

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Παππά Ιωάννα

Ενδεχόμενη αλληλοπάθεια της αγριοβαμβακιάς στο βαμβάκι,  
καλαμπόκι και ζαχαρότευτλο

Μεταπτυχιακή διατριβή που υποβλήθηκε στο διατμηματικό πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών του τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας ως μερική υποχρέωση για την λήψη του μεταπτυχιακού διπλώματος σπουδών ειδίκευσης στην κατεύθυνση «Σύγχρονη Φυτοπροστασία»

**ΒΟΛΟΣ 2003**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 1014/1  
Ημερ. Εισ.: 01-07-2003  
Δωρεά: \_\_\_\_\_  
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ  
631.8  
ΠΑΠ

Παππά Ιωάννα

Ενδεχόμενη αλληλοπάθεια της αγριοβαμβακιάς στο βαμβάκι,  
καλαμπόκι και ζαχαρότευτλο

Εξεταστική επιτροπή:

**Επιβλέπων :** Καθηγητής κ. Π. Λόλας

**Μέλη:** Καθηγητής κ. Χ. Γούλας  
Λέκτορας . Γ. Οικονόμου

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αλληλοπάθεια είναι το φυσικό φαινόμενο που αναφέρεται στις άμεσες ή έμμεσες, επιζήμιες ή ωφέλιμες επιδράσεις από ένα φυτό (συμπεριλαμβανομένων και των μικροοργανισμών) σε ένα άλλο μέσω της παραγωγής χημικών ουσιών που εκκρίνονται στο περιβάλλον.

Η αλληλοπάθεια μαζί με τον ανταγωνισμό είναι οι αιτίες στις οποίες οφείλεται η μείωση των αποδόσεων των καλλιεργούμενων ειδών όταν κατά την καλλιέργειά τους εμφανίζονται ζιζάνια.

Η παρεμπόδιση λόγω αλληλοπάθειας προκαλείται από χημικές ουσίες που απελευθερώνονται από το φυτό και συνήθως αναφέρονται με τον όρο «αλληλοχημικά» ή «αλληλοπαθητικές ουσίες»

Στις μέρες μας, που το αίτημα για την παραγωγή ασφαλέστερων περιβαλλοντικά φυτοφαρμάκων με μικρή χρονικά διάρκεια ζωής ολοένα μεγαλώνει, οι αλληλοπαθητικές αλληλεπιδράσεις των φυτών εξετάζονται με αρκετή προσοχή για την εύρεση ουσιών που πληρούν αυτούς τους όρους.

Για την διερεύνηση της ενδεχόμενης αλληλοπάθειας της αγριοβαμβακιάς έγιναν πέντε διαφορετικά πειράματα σε συνθήκες εργαστηρίου σε έδαφος και σε τριβλία. Στα τέσσερα πρώτα το πειράματα μελετήθηκε η αλληλοπαθητική επίδραση της αγριοβαμβακιάς στην βλαστικότητα και την ανάπτυξη του καλαμποκιού, του βαμβακιού και του τεύτλου ενώ στο τελευταίο πείραμα μελετήθηκε η επίδραση του ταννικού οξέος στην βλαστικότητα και την ανάπτυξη του καλαμποκιού, του βαμβακιού και του τεύτλου σε τριβλία.

Στο πρώτο πείραμα, σπόροι των καλλιεργειών φυτεύτηκαν σε γλαστράκια όπου είχε προηγηθεί ενσωμάτωση των φυτικών ιστών αγριοβαμβακιάς σε αναλογία 0,5% 1% και 2% και είχαν παραμείνει για αποικοδόμηση επί 15, 30 και 60 ημέρες.

Στο επόμενο πείραμα οι σπόροι των καλλιεργειών φυτεύτηκαν σε γλαστράκια και ακολούθησε πότισμα με υδατικό εκχύλισμα από φύλλα και στελέχη αγριοβαμβακιάς σε αραιώσεις 1:10, 1:50 και 1:100 του αρχικού εκχυλίσματος που ήταν 10% (w/v).

Σε τρίτο πείραμα μελετήθηκε η επίδραση του υδατικού εκχυλίσματος από φύλλα και στελέχη αγριοβαμβακιάς στην βλάστηση και την ανάπτυξη των φυταρίων από σπόρους των καλλιεργειών που ήταν τοποθετημένοι σε

τριβλία. Το υδατικό εκχύλισμα ήταν σε αραιώσεις 1:10, 1:50 και 1:100 του αρχικού εκχυλίσματος που ήταν 10% (w/v).

Στο τέταρτο πείραμα οι σπόροι των καλλιεργειών τοποθετήθηκαν σε τριβλία μαζί με σπόρους αγριοβαμβακιάς οι οποίοι είχαν παραμείνει στο νερό νωρίτερα για 24 ή 42 ώρες.

Στο τελευταίο πείραμα μελετήθηκε η επίδραση του ταννικού οξέος στην βλάστηση και την ανάπτυξη των φυταρίων από σπόρους των καλλιεργειών που ήταν τοποθετημένοι σε τριβλία. Χρησιμοποιήθηκαν 3 αραιώσεις ταννικού οξέος (1:10, 1:100 και 1:1000) από αρχικό διάλυμα ταννικού οξέος συγκέντρωσης 1mg/mL.

Στα πειράματα όπου χρησιμοποιήθηκαν τριβλία οι επαναλήψεις ήταν τέσσερις ενώ στα πειράματα όπου χρησιμοποιήθηκε έδαφος οι επαναλήψεις ήταν τρεις. Κάθε πείραμα πραγματοποιήθηκε 3 φορές.

Το φύτεμα των σπόρων στο έδαφος ή η βλάστηση των σπόρων των καλλιεργειών στα τριβλία ήταν το στάδιο της ανάπτυξης που παρεμποδίστηκε σταθερά σε όλα τα πειράματα. Η μεγαλύτερη παρεμπόδιση παρατηρήθηκε στην βλάστηση του βαμβακιού και του τεύτλου ενώ το καλαμπόκι επηρεάζονταν λιγότερο. Η μείωση της βλαστικότητας των σπόρων ήταν συνήθως αντιστρόφως ανάλογη της συγκέντρωσης του εκχυλίσματος ή της περιεκτικότητας του εδάφους σε ιστούς αγριοβαμβακιάς ή της παρουσίας σπόρων αγριοβαμβακιάς.

Στα πειράματα όπου ενσωματώθηκαν φυτικοί ιστοί αγριοβαμβακιάς στο έδαφος, η αρνητική επίδραση στην βλάστηση των σπόρων μειώνονταν καθώς ο βαθμός αποσύνθεσης των ιστών της αγριοβαμβακιάς στο έδαφος μεγάλωνε.

Η αύξηση των φυταρίων των καλλιεργειών επηρεάστηκε διαφορετικά ανάλογα με το εάν χρησιμοποιήθηκε έδαφος ή τριβλία.

Στα πειράματα όπου χρησιμοποιήθηκε έδαφος, και έγινε μέτρηση του χλωρού και ξηρού βάρους των φυταρίων, παρατηρήθηκε μείωση των βαρών των φυταρίων. Η επίδραση αυτή ήταν εντονότερη στο πείραμα όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος ιστοί αγριοβαμβακιάς για αποσύνθεση. Η μείωση στην αύξηση των φυταρίων ήταν ισχυρότερη καθώς αυξάνονταν ο χρόνος αποσύνθεσης των φυτικών ιστών.

Αντίθετα, στα πειράματα όπου χρησιμοποιήθηκαν τριβλία και έγινε μέτρηση του μήκους του ριζιδίου και του βλαστιδίου, η αύξηση των φυταρίων των καλλιεργειών ευνοήθηκε. Η επίδραση αυτή ήταν έντονη τόσο στο πείραμα όπου χρησιμοποιήθηκαν υδατικά εκχυλίσματα αγριοβαμβακιάς όσο και στο πείραμα όπου χρησιμοποιήθηκαν σπόροι αγριοβαμβακιάς.

Το βαμβάκι και το τεύτλο στο στάδιο της αύξησης, επηρεάστηκε περισσότερο από τις διεγερτικές και τις παρεμποδιστικές αλληλοπαθητικές ουσίες της αγριοβαμβακιάς απ' ότι το καλαμπόκι.

Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν φαίνεται ότι η αγριοβαμβακιά είναι ένα ισχυρά αλληλοπαθητικό φυτό το οποίο μπορεί να εμφανίσει τόσο παρεμποδιστικές όσο και διεγερτικές επιδράσεις

Το ταννικό οξύ παρουσίασε διεγερτική επίδραση στην αύξηση των φυταρίων όλων των καλλιεργειών και είχε παρεμποδιστική επίδραση στο τη βλάστηση των σπόρων στο βαμβάκι και στο τεύτλο.

Επιπλέον έρευνα χρειάζεται για την απομόνωση και την ταυτοποίηση των παρεμποδιστικών και των διεγερτικών αλληλοπαθητικών ουσιών οι οποίες υπάρχουν στα φύλλα, στα στελέχη και στους σπόρους της αγριοβαμβακιάς και για την μελέτη της τύχης των ουσιών αυτών στο περιβάλλον του εδάφους μετά την απελευθέρωσή τους από τους φυτικούς ιστούς.

## ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

Η Ιωάννα Παππά γεννήθηκε στην Αθήνα το 1966 όπου παρέμεινε έως το 1995. Το 1983 εισήχθηκε στο Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών στο Τμήμα Φυτικής Παραγωγής από το οποίο αποφοίτησε το 1993 με βαθμό «Λίαν καλώς 7,32».

Η πτυχιακή της διατριβή πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας και Εδαφολογίας του Γεωργικού Πανεπιστημίου Αθηνών κατά τα έτη 1990 –1991 με θέμα: «Επίδραση του δυναμικού οξειδοαναγωγής στην διαλυτότητα Fe, Mn, Zn, και Cu σε ένα ατελώς αποστραγγιζόμενο Vertisol έδαφος»

Η πρακτική της εξάσκηση πραγματοποιήθηκε στο Ινστιτούτο Γεωπονικών Ερευνών (ΙΓΕ) κατά το χρονικό διάστημα 7/87 - 8/87 και στο Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας και Εδαφολογίας του Γεωργικού Πανεπιστημίου Αθηνών κατά το χρονικό διάστημα 7/89 – 9/89.

Η Ιωάννα Παππά έχει καλή γνώση Αγγλικών, Γαλλικών και χειρισμού Η/Υ.

Η Ιωάννα Παππά εργάστηκε στη θέση του Γεωπόνου Τομεάρχη δακοκτονίας στην Διεύθυνση Γεωργίας Νομού Ηρακλείου κατά το χρονικό διάστημα 6/88 – 9/88 και 8/94 – 11/94 και στην Διεύθυνση Γεωργίας Νομού Μαγνησίας κατά το χρονικό διάστημα 8/95 – 11/95 και 6/00 – 11/00.

Κατά το χρονικό διάστημα 6/96 έως 5/00 εργάστηκε στην θέση της Γραμματειακής Υποστήριξης Πωλήσεων στο εργοστάσιο παραγωγής λιπασμάτων « ΒΕΛΕΣΤΙΝΟ Α.Ε.Β.Ε».

Η Ιωάννα Παππά διαμένει μόνιμα στο Βόλο από το 1995, είναι παντρεμένη και μητέρα ενός παιδιού. Από το 1/2001 συνεργάζεται με τον Οργανισμό Ελέγχου και Πιστοποίησης Βιολογικών Προϊόντων «ΔΗΩ» ως ελεγκτής βιολογικών καλλιεργειών στην περιοχή της Θεσσαλίας.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ τον επιβλέπων καθηγητή κ. Πέτρο Λόλα, Διευθυντή του εργαστηρίου ζιζανιολογίας του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου της Θεσσαλίας, για την ανάθεση του θέματος της μελέτης, και για την πολύτιμη βοήθειά του και καθοδήγησή του σε όλη την διάρκεια της πραγματοποίησης του πειράματος και της συγγραφής της μελέτης.

Επίσης ευχαριστώ τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής τον καθηγητή κ. Χ. Γούλα για τις χρήσιμες συμβουλές του, την Λέκτορα Γ. Οικονόμου για την αμέριστη βοήθειά της σε όλα τα στάδια του πειραματισμού και της συγγραφής της παρούσας διατριβής.

