτέλεσμα να είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθούν στις σύγχρονες τεχνικές της χρήσης των ηλεκτρονικών υπολογιστών (H/Y). Για τούτο έχουν αναπτυχθεί κλείδες φαινολογικών σταδίων βασισμένες σε δεκαδικό σύστημα, για τα σιτηρά και τον ηλίανθο, ώστε να είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν σε αναλύσεις H/Y.

3.1.2. Χρόνος, συχνότης και θέσεις μετρήσεων

Ελέγχθει προηγουμένως ότι το βλαστικό στάδιο πρέπει να καθορίζεται σαφώς, άρα και ο χρόνος. Πάντως ο χρόνος αυτός και το όρ-

γανο του φυτού που θα γίνει η παρατήρηση είναι τα πιο δύσκολα σημεία στο σχεδιασμό ενός πειράματος ή παρατηρήσεων για συσχέτιση "ασθένειας/απωλειών παραγωγής". Η επιλογή αυτών των στοιχείων πρέπει να είναι προϊόν προσεκτικής μελέτης προηγουμένως σε συνδυασμό με του τι είναι επιθυμητό και τι είναι εφικτό. Είναι πολλές περιπτώσεις που το εφικτό απέχει πολύ από το επιθυμητό κι ίσως τότε είναι καλλίτερα να μη γίνει η σχετική εργασία, παρά τα αποτελέσματά της να μην είναι συγκρίσιμα ή να έχουν τόση παραλλακτικότητα που να συσκοτίζουν αντί να φωτίζουν.

3.1.2.1. Ανάλυση επιδημίας

Οι επιδημίες αναπτύσσονται χρονικά και τοπικά κι επομένως κάθε μελέτη πρέπει να λαβαίνει υπ' όψη αυτό το γεγονός. Εάν, επομένως ο αντικειμενικός σκοπός μιας εργασίας είναι η πρόγνωση της προόδου μιας επιδημίας ώστε να εκτιμηθεί πότε το ποσοστό της προσβολής φθάνει σε επικίνδυνα όρια για να εφαρμοσθεί καταπολέμηση, τότε ασφαλώς η μέτρηση της ασθένειας ή το μέγεθος του διαθέσιμου μολύσματος του παθογόνου, τα όργανα του φυτού που έχουν προσβληθεί και οι συνθήκες περιβάλλοντος (θερμοκρασία και υγρασία κυρίως) είναι συνήθως παράμετροι ικανοποιητικοί για τις περισσότερες ασθένειες. Η ανάλυση των στοιχείων αυτών σε συνδυασμό θα δώσει την απαιτούμενη απάντηση. Η συχνότητα με την οποία θα λαμβάνονται αυτά τα στοιχεία εξαρτάται από τη φύση της ασθένειας, της καλλιέργειας αλλά και τις επικρατούσες την εποχή παρατηρήσεων καιρικές συνθήκες. Εάν το ενδιαφέρον π.χ. στρέφεται στην αντιμετώπιση του Περονόσπορου της πατάτας, ίσως παρατηρήσεις θα πρέπει να λαμβάνονται κάθε μέρα, αν οι συνθήκες είναι τέτοιες που ευνοούν την ανάπτυξη και φυσικά οι παρατηρήσεις των συνθηκών μπορεί να χρειασθεί να λαμβάνονται και σε μικρότερα χρονικά διαστήματα. Στο σημείο αυτό παρουσιάζεται πολλές φορές η κρίση μεταξύ επιθυμητού και εφικτού που ελέγχει προηγουμένως. Επίσης αν οι μετρήσεις έχουν δείξει αφθονία ωρίμων ασκοσπορίων από το Φουζικλάδιο της αχλαδιάς, τότε οι συχνές παρατηρήσεις των μεγεθών της θερμοκρασίας και υγρασίας είναι απολύτως αναγκαίες αφού η μόλυνση εξαρτάται αποκλειστικά από το συνδυασμό "ώριμα ασκοσπόρια - παρουσία νερού - κατάλληλη θερμοκρασία". Η ανάλυση μιας επιδημίας συνήθως βασίζεται στην αναλογία αύξησής της, η οποία όμως πρέπει να προσαρμόζεται αναλόγως σε φυτά που αναπτύσσονται γρήγορα και επομένως υπάρχει γρήγορη παρουσία νεαρών ιστών και θάνατος των γηραιότερων^(16, 18, 40, 90), όπως π.χ. στον Περονόσπορο του αγγουριού.