Ευχαριστώ τον επίκουρο καθηγητή Κουρέτα Δημήτρη για την βοήθειά του κατά την πραγματοποίηση του πειράματος, την διάθεση του εξοπλισμού του εργαστηρίου του για τις ανάγκες του πειράματος.

Ευχαριστίες εκφράζονται στην Δρ. Πρίτσα Θεοδώρα για τις συμβουλές της κατά την κατάστρωση του πειράματος, τον γεωπόνο Προϊστάμενο του Αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας Σπύρο Σουίπα και τον υποψήφιο διδάκτορα Βασίλη Ράπτη για την σημαντική βοήθειά τους στην επεξεργασία των αποτελεσμάτων του πειράματος.

Επιπλέον ευχαριστώ τους κυρίους Ευθυμιάδη Ν., Διευθυντή της ΚΕΣΠΥ, τον κ. Καλφούζο Π., Υπάλληλο του Οργανισμού Βάμβακος και τον κ. Ιωαννίδη Φ. Διευθυντή της ΕΒΖ για την διάθεση του απαραίτητου πολλαπλασιαστικού υλικού που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, τον σύζυγό μου και την μητέρα μου για την απεριόριστη συμπαράστασή τους κατά τον πειραματισμό και την συγγραφή της διατριβής μου.



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	σελ
I ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
II ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	
1. Γενικά στοιχεία για το φαινόμενο της αλληλοπάθειας	3
2. Κατηγορίες αλληλοχημικών	5
3. Το φαινόμενο της αλληλοπάθειας στα καλλιεργούμενα είδη	10
4. Το φαινόμενο της αλληλοπάθειας στα ζιζάνια	15
5. Το αλληλοπαθητικό φυτό του πειράματος	17
6. Αλληλοπάθεια στην αγριοβαμβακιά	18
7. Εφαρμογές της αλληλοπάθειας	20
III ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	
Προετοιμασία πρώτων υλών και υλικών	25
Κυρίως πείραμα	26
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	30
V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	41
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	43

## I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο όρος αλληλοπάθεια προέρχεται από τις Ελληνικές λέξεις «άλληλο» και «πάθος» και αναφέρεται στην επιβλαβή ή ωφέλιμη αλληλεπίδραση ανάμεσα σε δύο ή περισσότερα άτομα.

Στις μέρες μας ο όρος αυτός αναφέρεται στην ωφέλιμη ή επιβλαβή επίδραση που μπορεί να έχει ένα φυτικό είδος απέναντι σε ένα άλλο είδος ή απέναντι σε φυτά του ίδιου είδους.

Στην γενικότερή της εκδοχή η αλληλοπάθεια μπορεί να αναφέρεται και σε άλλους οργανισμούς πέρα από τα φυτά όπως μύκητες, βακτήρια, έντομα κλπ.

Η αλληλοπαθητική επίδραση οφείλεται σε χημικές ουσίες που εκκρίνει στο περιβάλλον το αλληλοπαθητικό φυτό είτε δραστικά είτε παθητικά.

Η αλληλοπαθητική αλληλεπίδραση ανάμεσα στους φυτικούς οργανισμούς είναι γνωστή από τους αρχαίους χρόνους. Η πρώτη γραπτή αναφορά στην φυτοτοξικότητα είναι από τον Δημόκριτο και στην συνέχεια από τον Θεόφραστο το 300 πΧ., όμως μόλις το 1937 γίνεται από τον Γερμανό επιστήμονα Molisch η πρώτη σαφής αναφορά στο βιολογικό αυτό φαινόμενο με τον όρο «αλληλοπάθεια»

Στις μέρες μας, που το αίτημα για την παραγωγή ασφαλέστερων περιβαλλοντικά φυτοφαρμάκων με μικρή χρονικά διάρκεια ζωής ολοένα μεγαλώνει, οι αλληλοπαθητικές αλληλεπιδράσεις των φυτών εξετάζονται με αρκετή προσοχή για την εύρεση ουσιών που πληρούν αυτούς τους όρους. Κάτι τέτοιο είναι αρκετά δύσκολο καθώς η αλληλοπαθητική επίδραση συχνά στηρίζεται στην συνεργιστική, αθροιστική δράση πολλών ουσιών και επίσης αρκετά συχνά δεν υπάρχει εκλεκτικότητα στην δράση τους, ενώ οι μέθοδοι απομόνωσης και ταυτοποίησής τους χρειάζονται επιπλέον εξέλιξη

Η αγριοβαμβακιά (*Abutilon theophrasti*) είναι ένα αρκετά εξαπλωμένο, άκρως ανταγωνιστικό ζιζάνιο που αρκετά συχνά δημιουργεί πρόβλημα στις παραπάνω καλλιέργειες. Η ανταγωνιστικότητά του έχει αποδοθεί σε μια πληθώρα χαρακτηριστικών όπως η ταχύτατη ανάπτυξή του, η ικανότητά του να μεγαλώνει υπό σκιά, το πολύ μεγάλο ύψος του, το ισχυρό ριζικό του σύστημα, τα μεγάλα φύλλα του, η ικανότητα παραγωγής πάρα πολλών σπόρων (εως 17000 ανά φυτό) που παραμένουν ενεργοί στο έδαφος για αρκετά χρόνια. Η έρευνα που έχει γίνει έως τώρα περιορίστηκε στην επίδραση

που ασκούν τα χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν στην απόδοση των διάφορων καλλιεργειών στον αγρό, ενώ πολύ μικρή ως ανύπαρκτη έρευνα έχει γίνει στις λιγότερο εμφανής αλληλοπαθητικές του ιδιότητες τόσο στις άλλες χώρες όσο και ιδιαίτερα στην Ελλάδα.

Στις καλλιέργειες του βαμβακιού του καλαμποκιού και του τεύτλου συναντάμε συχνά πρόβλημα ανταγωνισμού με την αγριοβαμβακιά. Οι καλλιέργειες αυτές είναι από τις πιο δυναμικές καλλιέργειες στον Ελλαδικό χώρο. Από στοιχεία παραγωγής για το 1998 φαίνεται ότι καλλιεργήθηκαν 4 εκατ. στρέμματα βαμβάκι, 2 εκατ. στρέμματα καλαμπόκι και 400 χιλιάδες στρέμματα τεύτλο.

Επομένως οποιαδήποτε αλληλοπαθητική αλληλεπίδραση σε αυτές έχει ιδιαίτερο οικονομικό ενδιαφέρον για ένα μεγάλο κομμάτι του αγροτικού κόσμου.

Στην παρούσα διατριβή ερευνήθηκε το εάν υφίσταται αλληλοπαθητική επίδραση από το ζιζάνιο *Abutilon theophrasti* κοινώς αγριοβαμβακιά, στην βλάστηση και την ανάπτυξη του καλαμποκιού, του βαμβακιού και του τεύτλου.

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή που αφορά το ζιζάνιο Αγριοβαμβακιά (*Abutilon theophrasti*) ελπίζουμε να βοηθήσει στην ευρύτερη προσπάθεια που γίνεται για την εκμετάλλευση φυσικών φαινομένων κατά την αντιμετώπιση ανεπιθύμητων φυτικών ειδών ή παθογόνων.

## II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### 1. Γενικά στοιχεία για το φαινόμενο της αλληλοπάθειας

Ο όρος αλληλοπάθεια προτάθηκε για πρώτη φορά από τον γερμανό επιστήμονα Molish το 1937 για να συμπεριλάβει και τις επιζήμιες και τις βοηθητικές βιοχημικές αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στα διάφορα είδη των φυτών συμπεριλαμβανομένων και των μικροοργανισμών. Στις μέρες μας ο βασικός ορισμός παραμένει ο ίδιος. Η αλληλοπάθεια είναι το φυσικό φαινόμενο που αναφέρεται στις άμεσες ή έμμεσες, επιζήμιες ή ωφέλιμες επιδράσεις από ένα φυτό (συμπεριλαμβανομένων και των μικροοργανισμών) σε ένα άλλο μέσω της παραγωγής χημικών ουσιών που εκκρίνονται στο περιβάλλον. Έως σήμερα οι αλληλοπαθητικές επιδράσεις που έχουν αναφερθεί και ερευνηθεί είναι κυρίως παρεμποδιστικές και αφορούν κυρίως φυτά διαφορετικού είδους και γένους. Αρκετές είναι όμως και οι αναφορές για παρεμποδιστική επίδραση σε φυτά του ίδιου είδους και γένους (φαινόμενο αυτοτοξικότητας)

Η παρεμπόδιση ή η ενίσχυση προκαλείται από χημικές ουσίες που απελευθερώνονται από το φυτό και συνήθως αναφέρονται με τον όρο «αλληλοχημικά» ή «αλληλοπαθητικές ουσίες» (4, 69, 83)

Τα αλληλοχημικά μπορούν να ανιχνευθούν σε όλους τους φυτικούς ιστούς όπως φύλλα, σπόροι, γύρη, άνθη, καρποί, στελέχη, ρίζες και ριζώματα. (4, 69, 83)

Τα αλληλοχημικά μπορεί να απελευθερώνονται από τα φυτά εντός του γειτονικού περιβάλλοντος μέσω τεσσάρων οικολογικών διεργασιών:

- Εξαέρωση (volatilisation)
- Έκπλυση (Leaching)
- Έκκριση από την ρίζα (root exudation)
- Αποσύνθεση των φυτικών ιστών (decomposition)

Οι 3 πρώτες είναι ενεργητικές διαδικασίες του ζωντανού φυτού ενώ η τελευταία είναι παθητική διαδικασία που εξαρτάται άμεσα από την μικροβιακή χλωρίδα του εδάφους. (4, 69, 83)

Η αντίδραση των φυτών που είναι αποδέκτες των αλληλοχημικών εξαρτάται από την συγκέντρωση της αλληλοπαθητικής ουσίας. Σε χαμηλές συγκεντρώσεις μπορεί να είναι διεγερτική ή προσελκυστική αλλά σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις γίνεται συνήθως παρεμποδιστική ή απωθητική. (4, 69, 83)

Στα άμεσα ορατά αποτελέσματα από την δράση των, αλληλοχημικών περιλαμβάνονται η παρεμπόδιση ή η καθυστέρηση βλάστησης των σπόρων, το μαύρισμα ή η διόγκωση των σπόρων, η μείωση της ανάπτυξης του βλαστιδίου ή του ριζιδίου, η διόγκωση ή η νέκρωση των άκρων των ριζών, η συστροφή και ο αποχρωματισμός των ριζών, η έλλειψη ριζικών τριχιδίων, η μείωση του χλωρού και ξηρού βάρους του φυτού, η μείωση της αναπαραγωγικής ικανότητας. Αυτές οι εμφανείς μορφολογικές παραμορφώσεις είναι δευτερεύουσα εκδήλωση αρχικών επιδράσεων που προκαλούνται από πιο ειδικές δράσεις των αλληλοχημικών σε κυτταρικό ή μοριακό επίπεδο μέσα στο φυτό δέκτη (4, 69, 83)

Η ύπαρξη αλληλοχημικών ουσιών εντός του φυτού δεν σημαίνει απαραίτητα ότι αυτές οι ουσίες θα μεταφερθούν στο περιβάλλον και θα επηρεάσουν το φυτό δέκτη (60). Η παραγωγή και η απελευθέρωση των αλληλοχημικών εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, τις συνθήκες του περιβάλλοντος και από την ποικιλία ή τον γονότυπο. Έχει βρεθεί ότι οι αλληλοπαθητικές ουσίες απελευθερώνονται σε μεγαλύτερο βαθμό όταν τα φυτά βρίσκονται σε συνθήκες stress (24,74)

Σπάνια ένα φυτό εκκρίνει μόνο μια αλληλοχημική ουσία. Στις περισσότερες περιπτώσεις η αλληλοπαθητική δράση είναι αποτέλεσμα της συνδυασμένης δράσης διαφορετικών ουσιών. Οι Putnam & Tang (1986) υποστηρίζουν ότι τα αλληλοπαθητικά χαρακτηριστικά είναι πιο συνηθισμένα στους πρόγονους ή στους άγριους τύπους των καλλιεργούμενων φυτών που εξελίχθηκαν με την παρουσία αλληλοπαθητικής ή ανταγωνιστικής επίδρασης από άλλα φυτικά είδη, ενώ οι τελευταία χρησιμοποιούμενες ποικιλίες αναμένεται να έχουν μειωμένο ή μηδενικό αλληλοπαθητικό δυναμικό.

Η παραμονή κι η δράση των αλληλοχημικών ουσιών στο περιβάλλον εξαρτάται κατά μεγάλο λόγο από την μηχανική σύσταση του εδάφους, την δράση των μικροοργανισμών και την ενσωμάτωση των φυτικών ιστών στο έδαφος .

Η έρευνα που έχει γίνει κατά τις τελευταίες 10ετίες όσον αφορά την αλληλοπάθεια, αφορά :

- Τα συμπτώματα και την σοβαρότητα της επίδρασης των ζιζανίων, αυτοφυών ειδών και / ή των υπολειμμάτων τους πάνω στην ανάπτυξη των καλλιεργούμενων φυτών και στην παραγωγή τους.
- Αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε μικροοργανισμούς
- Οικολογική σημασία της αλληλοπάθειας στις φυτοκοινωνίες
- Προβλήματα επαναφύτευσης - Αυτοτοξικότητα
- Προβλήματα με την εναλλαγή καλλιεργειών και την παραγωγή
- Απομόνωση και ταυτοποίηση των αλληλοχημικών σε αγροτικά και φυσικά αγροοικοσυστήματα. (69)

Η αλληλοπάθεια ερευνάται τόσο σε καθαρά γεωργικά συστήματα, όσο και σε δασικά και υδρόβια συστήματα. Η παρούσα ανασκόπηση της βιβλιογραφίας κατευθύνεται μόνο σε έρευνες που αφορούν κυρίως γεωργικά συστήματα.

Τα συνηθέστερα πειράματα που γίνονται για την εξέταση της αλληλοπάθειας περιλαμβάνουν βιοδοκιμές σε τριβλία όπου οι σπόροι των φυτών έρχονται σε επαφή με εκχυλίσματα από τους διάφορους ιστούς του αλληλοπαθητικού φυτού. Στην συνέχεια μετράται το ποσοστό βλάστησης των σπόρων, το μήκος του ριζιδίου και του βλαστιδίου, το βάρος των φυτών και γίνονται και παρατηρήσεις για άλλα μορφολογικά χαρακτηριστικά. Άλλα πειράματα που γίνονται στον αγρό ή σε γλάστρες στο θερμοκήπιο, αφορούν παρόμοιες παρατηρήσεις με επιπλέον μετρήσεις της τελικής απόδοσης. Σε αυτές τις περιπτώσεις γίνεται ενσωμάτωση στο έδαφος των φυτικών ιστών του αλληλοπαθητικού φυτού ή πότισμα με εκχυλίσματά του.

## **2. Κατηνορίες Αλληλοχημικών**

Ο όρος "ποικιλία" είναι ο καλύτερος για να περιγραφεί η χημική φύση των αλληλοχημικών. Τα αλληλοχημικά κυμαίνονται από απλούς υδρογονάνθρακες και αιθυλένιο έως πολύπλοκες πολυκυκλικές ουσίες με υψηλό μοριακό βάρος. Σχεδόν όλες οι κλάσεις των δευτερευόντων μεταβολιτών εμπλέκονται στην αλληλοπάθεια. Γενικά, τα αλληλοχημικά μπορούν να καταταχθούν στους δευτερεύοντες φυτικούς μεταβολίτες καθώς περιλαμβάνουν ουσίες οι οποίες δεν παίζουν κάποιο ρόλο στην πρωταρχική μεταβολική διαδικασία, που είναι

βασική για την επιβίωση του φυτού, αλλά παράγονται σαν υποπροϊόντα από αυτές τις βασικές μεταβολικές διαδικασίες. Πάντως, από το πλήθος των δευτερευόντων μεταβολιτών που έχουν έως σήμερα απομονωθεί ένας μικρός μόνο αριθμός έχει βρεθεί ότι έχουν αλληλοπαθητική δράση. Παρακάτω παρατίθενται οι κυριότερες κατηγορίες αλληλοχημικών που έχουν έως τώρα ανιχνευθεί.

**Αλκαλοειδή:** Αρκετά αλκαλοειδή έχουν βρεθεί να εμπλέκονται σε φαινόμενα αλληλοπάθειας. Ανάμεσα σε αυτά είναι τα αλκαλοειδή σκοπολαμίνη και υοκσκιαμίνη που απομονώθηκαν από εκχυλίσματα φυλλώματος και σπόρων του Τάτουλα (*Datura stramonium*). Τα αλκαλοειδή αυτά έχουν μεγάλο χρόνο παραμονής στο έδαφος 5 - 8 μήνες και εμφανίζουν μεγάλη φυτοτοξική δράση στον Ηλιάνθο και σε καλλιέργειες σιτηρών. (44, 48) Σημαντικές επίσης είναι και οι αναφορές για αλληλοπαθητική και αυτοτοξική δράση της καφεΐνης που περιέχεται στο φυτό του καφέ (*Coffea arabica*) και του τσαγιού (*Camellia sinensis*) (62).

**Βενζοξαζινόνες:** Οι βενζοξαζινόνες είναι πολύπλοκα υδροξαμικά οξέα που βρίσκονται εντός των ζωντανών φυτών ως γλυκοζίτες. Είναι μια πολύ διαδεδομένη κατηγορία αλληλοχημικών. Μετά την απελευθέρωσή τους από το φυτό υφίστανται ενζυματική υδρόλυση σε οξαζολινόνες. Οι πιο γνωστές από αυτές είναι οι ουσίες DIBOA και το παράγωγό της BOA στις οποίες αποδίδεται η ισχυρή αλληλοπαθητική δράση του ρυζιού και των υπολειμμάτων του σε ένα μεγάλο αριθμό ζιζανίων και πλατύφυλλων φυτών (6,7,8).

**Παράγωγα του κινναμικού οξέος:** Επίσης πολύ διαδεδομένη κατηγορία αλληλοχημικών. Αν και έχουν απομονωθεί πολλές ουσίες που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία, αυτές με την μεγαλύτερη υπολειμματικότητα είναι τα οξέα καφεϊκό, φερουλικό, p- κουμαρικό, p- υδροξυβενζοϊκό και βανιλικό. Οι περισσότερες από αυτές τις ουσίες έχουν βρεθεί σε υπολείμματα καλλιεργειών σιτηρών καθώς και σε εδάφη όπου προϋπήρχαν αυτές οι καλλιέργειες. Οι ουσίες αυτές παρεμποδίζουν την ανάπτυξη των ριζών σε πολλές καλλιέργειες και ζιζάνια (32,33)

**Κουμαρίνες:** Οι ουσίες αυτές παράγονται από πολλά ψυχανθή και σιτηρά και θεωρούνται ότι είναι ισχυροί παρεμποδιστές της βλάστησης των σπόρων (68). Σε αυτές ανήκουν η κουμαρίνη που απομονώθηκε από τον *Melilotus*

*alba*, η εσκουλίνη που απομονώθηκε από *Phleum pratense*, η σκοπολετίνη που παράγεται από αρκετά είδη φυτών και η ψοραλίνη που παράγεται από το *Psoralea subacualis* (62). Μέλη της ομάδας αυτής εμφανίζουν μεγάλη δραστικότητα ακόμα και σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις.

**Κυανογόνες ουσίες:** Πολλές οικογένειες και είδη φυτών είναι κυανογόνα. Παράγουν γλυκοζίτες ή λιπίδια που περιέχουν κυάνιο το οποίο απελευθερώνουν μετά από υδρόλυση. Σημαντικότερο παράδειγμα στην κατηγορία αυτή είναι τα είδη του γένους *Sorghum* που παράγουν τον κυανογόνο γλυκοζίτη ντουρίνη (18) ο οποίος εμφανίζει τοξικότητα και στα θηλαστικά. Η ουσία αυτή συμμετέχει μαζί και με άλλες ουσίες στην υψηλή αλληλοπαθητική δράση που εμφανίζουν τα είδη αυτά.

**Αιθυλένιο και άλλα διεγερτικά της βλάστησης σπόρων :** Η ανακάλυψή τους και η χρησιμοποίησή τους μπορεί να βοηθήσει στην σημαντική μείωση της αποθήκης σπόρων του εδάφους καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε χρονικές στιγμές όπου οι συνθήκες δεν είναι κατάλληλες για την παραπέρα επιβίωση και αναπαραγωγή των ζιζανίων. Το αιθυλένιο έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για την διέγερση της βλαστικότητας στο παράσιτο *Striga asiatica* του οποίου οι σπόροι βλαστάνουν αφού έρθουν σε επαφή με πτητικές ουσίες που παράγονται από το φυτό ξενιστή (26).

**Φλαβονοειδή:** Άλλη μια συχνά απαντώμενη κατηγορία αλληλοχημικών στην οποία ανήκουν η τρικίνη που βρέθηκε στα εκχυλίσματα και στα υπολείμματα του *Agropyron repens* (79, 80) και η βιτεξίνη και η ισοβιτεξίνη που απομονώθηκε από το περίβλημα του σπόρου του φασολιού (73, 78), που παρεμποδίζουν την βλάστηση των σπόρων και την ανάπτυξη των φυταρίων. Οι φλαβονοειδής ουσίες μπορεί να έχουν ποικίλες αλλά ισχυρές βιολογικές επιδράσεις και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ζιζανιοκτόνα.

**Πολυακετυλένια:** Οι ουσίες που ανήκουν στην ομάδα αυτή είναι ευρέως διαδεδομένες στην οικογένεια των σύνθετων (*Asteraceae*). Πολυακετυλένια έχουν βρεθεί ιστούς των φυτών και στα εδάφη όπου φύονται είδη των γενών *Centaurea*, *Solidago*, *Erigeron*, *Tagetes* & *Bidens* (75). Τα πολυακετυλένια μπορεί να συμμετέχουν στην τάση που έχουν αρκετά από τα είδη που ανήκουν στην οικογένεια των σύνθετων να είναι επιθετικά και να υπερισχύουν στις φυτοκοινωνίες όπως πχ τα είδη *Centaurea* και *Solidago* (73).



**Κινόνες:** Ο πιο γνωστός αντιπρόσωπος της ομάδας αυτής είναι η γιουγκλόνη η οποία απομονώθηκε από την καρυδιά το 1928 και στην οποία αποδίδονται οι φυτοτοξικές ιδιότητες της καρυδιάς (19). Οι κινόνες σχηματίζονται εύκολα στο έδαφος με την οξειδωτική αποκαρβοξυλίωση βενζοϊκών οξέων όπως το συριγγικό και το βανιλικό οξύ (62)

**Τερπένια:** Τα μονοτερπένια και τα σεσκι-τερπένια εμπλέκονται και αυτά σε αλληλοπαθητικές επιδράσεις. Πολλά από τα πτητικά αιθέρια έλαια των θάμνων που βρίσκονται στις ξηρικές περιοχές των ΗΠΑ είναι μονοτερπένια. σεσκι-τερπένια έχουν απομονωθεί από *Ambrosia artemisifolia* και τα είδη *Centaurea* (27). Οι Fischer & Quijano (1985) παρουσίασαν ένα κατάλογο από 72 μόνο και σεσκι-τερπένια που έχουν είτε φυτοτοξική δράση είτε δράση ως ρυθμιστές ανάπτυξης (28).

#### **Ταννικό οξύ**

Το ταννικό οξύ είναι ο κυριότερος αντιπρόσωπος των ταννινών οι οποίες βρίσκονται σε αφθονία στο φύλλωμα, στο ξύλο και στους καρπούς ιδιαίτερα στα έγχρωμα μέρη των φυτών. Το ταννικό οξύ είναι μια πολυμερής φαινολική ουσία με πολλαπλές υδροξυλικές ομάδες. Η ύπαρξη των υδροξυλικών ομάδων φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στην ισχυρή αντιβακτηριακή του δράση (84), η οποία έχει συχνά αποδοθεί στην ικανότητα των ομάδων αυτών να δεσμεύουν ισχυρά τα μέταλλα όπως ο σίδηρος, ο χαλκός και ο ψευδάργυρος (17). Επιπλέον το ταννικό οξύ έχει βρεθεί ότι ασκεί βοηθητική επίδραση στην δράση του *Bacillus thuringiensis* στις κάμπιες των λεπιδοπτέρων (30,77) ενώ πολύ σημαντική είναι και η ικανότητα για μείωση του πληθυσμού των αλλεργιογόνων ακάρεων της σκόνης (70).