3.1.2.2. Εκτίμηση απωλειών

Βασική προϋπόθεση είναι ότι προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει σαφή σχέση του ποσοστού προσβολής ή του ποσού μολύσματος που υπάρχει στο συγκεκριμένο χρόνο που γίνεται η μέτρηση και της παραγωγής που θα ληφθεί, πολλές φορές μετά από δύο και τρεις μήνες. Η μέθοδος μέτρησης που θα εφαρμοσθεί πρέπει να είναι απλή, εύκολη στη σύλληψή της από τους συνεργάτες του ερευνητή, γρήγορη και προπαντός αντικειμενική, όσο είναι δυνατόν, και να μη στηρίζεται σε γενικές εικόνες αλλά σε μετρήσεις. Η μέθοδος, επίσης πρέπει να στηρίζεται σε μια ή δύο το πολύ μετρήσεις σε πολύ πρώιμο στάδιο, ώστε να είναι δυνατόν ο προγραμματισμός των επεμβάσεων ή, σε εσχάτη περίπτωση, η έγκαιρη εγκατάλειψη της καλλιέργειας ώστε να μη γίνουν περιττά έξοδα. Τέλος θα πρέπει να τονισθεί ότι η οποιαδήποτε μέθοδος έχει εφαρμογή μόνο για συνθήκες παρόμοιες μ' εκείνες που έχει εφαρμοσθεί για πρώτη φορά, ενώ είναι πιθανόν ότι σε άλλες περιοχές με διαφορετικές συνθήκες να μη μπορεί να εφαρμοσθεί απολύτως.

3.1.2.3. Ανάλυση ζημιών

Οι μετρήσεις για τον καθορισμό των ζημιών πρέπει να γίνονται τουλάχιστον κάθε δύο εβδομάδες⁽¹⁸⁾, αν τούτο ασφαλώς είναι δυνατόν, και να βασίζονται σε εκδήλωση της ασθένειας στον ξενιστή και όχι στη μέτρηση του πληθυσμού του παθογόνου. Η μέτρηση, κατά προτίμηση, της πραγματικά ενεργού πράσινης επιφανείας του συνόλου του φυτού είναι ένα πολύ καλό μέτρο για εκτίμηση των ζημιών, συσχετίζοντάς τις, και κατ' επέκταση των απωλειών.

3.1.3. Οργάνωση των παρατηρήσεων

Η οργάνωση της εργασίας για τη λήψη των παρατηρήσεων, είτε πρόκειται για επιθεωρήσεις στον αγρό ή πειραματισμό, προϋποθέτει μια αλληλουχία ενεργειών για την ορθολογική ανάλυση. Γενικώς το πρώτο που πρέπει να αποφασισθεί είναι ο προσδιορισμός του τρόπου με τον οποίο θα γίνουν οι παρατηρήσεις⁽⁸⁾. Σε πειράματα ή παρατηρήσεις αγρού αυτό προϋποθέτει τα εξής:

1. Να αποφασισθεί, αφού σταθμισθούν τα μέχρι την ώρα της απόφασης δεδομένα, ο αριθμός των επαναλήψεων που χρειάζονται ή που πιστεύει ο ερευνητής ότι χρειάζονται.
2. Τον τρόπο της παρατήρησης, δηλαδή τι ακριβώς θα παρατηρείται, π.χ. σε κάθε φυτό που θα μετρηθεί το ποσοστό προσβολής θα

γίνονται παρατηρήσεις σε 10 φύλλα που θα βρίσκονται από τον τρίτο κόμβο κι επάνω, ή θα μετράται ο αριθμός των ξηρών κλαδίσκων σ' ένα κλάδο που βρίσκεται στην αριστερή πλευρά (εφ' όσον φυσικά δεν πρόκειται για ασθένεια που προκαλεί ημιπληγίες) κ.ο.κ.

3. Τον τρόπο της δειγματοληψίας, αν δηλαδή θα μετρηθούν όλα τα φυτά, ή π.χ. το 1ο, το 5ο, το 10ο και το 15ο φυτό ανά 3 γραμμές, ή διασχίζοντας έναν αγρό διαγωνίως θα γίνεται δειγματοληψία σε 5 ή 10 φυτά ανά 5, 10, 20 βήματα κ.ο.κ. Σημασία έχει ώστε ο τρόπος παρατήρησης και δειγματοληψίας είναι όσο το δυνατόν αμερόληπτος, αντικειμενικός και να δίνει όσο το δυνατόν ακριβέστερες πληροφορίες.
4. Ο αριθμός των δειγμάτων που θα ληφθεί από κάθε κτήμα, ή πειραματικό τμήμα, που φυσικά ποικίλει ανάλογα με την έκταση του τρόπου εξάπλωσης της ασθένειας κ.λ.π.
5. Οι παράμετροι (ανεξάρτητες και εξαρτημένες) στις οποίες θα στηριχθούν οι παρατηρήσεις, π.χ. αριθμός κηλίδων κατά φύλλο, ποσοστό καταστραμμένης πράσινης επιφάνειας, μήκος φυτού κ.α.
6. Άλλες παρατηρήσεις που θα χρησιμεύσουν ενδεχομένως ως βοηθητικά στοιχεία, ιδιαιτέρως σε εκτεταμένες επιθεωρήσεις, όπως έκταση του αγρού, στάδιο του φυτού, παρουσία άλλων παραγόντων που μπορούν επίσης να μειώσουν την παραγωγή κ.λ.π.