Η αλληλοπαθητική δράση του ταννικού οξέος στα φυτά φαίνεται να είναι διφορούμενη. Έτσι οι Zhou-Zhitong et al (1998) βρήκαν ότι ασκεί παρεμποδιστική επίδραση στο κινέζικο λάχανο, στο μαρούλι, στο ρεπάνι, ενώ οι Kim et al (1995) που το απομόνωσαν από το υδατικό εκχύλισμα των *Polygonum aviculare* και *Salix koreansis* μαζί πολλές άλλες ουσίες όπως σαλικυλικό οξύ, βανιλικό, κουμαρικό σιναπικό κλπ. αναφέρουν ότι οι ουσίες αυτές ασκούσαν παρεμποδιστική επίδραση στην βλάστηση του μαρουλιού και του ρυζιού. Αντίθετα οι Zhao-HuiJie et al (1995 & 1993) βρήκαν ότι φυτά σόγιας που ψεκάστηκαν με ταννικό οξύ στο στάδιο του έβδομου φύλλου, παρουσίασαν αύξηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης και του ρυθμού ανάπτυξης

που οδήγησε σε πρώιμη άνθηση. Επιπλέον αυξήθηκε ο αριθμός των ανθέων, ο αριθμός των σχηματισθέντων σπερμάτων και το βάρος των 100 σπόρων

Από έρευνες που έχουν γίνει, έχει φανεί ότι συνήθως τα διάφορα αλληλοχημικά που υπάρχουν σε ένα είδος φυτού απελευθερώνονται μαζί και προκαλούν τοξικότητα με έναν συνεργιστικό ή προσθετικό τρόπο. Γενικά, η συγκέντρωση μιας μόνο αλληλοχημικής ουσίας σε συνθήκες αγρού είναι χαμηλότερη από το παρεμποδιστικό της όριο (Inhibitory threshold). Έτσι τα αλληλοχημικά που απελευθερώνονται από ένα φυτό μπορεί να ανήκουν σε περισσότερες από μία από τις παραπάνω κατηγορίες των δευτερευόντων μεταβολιτών.

Οι αλληλοχημικές συσίες δεν είναι σταθερές στο περιβάλλον. Οι χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα εντός του εδάφους λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών που επικρατούν (επίπεδο υγρασίας, pH, θερμοκρασία, αερισμός κλπ) και των διάφορων άλλων παραγόντων όπως οι μικροοργανισμοί, η προσρόφησή τους από τα εδαφικά κολλοειδή, η αντίδρασή τους με τα συστατικά του εδάφους κλπ, προκαλούν την γρήγορη απενεργοποίησή τους.

Οι Oleszek et al (1987) αναφέρουν ότι η αλληλοπαθητική δράση της μηδικής στο σιτάρι μειώθηκε σε βαριά εδάφη λόγω της ισχυρότερης συγκράτησης των αλληλοχημικών από το έδαφος και της μεγαλύτερης δραστηριότητας των μικροοργανισμών.

Οι An et al (1996) προσομοίωσαν τα αλληλοπαθητικά φαινόμενα από αποσυντιθέμενα φυτικά υπολείμματα. Η θεωρητική τους προσέγγιση αποκάλυψε ότι οι απσικοδοσούμενοι φυτικοί ιστοί μπορεί να ασκούν παρεμποδιστική ή ενισχυτική δράση στην ανάπτυξη των φυτών και ότι η παρεμπόδιση περιορίζεται σε μια περιορισμένη περίοδο κυρίως κατά τα αρχικά στάδια της αποσύνθεσης μετά από τα οποία αρχίζουν να εμφανίζονται φαινόμενα υποβοηθητικά της ανάπτυξης.

Δεν λείπουν βέβαια και τα φαινόμενα όπου τα απελευθερούμενα αλληλοχημικά μετατρέπονται με την δράση των μικροοργανισμών σε πολύ πιο ισχυρά αλληλοπαθητικά σε σχέση με την αρχική ένωση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα σ γλυκοζίτης GDIBOA που μετατρέπεται σε DIBOA και μετέπειτα μικροβιακά στο πιο ισχυρό BOA (63).

### 3. Το φαινόμενο της αλληλοπάθειας στα καλλιεργούμενα είδη

Πολλές είναι οι οικογένειες καλλιεργούμενων ειδών, μονοετή και δένδρα που έχουν κατά καιρούς μελετηθεί για αλληλοπαθητική επίδραση σε άλλα καλλιεργούμενα είδη ή ζιζάνια. Τις περισσότερες φορές η έρευνα για αλληλοπάθεια ακολουθεί κάποιες παρατηρήσεις στον αγρό που αφορούν την ανάπτυξη ή την απόδοση της καλλιέργειας που έπεται (πχ η παρατήρηση ότι ετήσιες καλλιέργειες σιτηρών και κηπευτικών δεν μπορούν να αναπτυχθούν σε εδάφη όπου υπάρχει καλλιέργεια καρυδιάς, οδηγεί σε έρευνα για την ερμηνεία της παρεμποδιστικής επίδρασης καρυδιάς).

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούν τα αποτελέσματα των ερευνών που έχουν γίνει για κάποιες επιλεγμένες καλλιέργειες καθώς η αναφορά σε όλες τις καλλιέργειες είναι ανέφικτη στα πλαίσια του παρόντος συγγράμματος.

#### Σιτηρά

- ✓ Η αλληλοπάθεια των σιτηρών (σιτάρι, κριθάρι, σίκαλη, καλαμπόκι, ρύζι, σόργο κλπ) είναι ένα θέμα που έχει αρκετά ερευνηθεί. Αρκετά διαδεδομένο είναι επίσης και το φαινόμενο αυτοτοξικότητας όταν η καλλιέργεια επαναλαμβάνεται για πάνω από ένα χρόνο χωρίς εναλλαγή άλλων καλλιεργειών.
- ✓ Το βανιλικό και το κουμαρικό οξύ, διάφορες φαινολικές ουσίες και η σκοπολετίνη φαίνεται να είναι οι ουσίες που ευθύνονται για την αλληλοπαθητική δράση των καλλιεργειών του σταριού, της σίκαλης, του κριθαριού του σόργου και του καλαμποκιού (2,32, 33). Οι ουσίες αυτές έχουν βρεθεί τόσο στα υπολείμματα όσο και στα εδάφη όπου καλλιεργούνται τα σιτηρά και φαίνεται να ευθύνονται και για τα προβλήματα αυτοτοξικότητας που εμφανίζουν οι καλλιέργειες αυτές (62).
- ✓ Το σόργο (*Sorghum bicolor*) είναι γνωστό ότι έχει μια σημαντική ικανότητα να εξοντώνει ζιζάνια (61) και κάποιες έρευνες έχουν δείξει ότι έχει και αυτοτοξική δράση και ότι θα πρέπει να εναλλάσσεται με άλλες καλλιέργειες για να μεγιστοποιήσει την παραγωγή του (37). Η αλληλοπαθητική δράση του σόργου φαίνεται να ποικίλει ανάμεσα στις ποικιλίες του (3). Στην αλληλοπαθητική δράση του σόργου φαίνεται να συμμετέχουν και κυανογόνες ουσίες όπως η ντουρίνη (62) και άλλες φαινολικές ουσίες όπως η σοργολεόνη η οποία απομονώθηκε από τις ελαιώδεις σταγόνες που εκκρίνονται από τις ρίζες του σόργου (53) και βρέθηκε σε συγκεντώσεις των

$10^{-4}$  και  $10^{-5}$  M σε εδάφη όπου καλλιεργείται το σόργο. Η ουσία αυτή βρέθηκε να παρεμποδίζει την ανάπτυξη του αιματοχόρου, της αγριοβαμβακιάς και της μουχρίτσας (54). Οι Kim et al (1993) μελετώντας την αλληλοπαθητική επίδραση του σόργου στο καλαμπόκι, το ραπανάκι, το σιτάρι και το ρύζι βρήκαν ότι η βλάστηση των σπόρων, το μήκος του βλαστού και της ρίζας όλων των ειδών παρεμποδίστηκε από διαφορετικές συγκεντρώσεις εκχυλίσματος του στελέχους του σόργου. Η μεγαλύτερη παρεμπόδιση εμφανίστηκε στο ρεπάνι, μετά στο σιτάρι και στο ρύζι ενώ το καλαμπόκι ήταν το λιγότερο ευαίσθητο. Παρόμοια αποτελέσματα έδωσε και η εφαρμογή του εκχυλίσματος του στελέχους σε ζιζάνια.

Τα υπολείμματα του σόργου όταν τοποθετούνται για επιφανειακή κομποστοποίηση κάτω από καλλιέργειες φυλλοβόλων σπυροφόρων φαίνεται να ελέγχουν αποτελεσματικά την ανάπτυξη των ζιζανίων (61)

× Στο καλαμπόκι εκτεταμένα έχει μελετηθεί και το φαινόμενο της αυτοτοξικότητας που παρουσιάζεται σε χωράφια όπου καλλιεργείται ο αραβόσιτος για παραπάνω από ένα χρόνο χωρίς εναλλαγή άλλων καλλιεργειών. Οι Einhellig et al (1985) και Rice (1984) αναφέρουν ότι η παρεμποδιστική ή η ενισχυτική δράση των φυτικών υπολειμμάτων πάνω στην ανάπτυξη των φυτών, εξαρτάται από την ηλικία των υπολειμμάτων, την κατάσταση αποσύνθεσης, την συγκέντρωση των ουσιών και την ποικιλία. Οι Yakle & Cruse (1983) βρήκαν ότι τα φρέσκα φυτικά υπολείμματα από καλαμπόκι μείωσαν περισσότερο το βάρος της ρίζας και του βλαστού του καλαμποκιού απ' ό,τι τα μερικώς αποσυνθεμένα φυτικά υπολείμματα. Τα αποτελέσματα ήταν πιο έντονα όταν οι ρίζες έρχονταν σε επαφή με κάποια στιβάδα υπολειμμάτων. Η μείωση της παραγωγής δεν μπόρεσε να εξηγηθεί από την ακινητοποίηση του αζώτου από μικροοργανισμούς κατά την διάρκεια της αποσύνθεσης των υπολειμμάτων.

× Σε πείραμά τους οι Garcia & Anderson (1984), μελέτησαν την αλληλοπαθητική – αυτοτοξική δράση του καλαμποκιού. Στο πείραμα έπαιρναν δείγματα φυτικού ιστού από καλλιέργεια καλαμποκιού σε μηνιαία βάση και έδειξαν ότι οι φυτικοί ιστοί του καλαμποκιού διέφεραν στην αλληλοπαθητική – αυτοτοξική τους επίδραση σε φυτάρια καλαμποκιού κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Τα δείγματα του Απριλίου, του Αυγούστου και του Σεπτεμβρίου ήταν τα περισσότερο παρεμποδιστικά στην ανάπτυξη των

φυταρίων του καλαμποκιού ενώ τα δείγματα του Ιουνίου και του Ιουλίου είχαν ενισχυτική επίδραση.

Παρόμοια περιοδική φυτοτοξικότητα αναφέρεται από τους Patrick et al (1963) για εκχυλίσματα σιταριού και κριθαριού

Το πρωτεϊνικό κλάσμα (γλουτένη) του άλευρου του καλαμποκιού έχει εμφανίσει έντονη ζιζανιοκτόνο δράση τόσο σε αγρωστώδη όσο και σε πλατύφυλλα ζιζάνια. Σε πείραμα του στον αγρό ο Christians (1995) βρήκε ότι το άλευρο της γλουτένης παρεμπόδισε την ανάπτυξη ζιζανίων στα γένη *Digitaria*, *Taraxacum*, *Trifolium* χωρίς η καλλιεργούμενη *Poa pratense* να εμφανίσει πρόβλημα. Καθώς η γλουτένη είναι δυσδιάλυτη στο νερό οι Liu et al (1994) ερεύνησαν την αλληλοπαθητική δράση της ενζυματικά υδρολυμένης γλουτένης, η οποία είναι υψηλά υδατοδιαλυτή, στα *Digitaria ischaemum*, *Lolium perenne* & *Agrostis palustris* και βρήκαν ότι έχει επίδραση στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ζιζανιοκτόνο.

Η γύρη του καλαμποκιού έχει επίσης ισχυρή αλληλοπαθητική δράση, Οι Jimenez et al (1983) ανέφεραν ότι οι κόκκοι γύρης καλαμποκιού σε συγκεντρώσεις που συνήθως υπάρχουν στο έδαφος παρεμπόδισαν ισχυρά την ανάπτυξη αρκετών φυτικών ειδών. Η μικρότερη παρεμπόδιση παρατηρήθηκε σε μη αποστειρωμένο έδαφος ενώ η μεγαλύτερη σε αποστειρωμένο.

✓ Οι αλληλοπαθητικές ιδιότητες του ρυζιού είναι το αντικείμενο αρκετών ερευνών. Το ζωντανό ρύζι βρέθηκε ότι έχει ισχυρή ικανότητα παρεμπόδισης της ανάπτυξης πολλών ζιζανίων. Κατά την αποικοδόμηση των υπολειμμάτων του ρυζιού βρέθηκε ότι απελευθερώνονται ισχυρά αλληλοπαθητικές ουσίες που παρεμποδίζουν την ανάπτυξη και την απόδοση της επόμενης καλλιέργειας ρυζιού (12) και την βλάστηση και ανάπτυξη των ζιζανίων για χρονική διάρκεια 30-60 ημέρες (64)

✓ Ο Chou (1990) βρήκε ότι οι κυριότερες φυτοτοξικές ουσίες στο άχυρο του ρυζιού και το εδαφικό μίγμα ήταν το συριγγικό, το βανιλικό, το φερουλικό, το προπιονικό και το π- υδροξυβενζοϊκό οξύ. Η έρευνα των Putnam et al 1990 κατέληξε ότι τα πιο δραστικά αλληλοπαθητικά στα υπολείμματα του ρυζιού είναι τα υδροξαμικά οξέα τα οποία βρίσκονται στους αντίστοιχους γλυκοζίτες εντός του ζωντανού φυτικού ιστού. Συγκεκριμένα βρέθηκε ότι ο γλυκοζίτης

GDIBOA μετατρέπεται στην γλυκόνη DIBOA μετά το θάνατο του ρυζιού η οποία με την σειρά της μετατρέπεται στην πιο ενεργή ουσία BOA. Οι δύο αυτές ουσίες είναι γνωστές για την ισχυρή παρεμποδιστική τους δράση σε πολλά δικοτυλήδωνα ζιζάνια και σε μερικά μονοκοτυλήδωνα. Οι Witenack et al (1988) βρήκανε ότι η μικροβιακή αποικοδόμηση του BOA μπορεί να οδηγήσει σε ακόμα πιο ισχυρά φυτοτοξικές ουσίες.

### Ψυχανθή

Η αλληλοπάθεια των ψυχανθών έχει επίσης μελετηθεί αρκετά με κυριότερους αντιπροσώπους την μηδική και την σόγια.

Αν και η μηδική ως καλλιέργεια αναμένεται να ενισχύει την αύξηση-ανάπτυξη και την απόδοση της επόμενης καλλιέργειας καθώς είναι αζωτοδεσμευτικό φυτό, εν τούτοις υπάρχουν περιπτώσεις όπου αναφέρεται μείωση της ανάπτυξης της επόμενης καλλιέργειας ενώ συχνό είναι το πρόβλημα της "εξασθένησης" του εδάφους μετά από παρατεταμένη καλλιέργεια μηδικής.

Έτσι οι Mishustin & Naumova (1955) βρήκαν μείωση στην απόδοση του βαμβακιού όταν έπονταν καλλιέργειας μηδικής. Αυτή η μείωση ήταν μεγαλύτερη όσο περισσότερα χρόνια καλλιεργούνταν η μηδική, πράγμα που τους οδήγησε στο συμπέρασμα ότι πιθανόν να λάμβανε χώρα συσσώρευση αλληλοχημικών ουσιών.

Οι Guenzi et al (1964) αναφέρουν ότι τα υδατοδιαλυτά εκχυλίσματα από τους ιστούς της μηδικής επέδρασαν αρνητικά στην ανάπτυξη βλαστών και ριζών του αραβόσιτου και ότι η επίδραση αυτή μεταβάλλονταν με το στάδιο ανάπτυξης της μηδικής και με τον αριθμό των κοπών που είχαν προηγηθεί από την λήψη του δείγματος. Ο Jurzysta (1970) αναφέρει ότι εκχυλίσματα από σπόρους μηδικής μείωσαν την βλαστική ικανότητα των σπόρων και την ανάπτυξη των φυταρίων του κριθαριού, του σιταριού, της σίκαλης και του βρώμης

Σε πολλά πειράματα βρέθηκε ότι εκχυλίσματα ή φυτικοί ιστοί μηδικής επιδρούν αρνητικά στην βλάστηση και την ανάπτυξη ζιζανίων όπως στο Βρόμο (*Bromus secalimus*), στην μουχρίτσα (*Echinochloa crus-gali*), στο βλήτο (*Amaranthus Retroflexus*), στο αγριοράδικο (*Taraxacum officinalis*). Οι φυτικοί ιστοί της μηδικής όταν ενσωματώθηκαν σε πυριτική άμμο παρεμπόδισαν σημαντικά την αύξηση της λουβουδιάς (*Chenopodium album*),

του βλήτου (*Amaranthus retroflexus*) και του αιματόχορτου (*Digitaria sanguinalis*), ενώ διέγειραν την ανάπτυξη των *Setaria faberi* & *Bromus secalinus*. (14, 56). Αρκετές είναι και οι αναφορές για ευνοϊκή επίδραση της μηδικής. Κομμένα φυτά μηδικής όταν εφαρμόστηκαν στο έδαφος αύξησαν την ανάπτυξη σε τομάτα, αγγούρι μαρούλι και άλλα λαχανικά. Σε άλλο πείραμα βρέθηκε ότι η εφαρμογή 117 κιλών κομμένης μηδικής ανά εκτάριο προκάλεσε την αύξηση της παραγωγής της τομάτας κατά 10 τόννους ανά εκτάριο. (22,23)

Η αλληλοπάθεια της μηδικής αποδίδεται σε διάφορες ουσίες όπως οι σαπωνίνες που είναι μίγμα διαφόρων γλυκοζιτών (56) το φερουλικό οξύ και τη μηδικαρπίνη η οποία έχει βρεθεί ότι παρεμποδίζει την βλάστηση της μηδικής και της αγριοβαμβακιάς (50).

Για την σόγια είναι αρκετές οι αναφορές που υποστηρίζουν ότι ασκεί ευνοϊκή επίδραση στην βλάστηση και την απόδοση του καλαμποκιού. (70)

#### Δένδρα οπωροφόρα

Αρκετά έχει απασχολήσει και το πρόβλημα αυτοτοξικότητας που παρατηρείται κατά την επαναφύτευση οπωροφόρων δένδρων όπως το αμπέλι, η μηλιά, η ροδακινιά, η δαμασκηλιά και τα εσπεριδοειδή. Ο Rice (1984) έχει τονίσει ότι το πρόβλημα συνήθως είναι εξειδικευμένο για το κάθε είδος και ότι υπάρχει σημαντική εμπλοκή της αλληλοπάθειας στο πρόβλημα της επαναφύτευσης στο μήλο και στο ροδάκινο, ενώ για τα εσπεριδοειδή φαίνεται να εμπλέκονται αλληλοπαθητικοί παράγοντες, μικροοργανισμοί εδάφους και η αλληλεπίδραση των δυο αυτών παραγόντων.

Από την ρίζα της μηλιάς, μετά από σειρά πειραμάτων ο Borner (1959) απομόνωσε πολλά αλληλοχημικά όπως φλοροζίνη, φλορετίνη κα, στα οποία αποδόθηκε κατά κύριο λόγο το πρόβλημα της επαναφύτευσης της μηλιάς.

Οι Patrick et al (1964) μετά από εκτεταμένο πειραματισμό κατέληξαν ότι το αλληλοχημικό αμυγδαλίνη, που παράγεται από τις ρίζες της ροδακινιάς είναι πολύ πιθανόν να είναι ο κύριος παράγοντας στο πρόβλημα της επαναφύτευσης της ροδακινιάς.

#### 4 . Το φαινόμενο της αλληλοπάθειας στα ζιζάνια

Αμέτρητες είναι οι αναφορές στην βιβλιογραφία για την αλληλοπαθητική δράση των ζιζανίων. Στην παρούσα συνόψιση θα αναφερθούμε στα αποτελέσματα ερευνών που αφορούν ζιζάνια γνωστά στον Ελλαδικό χώρο.

Από τα πιο συχνά μελετούμενα ζιζάνια είναι το βλήτο (*Amaranthus retroflexus*) και η λουβουδιά (*Chenopodium album*). Τα φυτικά εκχυλίσματα και των δύο αυτών ζιζανίων βρέθηκαν να παρεμποδίζουν την βλάστηση των σπόρων και το βάρος των φυτών μηδικής (14) ενώ με τα εκκρίματά τους επιτεύχθηκε σημαντική μείωση του βάρους των φυτών και των ριζών του τεύτλου. (38)

Η ενσωμάτωση ριζικών υπολειμμάτων βλήτου βρέθηκε να παρεμποδίζει το φύτερωμα στους σπόρους λάχανου, καρότου κουνουπιδιού και μελιτζάνας και να καθυστερεί το φύτερωμα των σπόρων στην ντομάτα και στην πιπεριά. Παρόμοια αποτελέσματα έδωσε η ενσωμάτωση υπολειμμάτων του *Chenopodium murale*. (66). Η ενσωμάτωση φυτικών υπολειμμάτων της λουβουδιάς σε αναλογία 2% προκάλεσε μείωση στην βλάστηση των σπόρων και την ανάπτυξη της ρίζας στο σιτάρι και στον ηλίανθο, ενώ οι χαμηλότερες αναλογίες βρέθηκε να είναι βοηθητικές.

Ο Lolas (1993) αναφέρει ότι το χλωρό και το ξηρό βάρος ανά φυτό καπνού στις 35 μέρες μειώθηκε σημαντικά σε έδαφος όπου πριν μεταφυτευτεί ο καπνός, το βλήτο μεγάλωσε για 8 ή 14 εβδομάδες. Επιπλέον η αύξηση του καπνού παρεμποδίστηκε όταν διάφορες ποσότητες βλήτου ενσωματώθηκαν σε ένα ανόργανο έδαφος για αποσύνθεση. Η αύξηση του χρόνου της αποσύνθεσης προκάλεσε μεγαλύτερη παρεμπόδιση στην αύξηση του καπνού. Η ενσωμάτωση των υπολειμμάτων βλήτου σε ένα οργανικό έδαφος δεν προκάλεσε καμία επίδραση στην ανάπτυξη του καπνού πιθανόν λόγω ισχυρής συγκράτησης των αλληλοπαθητικών ουσιών από τα οργανικά συστατικά του εδάφους.

Ισχυρή αλληλοπαθητική δράση εμφανίζει και η κύπερη (*Cyperus rotundus*). Τα φυτικά εκχυλίσματα κύπερης βρέθηκε ότι προκαλούν παρεμπόδιση της βλάστησης των σπόρων, μείωση μήκους βλαστού και ρίζας και μείωση της ευρωστίας σε καλαμπόκι, ηλίανθο, σόγια, φασόλι (49). Τα υδατικά



εκχυλίσματα κύπερης και αγριάδας (*Cynodon dactylon*) προκάλεσαν μείωση στην βλάστηση των σπόρων του σιταριού (76).