Το επόμενο στάδιο της εργασίας είναι η κωδικοποίηση των στοιχείων ώστε αυτά να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αριθμητικές αναλύσεις. Η παρατήρηση σ' έναν αγρό τομάτας του μαρασμού που προκαλεί π.χ. μια αδρομύκωση με τις λέξεις "ελαφρός", "μέτριος", "σοβαρός", "πολύ σοβαρός" δεν έχει καμιά αξία αν δεν μετατραπεί σε αριθμητικές αξίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μαθηματικές συναρτήσεις. Η μετατροπή αυτή μπορεί να είναι αυθαίρετη, π.χ. με αντίστοιχους αριθμούς 1, 2, 3, 4 ή προτιμότερο με συσχέτιση του κάθε χαρακτηρισμού με τη σοβαρότητα της απώλειας που προκαλεί στη δεδομένη παρατήρηση. Αυτό βεβαίως προϋποθέτει προηγούμενη σοβαρή μελέτη στο εργαστήριο και στον αγρό για να διαπιστωθεί π.χ. ποια είναι η επίδραση ενός "μέτριου" μαρασμού στην περίοδο που αρχίζει η ωρίμανση της δεύτερης ανθοταξίας (καρποταξίας ήδη) στην παραγωγή της τομάτας. Η μελέτη αυτή μπορεί να αποδείξει ότι οι αριθμητικοί συντελεστές πρέπει να είναι αντίστοιχα 1, 1.5, 3, 8 οπότε βεβαίως τα τελικά αποτελέσματα θα είναι πολύ διαφορετικά.

Η χρησιμοποίηση "δεικτών ασθένειας" αν και πολύ ευχερής και

γρήγορη, εν τούτοις υπόκειται στο σφάλμα της αυθαίρετης επιλογής και επομένως μπορεί τα αποτελέσματά τους σε άλλο χώρο να μὴν είναι επαναλήψιμα.

Τα δεδομένα του αγρού πρέπει να είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ως έχουν για τους υπολογισμούς για την ταχύτερη απόκτηση αποτελεσμάτων. Συνήθως όμως τούτο δεν είναι τόσο εύκολο και χρειάζεται κάποια επεξεργασία πριν αρχίσουν οι καθαρά μαθηματικοί υπολογισμοί.

Τελευταία βεβαίως ενέργεια είναι η επεξεργασία των στοιχείων αυτών με τις συνηθισμένες στατιστικές μεθόδους και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Η χρήση Η/Υ περιορίζει το υπολογιστικό έργο και εξασφαλίζει ταχύτητα πιο ακριβείς απαντήσεις.

3.1.4. Μέθοδοι συλλογής δεδομένων

Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι παρατηρήσεων και συλλογής δεδομένων στον αγρό οι οποίες αναφέρονται με αρκετές λεπτομέρειες αλλού^(8, 36, 78, 81) και κάπως περιληπτικά στα επόμενα.

Βιβλίο αγρού. Το σημειωματάριο του αγρού ή "χαρτί και μολύβι" μέθοδος είναι ο παραδοσιακός τρόπος αναφοράς των δεδομένων πειραμάτων ή παρατηρήσεων στον αγρό. Οι ερευνητές που χρησιμοποιούν τη μέθοδο αυτή δεν έχουν τίποτ' άλλο από το να πάνε στον αγρό και να σημειώσουν κάθε πληροφορία που θέλουν ν' αναφέρουν. Για την εργασία αυτή συνήθως χρειάζονται δύο πρόσωπα, ο ένας κάνει χειρισμούς στα φυτά και τις σχετικές παρατηρήσεις και ο άλλος παρατηρεί επίσης τα σημεία που ελέγχει ο πρώτος και γράφει. Ο τρόπος αυτός έχει κέρδος χρόνου και σε πολλές περιπτώσεις, ιδίως αν η παρατήρηση απαιτεί ψάξιμο των φυτών, είναι αδύνατον να γίνει από έναν χωρίς να καταστραφεί το σημειωματάριο.

Η μέθοδος αυτή είναι πιο κοινή για την καταγραφή δεδομένων στον αγρό, η πιο φθηνή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί οπουδήποτε, ευέλικτη με τη δυνατότητα προσθήκης δεδομένων που προκύψανε την ώρα των παρατηρήσεων και σήμερα πολύ οικεία στους ερευνητές. Η εργασία βεβαίως είναι απλή και κάθε λάθος μπορεί να διορθωθεί απλά με το σβύσιμο του και την ορθή γραφή του και το σημαντικότερο τα δεδομένα παραμένουν γραμμένα εσαεί, δίνοντας τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν πάλι αν χρειασθούν στο μέλλον. Ως μεγαλύτερο μειονέκτημα της μεθόδου αναφέρεται⁽⁸⁾ ότι σε κακό καιρό το χαρτί μπορεί να λερωθεί και να σβυσθούν οι σημειώσεις και το γεγονός ότι μπορεί να γίνει λάθος στην μεταφορά των δεδομένων για ανάλυση.