Ο βέλιουρας είναι επίσης ένα σημαντικά αλληλοπαθητικό φυτό. Οι μελέτες πάνω στα αλληλοχημικά που εκκρίνει εμπλέκουν την ντουρίνη και το επιμερές της ταξιφυλλίνη καθώς και διάφορες άλλες φαινολικές ουσίες. Οι Lolas & Coble (1982) αναφέρουν ότι ζώντα ή αποσυντιθέμενα ριζώματα βέλιουρα στο έδαφος εκκρίνουν, περιέχουν ή παράγουν ουσίες που εκδηλώνουν αλληλοπάθεια, επηρεάζουν την φυσιολογία της σόγιας και προκαλούν ελάττωση στο χλωρό και στο ξηρό βάρος της. Η ελάττωση αυτή (στο χλωρό & ξηρό βάρος της σόγιας) ήταν μικρότερη όσο περισσότερο χρόνο διαρκούσε η αποσύνθεση των ριζωμάτων του βέλιουρα

Σε πείραμα των Abdul & Habib (1986) εκχυλίσματα από άσπρο βλήτο (*Chenopodium album*) αγριάδα και βέλιουρα χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο της κουσκούτας στην μηδική. Στο ίδιο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν για σύγκριση και τα ζιζανιοκτόνα DCPA, glyphosate και metribuzin. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα εκχυλίσματα και από τα τρία ζιζάνια έλεγχαν εξ ίσου καλά με τα χημικά ζιζανιοκτόνα την κουσκούτα ενώ στην μηδική προκάλεσαν πολύ μικρότερη βλάβη σε σχέση με την βλάβη που προκάλεσαν τα ζιζανιοκτόνα. Η δράση των εκχυλισμάτων αποδόθηκε στις φαινολικές ουσίες που περιείχαν.

Η *Iropea tricolor* χρησιμοποιείται κατά παράδοση στο Μεξικό για τον έλεγχο των ζιζανίων και βρέθηκε να περιέχει γλυκοζίτες ο κυριότερος από τους οποίους είναι η tricolorin A. (59)

Όπως στα καλλιεργούμενα είδη έτσι και στα ζιζάνια παρατηρείται διαφοροποίηση του αλληλοπαθητικού δυναμικού ανάμεσα στα διάφορα μέρη του φυτού. Η Οικονόμου και άλλοι (1999) αναφέρουν ότι οι αλληλοπαθητικές ουσίες της *Conyza albida* εντοπίζονται κυρίως στα φύλλα που βρίσκονται στο ανώτερο τμήμα του ανθικού στελέχους και στην ταξιανθία

Στον πίνακα1, που βρίσκεται στο τέλος αυτού του κεφαλαίου, δίνεται μια επιγραμματική συνόψιση αρκετών φυτικών ειδών που έχουν δώσει εκχυλίσματα με αλληλοπαθητική δράση και επιπλέον τα είδη που έχουν επηρεαστεί από τα εκχυλίσματα αυτά. Ο Πίνακας1 προέρχεται από δημοσίευση των Duke O.S et al (2002)

## 5 . Το αλληλοπαθητικό φυτό του πειράματος

Η αγριοβαμβακιά προέρχεται από την Κίνα ή την Ινδία όπου καλλιεργούνταν από το 2000 πΧ ή νωρίτερα και όπου ακόμα καλλιεργείται για την ίνα του, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή σκοινιών, χονδρών υφασμάτων, διχτυών και χαρτιού.

Για την ίδια χρήση μεταφέρθηκε και στην Β. Αμερική πριν από το 1700 μΧ όπου καλλιεργήθηκε έως τα μέσα του 1800 αλλά η καλλιέργειά του εγκαταλείφθηκε καθώς κρίθηκε οικονομικά ασύμφορη (52).

Στην συνέχεια εξαπλώθηκε ως ζιζάνιο στην Β. Αμερική ανάμεσα στο 32° και 45° παράλληλο ενώ συνεχώς εξαπλώνεται κινούμενο νοτιότερα και βορειότερα μέσα στον ανατολικό Καναδά. Για την Ευρώπη δεν υπάρχουν στοιχεία που αφορούν την εξάπλωσή του παρόλα αυτά είναι αρκετά διαδεδομένο στην Νοτιοανατολική Ευρώπη και κυρίως στην Μεσογειακή ζώνη.

Η αγριοβαμβακιά ανήκει στην οικογένεια των Malvaceae, την ίδια οικογένεια που ανήκει και το σημαντικότερο ινοδοτικό φυτό, το βαμβάκι, αν και οι ίνες της αγριοβαμβακιάς προέρχονται από το στέλεχος και τους βραχίονες και όχι από τα άνθη.

Η αγριοβαμβακιά πολλαπλασιάζεται με σπόρο που φυτρώνει νωρίς την άνοιξη – καλοκαίρι. Έχει φύλλα καρδιόσχημα , μεγάλα, καλυμμένα με χνούδι. Τα άνθη της είναι κίτρινα ευρισκόμενα συνήθως ένα – ένα στις μασχάλες των φύλλων. Η περίοδος άνθησής της διαρκεί από αρχές Ιουλίου έως μέσα Αυγούστου.

Η αγριοβαμβακιά έχει ικανότητα παραγωγής μεγάλου αριθμού σπόρων που μπορεί να φτάσει έως τους 17000 σπόρους ανά φυτό. Ο σπόρος είναι καλυμμένος με ανθεκτικό περίβλημα που τον προστατεύει από αντίξοες συνθήκες και μολύνσεις ενώ μπορεί να παραμείνει βιώσιμος έως και 50 χρόνια εντός του εδάφους (52)

Το ριζικό σύστημα της αγριοβαμβακιάς είναι αρκετά εκτεταμένο και είναι μεγαλύτερο από το ριζικό σύστημα πολλών άλλων ζιζανίων. Το ύψος της μπορεί να υπερβεί το 1 μέτρο και μπορεί να αναπτυχθεί επιτυχώς σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού και να παράγει σπόρους υπό την σκιά άλλων καλλιεργειών

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά της προσδίδουν την ιδιότητα του ισχυρά ανταγωνιστικού φυτού. Η αγριοβαμβακιά μπορεί εύκολα να μολύνει καλλιέργεια αραβόσιτου που ήδη έχει σχηματίσει πυκνή φυτεία και λόγω του μεγάλου ύψους της να βγει και πάνω από αυτήν.

Σημαντική ικανότητα επίδρασης έχει βρεθεί ότι εμφανίζει σε καλλιέργειες καλαμποκιού, σόγιας, ζαχαρότευτλου και βαμβακιού, ενώ επίδραση μπορεί να εμφανιστεί και σε καλλιέργειες καπνού, φασολιών, μηδικής και της αραχίδας.

Η επίδραση της αγριοβαμβακιάς στην παραγωγή της σόγιας είναι ένα θέμα που έχει μελετηθεί αρκετά. Οι Sterling & Putnam (1987) αναφέρουν ότι μία πυκνότητα των 3 έως 12 φυτών αγριοβαμβακιάς ανά  $m^2$  προκαλεί μείωση της παραγωγής της σόγιας σε ένα ποσοστό 37 και 72%, αντίστοιχα. Ενώ οι Hagood et al (1980) βρήκαν ότι σε πυκνότητες 5 έως 40 φυτά αγριοβαμβακιάς ανά  $m^2$  η παραγωγή της σόγιας μειώθηκε κατά 27 και 56%, αντίστοιχα.

Στο ζαχαρότευτλο βρέθηκε το 1982 από τους Schweizer & Bridge (1982) ότι σε πυκνότητες φυτών αγριοβαμβακιάς των 6,12,18 και 24 ανά 30 m γραμμής, προκλήθηκε μείωση της παραγωγής των ριζών του τεύτλου κατά 14, 17, 25, και 30 %, αντίστοιχα.

Η αρνητική – παρεμποδιστική επίδραση που εμφανίζει η αγριοβαμβακιά στα γειτονικά φυτά μπορεί να είναι το αποτέλεσμα ανταγωνισμού και της εξάντλησης ενός ή περισσότερων πόρων για την επιβίωση ή μπορεί να οφείλεται σε αλληλοπάθεια.

Αν και έχουν γίνει πολλές μελέτες όσον αφορά την πυκνότητα και την διάρκεια της επίδρασης που ποσοτικοποιούν την μείωση της παραγωγής από την αγριοβαμβακιά, λίγες είναι οι μελέτες που έχουν ερευνήσει τους ιδιαίτερους μηχανισμούς στους οποίους οφείλεται αυτή η παρεμπόδιση.

Αρκετές είναι οι έρευνες που έχουν υποστηρίξει ότι ένα μεγάλο μέρος της παρεμποδιστικής δράσης της αγριοβαμβακιάς οφείλεται στην αλληλοπάθεια. Μέρος των ερευνών αυτών αναφέρονται στο επόμενο κεφάλαιο

## **6. Αλληλοπάθεια στην αγριοβαμβακιά**

Οι αλληλοπαθητικές ιδιότητες της αγριοβαμβακιάς έχουν ερευνηθεί σε αρκετά καλλιεργούμενα είδη στα οποία περιλαμβάνονται η σόγια, ο αραβόσιτος, το κριθάρι, ο ηλιάνθος, το σιτάρι, τη μηδική, το γογγύλι και άλλες

Οι Chung et al το 1994 βρήκαν ότι εκχυλίσματα από διάφορα φυτικά μέρη της αγριοβαμβακιάς παρεμπόδισαν σημαντικά την βλάστηση των σπόρων, το μήκος των φυταρίων, το βάρος και την ευρωστία της μηδικής. Η παρεμπόδιση αυτή ήταν πολύ πιο ισχυρή από αυτή που προκάλεσαν εκχυλίσματα από άλλα ζιζάνια όπως η λουβουδιά, το βλήτο, το κίρσιο, αιματόχορτο και το πολυκόμπι. Στο ίδιο πείραμα βρέθηκε ότι τα εκχυλίσματα από τις κορυφές - ιδιαιτέρως τις αποξηραμένες - ήταν πιο ισχυρά αλληλοπαθητικά σε σχέση με το εκχύλισμα από τη ρίζα ή τη χλωρή κορυφή. Το ποσοστό βλάστησης των σπόρων, το μήκος των φυταρίων και το βάρος της μηδικής ήταν αντιστρόφως ανάλογα της συγκέντρωσης του εκχυλίσματος.

Οι Chung et al το 1995 βρήκανε ότι σε αναλογία 1% των φυτικών υπολειμμάτων του *Abutilon theophrasti* στο έδαφος, το ποσοστό βλάστησης των σπόρων της μηδικής ήταν μόνο στο 44% ενώ το ποσοστό επιβίωσης στο 57%. Η παρεμπόδιση αυξανόταν καθώς αυξάνονταν ο χρόνος παραμονής των υπολειμμάτων στο έδαφος.

Οι Kazinczi et al το (1991) μελέτησαν την αλληλοπαθητική επίδραση της αγριοβαμβακιάς στην σόγια, το βλήτο και το κάρδαμο. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι τα υδατικά και αλκοολικά εκχυλίσματα των φύλλων της αγριοβαμβακιάς ενίσχυσαν την βλάστηση των σπόρων στην σόγια και στο βλήτο, ενώ στο κάρδαμο το υδατικό εκχύλισμα από τις ρίζες αύξησε την επιμήκυνση του ριζιδίου και το εκχύλισμα από τα φύλλα την μείωσε. Η ενσωμάτωση στο έδαφος στελεχών και φύλλων της αγριοβαμβακιάς μείωσε το χλωρό βάρος της σόγιας.

Οι Bhowmik et al (1982) βρήκαν ότι η ενσωμάτωση φυτικών ιστών αγριοβαμβακιάς στο έδαφος προκάλεσε μείωση της παραγωγής της σόγιας κατά 14%

Το 2000 οι Beres et al μελετώντας την επίδραση διαφόρων ζιζανίων στην βλάστηση και την ανάπτυξη του κριθαριού, του σιταριού, του αραβόσιτου, της σόγιας και του ηλίανθου βρήκαν ότι τα εκχυλίσματα βλαστών από αγριοβαμβακιά μείωσαν την βλαστικότητα του σιταριού και του κριθαριού κατά 18,3% και 22,7%, αντίστοιχα, σε βιοδοκιμές που γίνανε σε τριβλία petri. Επίσης μειώθηκε η βλαστικότητα των σπόρων της σόγιας και του ηλίανθου. Στο ίδιο πείραμα μετά την ενσωμάτωση φυτικών υπολειμμάτων αγριοβαμβακιάς σε γλάστρες, παρατηρήθηκε μείωση του φυτρώματος

σπόρων των εξεταζόμενων καλλιεργειών και ενίσχυση του χλωρού βάρους των φυταρίων.

Οι σπόροι του *Abutilon theophrasti* έχουν επίσης βρεθεί να επιδρούν αρνητικά στην βλάστηση των σπόρων πολλών καλλιεργειών (25, 31, 67)

Ο Elmore το 1980 βρήκε ότι το ηλικίας 2 ημερών φυτάριο του *Abutilon theophrasti* παρεμπόδισε την έκπτυξη και ανάπτυξη ριζιδίου του γογγυλιού κατά 17% μέσα σε 24 ώρες από την τοποθέτησή τους σε κοινό τριβλίο petri. Τα αλκοολικά και υδατικά εκχυλίσματα των σπόρων της αγριοβαμβακιάς παρεμπόδισαν σημαντικά την βλάστηση των σπόρων του γογγυλιού κατά 97% και 98% αντίστοιχα. Από τον ίδιο ερευνητή εντοπίστηκε ότι η κύρια αλληλοπαθητική δράση βρίσκεται στο όξινο κλάσμα των υδατικών εκχυλισμάτων των σπόρων όπου συνήθως βρίσκονται οι φαινολικές ουσίες του φυτού.

Οι Houtz et al (1984) παρατήρησαν ότι το αδενώδες τρίχωμα της αγριοβαμβακιάς παράγει ρευστά σφαιρίδια που παρουσιάζουν σημαντική παρεμπόδιση στην έκπτυξη του ριζιδίου του κάρδαμου.

Οι Sterling & Putnam (1987) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι παρά την φυτοτοξικότητά του το έκκριμα από το αδενώδες τρίχωμα δεν φαίνεται να συμμετέχει στην αλληλεπίδραση της αγριοβαμβακιάς σε συνθήκες αγρού καθώς αποικοδομείται ταχύτατα από τους μικροοργανισμούς του εδάφους.

## **7. Εφαρμογές της αλληλοπάθειας**

Το αίτημα για την χρήση περισσότερο ασφαλών για το περιβάλλον ζιζανιοκτόνων και η αξιοποίηση φυσικών προϊόντων για τον σκοπό αυτό είναι μια τάση που συνεχώς αυξάνεται. Επιπλέον τα τελευταία χρόνια το πρόβλημα της εμφάνισης ανθεκτικότητας σε ζιζανιοκτόνα αυξάνει συνεχώς ενώ αλλάζει και η σύνθεση του πληθυσμού των ειδών των ζιζανίων με τρόπο ώστε να παραμένουν τα περισσότερα συγγενικά ως προς τα καλλιεργούμενα είδη. Αυτοί οι παράγοντες μαζί με το αυξανόμενο κόστος και την δυσκολία για την δημιουργία νέων συνθετικών ζιζανιοκτόνων, υποδεικνύουν την ανάγκη για την ανάπτυξη νέων και ασφαλών στρατηγικών για την αντιμετώπιση των ζιζανίων. Στην επίτευξη του σκοπού αυτού, οι εφαρμογές της αλληλοπάθειας μπορούν να βοηθήσουν.

Η αλληλοπάθεια βρίσκει εφαρμογή σε μια ποικιλία από γεωργικές μεθόδους αντιμετώπισης των ζιζανίων που μπορεί να είναι από τη δημιουργία αλληλοπαθητικών ποικιλιών έως την κατάρτιση συστήματος αμειψισποράς. Παρακάτω παρατίθενται οι κυριότερες από αυτές τις εφαρμογές.

### **Ποικιλίες με αλληλοπαθητική δράση – ενσωμάτωση γόνων**

Οι διάφορες ποικιλίες των καλλιεργούμενων φυτών διαφέρουν σημαντικά στην αλληλοπαθητική τους ικανότητα. Σημαντική παραλλακτικότητα ανάμεσα στις ποικιλίες όσον αφορά την ύπαρξη αλληλοχημικών και την επίδραση σε άλλα φυτά παρατηρήθηκε στο ρύζι, στο σιτάρι, και σε πολλά άλλα καλλιεργούμενα είδη (60). Σε γενικές γραμμές οι άγριοι πρόγονοι των καλλιεργούμενων ειδών φαίνεται να έχουν πιο ισχυρή αλληλοπαθητική δράση και επομένως η μεταφορά αλληλοπαθητικών γόνων στους καλλιεργούμενους γονότυπους προβάλλει σαν αίτημα. Η μεταφορά βέβαια γόνων δεν είναι τόσο εύκολο εγχείρημα. Αφού βρεθούν πρώτα οι γόννοι που ευθύνονται για την παραγωγή των αλληλοχημικών, δυσκολίες μπορεί να προκύψουν από το γεγονός ότι η αλληλοπάθεια στηρίζεται στην παραγωγή περισσότερων από μια κατηγορία ουσιών που πολλές φορές παράγονται από διαφορετικά μεταβολικά μονοπάτια και επομένως ελέγχονται από διαφορετικούς γόνους. Επιπλέον υπάρχουν και "ρυθμιστικοί" γόννοι που ελέγχουν την έκκριση των παραγόμενων αλληλοχημικών εντός του περιβάλλοντος. Οποιαδήποτε οι μέθοδοι της βιοτεχνολογίας και της γενετικής μηχανική μπορούν να βοηθήσουν στο επίπεδο αυτό (60)

### **Αμειψισπορές**

Κατά την κατάσπρωση ενός προγράμματος αμειψισποράς οι αλληλοπαθητικές επιδράσεις των καλλιεργειών θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη τόσο για θέματα αύξησης της απόδοσης ή τουλάχιστον μη μείωσης της λόγω αλληλοπαθητικών επιδράσεων από την προηγούμενη καλλιέργεια όσο και για θέματα διαχείρισης και μείωσης του δυναμικού των ζιζανίων.

Καθώς είναι γνωστό ότι η παρεμποδιστική αλληλοπαθητική επίδραση είναι συνήθως ισχυρότερη κατά τα αρχικά στάδια αποικοδόμησης των υπολειμμάτων, σημαντικό σημείο κατά την εναλλαγή των καλλιεργειών για

την διαχείριση των ζιζανίων είναι ο χρόνος που μεσολαβεί ανάμεσα στις καλλιέργειες ο οποίος θα πρέπει να είναι ο απαιτούμενος ώστε η σπορά της επόμενης καλλιέργειας να συμπίπτει με το πέρας της έντονα παρεμποδιστικής περιόδου.

**Χρήση υπολειμμάτων:** Η χρήση επιλεκτικά τοξικών φυτικών υπολειμμάτων είναι από τις πιο επιτυχημένες, αποτελεσματικές και άμεσα εφαρμόσιμες στρατηγικές εμπλοκής της αλληλοπάθειας στα αγροοικοσυστήματα. Οι μέθοδοι διαχείρισης των φυτικών αλληλοπαθητικών υπολειμμάτων περιλαμβάνουν:

- Την χρησιμοποίηση των αλληλοπαθητικών καλλιεργειών στην αμειψισπορά και την ενσωμάτωση των υπολειμμάτων μετά το πέρας της καλλιέργειας
- Την χρήση φυτικών υπολειμμάτων για κάλυψη του εδάφους και επιφανειακή κομποστοποίηση
- Τη χρήση αλληλοπαθητικών φυτών ως καλλιέργεια κάλυψης

### **Συγκαλλιέργεια**

Σε ένα ευρύτερο σύστημα διαχείρισης της αλληλοπάθειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συγκαλλιέργεια φυτά που εμφανίζουν εκλεκτική αλληλοπαθητική δράση χωρίς να αλληλεπιδρούν με την κύρια καλλιέργεια.

### **Τοξικά εκχυλίσματα – φυσικά ζιζανιοκτόνα**

Αν και οι περισσότερες αλληλοπαθητικές ουσίες έχουν μειωμένη σταθερότητα στο περιβάλλον και συχνά η αλληλοπαθητική τους δράση εκδηλώνεται μετά από συνδυασμό τους, όπου συμμετέχουν περισσότερες από μια, εν τούτοις υπάρχουν και ουσίες ισχυρά φυτοτοξικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση ζιζανίων είτε αυτούσιες είτε μετά από κάποια χημική τροποποίηση. Στις ουσίες αυτές συγκαταλέγονται η γιουγκλόνη που απομονώθηκε από την καρυδιά και η οποία είναι από τις πιο τοξικές φαινολικές ουσίες, η σοργολεόνη που παράγεται από το σόργο και είναι φυτοτοξική σε υδροπονικές καλλιέργειες, το DIBOA από το ρύζι που είναι τόσο αποτελεσματικό στην μείωση της ανάπτυξης των φυτών όπως πολλά ζιζανιοκτόνα. Δράση παρόμοια με του glyphosate στο φασόλι εμφάνισε η

αρτεμισίνη που απομονώθηκε από το *Artemisia annua*, ενώ άλλα αλκαλοειδή όπως η κολχικίνη και τερπενοειδή όπως η ταξόλη που επεμβαίνει στην διαδικασία της μίτωσης έχουν τρόπους δράσης παρόμοιους με κάποια συνθετικά ζιζανιοκτόνα

Γενικά, χρήσιμες αλληλοπαθητικές ομάδες ή εν δυνάμει χρήσιμες στην γεωργία, περιλαμβάνουν τα φλαβονοειδή, τα πολυακετυλένια, οι κινόνες, τα τερπένια και τα αλκαλοειδή. Πολλές από αυτές τις ουσίες ή τα παράγωγά τους πιστεύεται ότι θα χρησιμεύσουν σαν μοντέλα για νέα ζιζανιοκτόνα ή για ορμόνες ανάπτυξης (83)

### **Παραγωγή νέων χημικών ζιζανιοκτόνων.**

Η αλληλοχημικές ουσίες δεν εμφανίζουν κατά πλειοψηφία ούτε ιδιαίτερη σταθερότητα στο περιβάλλον ούτε σημαντική εκλεκτικότητα. Παρόλα αυτά, θεωρούνται ότι είναι μια σημαντική πηγή έρευνας για την απομόνωση πρόδρομων ουσιών χημικών ζιζανιοκτόνων, που με χημική τροποποίηση μπορεί να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητά και την εκλεκτικότητά τους. Έτσι τα ζιζανιοκτόνα αλογονωμένα βενζοϊκά οξέα όπως τα dicamba, chloramfen και picloram προέκυψαν από το βενζοϊκό οξύ, ένα φαινολικό φυτικό προϊόν. Ένας σημαντικός λόγος που ερευνούνται τα αλληλοχημικά είναι για την εύρεση νέων ουσιών με διαφορετικό σημείο δράσης από τα ήδη υπάρχοντα και γνωστά ζιζανιοκτόνα. (20)

### **Συνδυασμένη χρήση με χημική ζιζανιοκτονία**

Τα αλληλοχημικά μαζί με τα ζιζανιοκτόνα μπορούν να χρησιμοποιηθούν συμπληρωματικά για την αντιμετώπιση των ζιζανίων. Ένα χημικό ζιζανιοκτόνο που εφαρμόζεται μαζί με αλληλοπαθητικές συνθήκες, μπορεί να έχει υποστηρικτική δράση επηρεάζοντας τα ίδια ή διαφορετικά φυτικά είδη. Υπό τις συνθήκες αυτές είναι πιθανή και η χρήση μειωμένης δόσης του ζιζανιοκτόνου.



Πίνακας 1. Καλλιεργούμενα φυτά ή ζιζάνια που τα εκχυλίσματά τους παρουσίασαν έντονη παρεμποδιστική δράση στην βλάστηση και ανάπτυξη φυτών που εξετάστηκαν Duke O.S et al 2002 (20)

Καλλιέργεια ή ζιζάνιο	Καλλιέργεια που επηρεάστηκε
<i>Asparagus officinalis</i>	<i>Lycopersicon esculentum</i> , <i>Asparagus officinalis</i> <i>Festuca sp.</i>
<i>Brassica oleracea</i>	<i>Brassica oleracea</i> <i>Lactuca sativa</i> <i>Lycopersicon esculentum</i>
<i>Hordeum vulgare</i>	<i>Sinapis alba</i>
<i>Juglans nigra</i>	<i>Lycopersicon esculentum</i>
<i>Oryza sativa</i>	<i>Oryza sativa</i> <i>Lactuca sativa</i> <i>Echinochloa crus-gali</i>
<i>Zea mays</i>	Διάφορα ζιζάνια
<i>Triticum aestivum</i>	Διάφορα ζιζάνια
<i>Olea europaea</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i> <i>Chenopodium album</i> <i>Portulaca oleracea</i> <i>Raphanus sativus</i>
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Hordeum vulgare</i> <i>Glycine max</i>
<i>Echinochloa crus-gali</i>	<i>Triticum durum</i> <i>Oryza sativa</i> <i>Glycine max</i>
<i>Sorghum halepense</i>	<i>Glycine max</i> , <i>Gossypium sp</i> <i>Hordeum vulgare</i>
<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Allium cepa</i> <i>Brassica nigra</i> <i>Cucumis sativus</i> <i>Daucus carota</i> <i>Oryza sativa</i> <i>Glycine max</i> <i>Hordeum vulgare</i> <i>Gossypium sp</i> <i>Fragaria sp</i> <i>Lycopersicon esculentum</i> <i>Raphanus sativus</i> <i>Sorghum bicolor</i>



### III. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### A) Προετοιμασία πρώτων υλών και υλικών

##### 1) Συλλογή φυτών.

Φυτά αγριοβαμβακιάς στο στάδιο της άνθισης συλλέχτηκαν από διάφορες περιοχές του νομού Μαγνησίας και Καρδίτσας.

Από μέρος των φυτών που συλλέχτηκαν πάρθηκαν οι μίσχοι, τα φύλλα και στελέχη κομμένα σε κομμάτια και τοποθετήθηκαν στην κατάψυξη νωπά.

Το υπόλοιπο μέρος των φυτών που συλλέχτηκαν αποξηράνθηκαν σε συνθήκες δωματίου και στην συνέχεια τοποθετήθηκαν σε σάκους ανοιχτούς στο πάνω μέρος.

Οι σπόροι που συλλέχτηκαν από τις ώριμες κάψες τοποθετήθηκαν στο ψυγείο.

##### 2) Το έδαφος του πειράματος

Το έδαφος του πειράματος προέρχεται από περιοχές των Νομών Ξάνθης & Καρδίτσας.

Το έδαφος κοσκινίστηκε πριν την χρήση του και απομακρύνθηκαν οι ξένες ύλες. Η μηχανική και χημική ανάλυση έδειξε ότι πρόκειται για ένα αμμοπηλώδες έδαφος με 1% περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και pH = 6,2

##### 3) Οι καλλιέργειες του πειράματος - απολύμανση σπόρων

Για τους σκοπούς του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν σπόροι καλαμποκιού ποικιλίας «Δόξα», βαμβακιού ποικιλίας «Μίδας» και τεύτλου ποικιλίας «Eurora».

Όλοι οι σπόροι πριν την χρήση τους απολυμάνθηκαν εξωτερικά σε διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου 0,4% για πέντε λεπτά. Ακολούθησε ξέπλυμά τους με απιονισμένο νερό.

##### 4) Αποστείρωση τριβλίων

Για τους σκοπούς του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν γυάλινα τριβλία με χάρτινο φίλτρο τα οποία είχαν αποστειρωθεί πριν την χρήση τους. Η αποστείρωση έλαβε χώρα ως εξής.

Αφού έγινε η τοποθέτηση του χάρτινου φίλτρου, τα τριβλία τυλίχτηκαν με αλουμινόχαρτο και τοποθετήθηκαν σε κλίβανο στους 90° C για 3 ημέρες. Στην συνέχεια απομακρύνθηκαν από τον κλίβανο και αφέθηκαν να κρυώσουν. Το αλουμινόχαρτο απομακρύνθηκε λίγο πριν από την χρήση των τριβλίων.

#### 5) Λήψη εκχυλίσματος

Δέκα γραμμάρια από τον φυτικό ιστό που είχε καταψυχθεί νωπός αφέθηκαν για 12 ώρες σε 100 mL απιονισμένου νερού.

Στην συνέχεια ομογενοποιήθηκαν και το υδατικό εκχύλισμα απομακρύνθηκε με φυγοκέντρηση στις 7500 RPM για 10 λεπτά της ώρας στους 4° C.

Το αρχικό αυτό εκχύλισμα θεωρήθηκε ότι ήταν συγκέντρωσης 10% (w/v).

Στην συνέχεια, το αρχικό εκχύλισμα αραιώθηκε στις ακόλουθες αναλογίες: 1:10, 1:50 και 1:100. Οι αναλογίες αυτές χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα που περιγράφονται παρακάτω.

#### 6) Προετοιμασία φυτικών ιστών αγριοβαμβακιάς για το πείραμα αποσύνθεσης

Για τους σκοπούς του πειράματος οι αποξηραμένοι φυτικοί ιστοί της αγριοβαμβακιάς τρίφτηκαν και τεμαχίστηκαν σε μικρά κομμάτια. Συγκεκριμένα τα αποξηραμένα φύλλα και βλαστοί τρίφτηκαν σε κομμάτια μήκους έως 5 mm ενώ τα αποξηραμένα στελέχη κόπηκαν σε κομμάτια μήκους έως 1 cm.

### **B) Πειράματα**

#### Αλληλοπάθεια από αποσύνθεση φυτικών ιστών αγριοβαμβακιάς στο έδαφος

Σε γλαστράκια χωρητικότητας 500 g τοποθετήθηκαν οι αποξηραμένοι και λεπτοκομμένοι φυτικοί ιστοί της αγριοβαμβακιάς αφού πρώτα ενσωματώθηκαν στο έδαφος σε αναλογία 0,5%, 1% και 2% κατά βάρος. Οι φυτικοί ιστοί παρέμειναν για αποικοδόμηση στο έδαφος για 15, 30 και 60 ημέρες. Κάθε 15 ημέρες γίνονταν αναμόχλευση του εδάφους σε κάθε γλαστράκι. Το έδαφος σε κάθε γλαστράκι διατηρούνταν υγρό (περίπου 50% υδατοϊκανότητα) με πότισμα όποτε χρειάζονταν (κάθε 2-3 ημέρες)

Μετά το πέρας του χρονικής διάρκειας της αποσύνθεσης, ακολούθησε αναμόχλευση του εδάφους σε κάθε γλαστράκι, ενσωμάτωση 8 γραμμαρίων βασικού λιπάσματος 12-12-12+Ιχνοστοιχεία, επανατοποθέτηση του μίγματος στις γλάστρες, σπορά των καλλιεργούμενων ειδών και πότισμα με νερό του

δικτύου ύδρευσης. Ο αριθμός των σπόρων που σπάρθηκαν ανά γλάστρα ήταν 10 σπόροι / γλάστρα για το τεύτλο και 8 σπόροι / γλάστρα για το καλαμπόκι και το βαμβάκι.

Για την πραγματοποίηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκε το πειραματικό σχέδιο των πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων με 3 επαναλήψεις για κάθε επέμβαση. Το πείραμα έγινε δυο φορές

Δεκαπέντε ημέρες μετά από την σπορά ακολούθησε η μέτρηση της φυτρωτικότητας των σπόρων και στην συνέχεια έγινε αραίωση των εκπτυγμένων φυτών. Συγκεκριμένα, παρέμειναν 4 φυτά / γλάστρα για το καλαμπόκι και το βαμβάκι και 6 φυτά/ γλάστρα για το τεύτλο.

Ακολούθησε λίπανση με 20 mL πλήρους θρεπτικού διαλύματος στα φυτά που παρέμειναν . Η λίπανση επαναλήφτηκε και μετά από 7 ημέρες.

Μετά την παρέλευση 30 ημερών από την σπορά τα φυτά σε κάθε γλαστράκι κόπηκαν στην επιφάνεια του εδάφους και ζυγίστηκαν για το χλωρό βάρος τους (σε g των φυτών / γλαστράκι).

Στην συνέχεια αποξηράνθηκαν σε κλίβανο για 3 ημέρες στους 90° C και ακολούθησε η μέτρηση του ξηρού βάρους (σε g φυτών / γλαστράκι).

Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν με την μέθοδο ANOVA 2 WAY και έγινε έλεγχος για σημαντικότητα σε επίπεδο 5%

#### Αλληλοπάθεια εκχυλίσματος ανριοβαμβακιάς στο έδαφος

Σε γλαστράκια χωρητικότητας 300 g τοποθετήθηκε έδαφος και έγινε η σπορά των σπόρων των καλλιεργειών. Στην συνέχεια ακολούθησε πότισμα με 80 mL από τις τρεις αραιώσεις του εκχυλίσματος (1:10, 1:50 και 1:100) που παρασκευάστηκε όπως έχει ήδη περιγραφεί.

Ο αριθμός των σπόρων που σπάρθηκαν ήταν 8 σπόροι / γλαστράκι για το τεύτλο και 6 σπόροι / γλαστράκι για το καλαμπόκι και το βαμβάκι.

Χρησιμοποιήθηκε το πειραματικό σχέδιο των πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων με 3 επαναλήψεις για κάθε επέμβαση. Το πείραμα έγινε δυο φορές

Δεκαπέντε ημέρες μετά από την σπορά ακολούθησε η μέτρηση της φυτρωτικότητας των σπόρων και στην συνέχεια έγινε αραίωση των εκπτυγμένων φυτών. Συγκεκριμένα, αφέθηκαν 3 φυτά / γλαστράκι για το καλαμπόκι και το βαμβάκι και 4 φυτά/ γλαστράκι για το τεύτλο. Αμέσως μετά

ακολούθησε λίπανση με 20 mL πλήρους θρεπτικού διαλύματος στα φυτά που παρέμειναν.

Μετά την παρέλευση 30 ημερών από την σπορά τα φυτά σε κάθε γλαστράκι κόπηκαν στην επιφάνεια του εδάφους και ζυγίστηκαν για το χλωρό βάρος τους (σε g των φυτών / γλαστράκι).

Στην συνέχεια αποξηράνθηκαν σε κλίβανο για 3 ημέρες στους 90° C και ακολούθησε η μέτρηση του ξηρού βάρους (σε g των φυτών / γλαστράκι).

Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν με την μέθοδο ANOVA 2 WAY και έγινε έλεγχος για σημαντικότητα σε επίπεδο 5%

#### Αλληλοπάθεια εκχυλίσματος αγριοβαμβακιάς σε τριβλία

Αποστειρωμένοι σπόροι των καλλιεργειών τοποθετήθηκαν σε αποστειρωμένα τριβλία. Στην συνέχεια ακολούθησε πότισμα με 10 mL από τις τρεις αραιώσεις (1:10, 1:50 και 1:100) του εκχυλίσματος που παρασκευάστηκε όπως έχει ήδη περιγραφεί.

Ο αριθμός των σπόρων που τοποθετήθηκαν σε κάθε τριβλίο ήταν 10 σπόροι / τριβλίο για όλες τις καλλιέργειες (καλαμπόκι, βαμβάκι, τεύτλο).

Τα τριβλία τοποθετήθηκαν σε επωαστήριο στο σκοτάδι για 7 ημέρες στους 25°C. Μετά από 7 ημέρες μετρήθηκε το ποσοστό βλάστησης, το μήκος του ριζιδίου και το μήκος του βλαστιδίου όλων των φυταρίων.

Κάθε μεταχείριση είχε 4 επαναλήψεις και το όλο πείραμα έγινε 2 φορές. Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν με την μέθοδο ANOVA 2 WAY και έγινε έλεγχος για σημαντικότητα σε επίπεδο 5%

#### Αλληλοπάθεια σπόρων αγριοβαμβακιάς σε τριβλία

Αποστειρωμένοι σπόροι αγριοβαμβακιάς τοποθετήθηκαν σε αποστειρωμένα τριβλία με 10 mL απιονισμένου νερού για 24 ώρες την πρώτη φορά και για 48 ώρες την δεύτερη φορά που επαναλήφθηκε το πείραμα.

Ακολούθησε τοποθέτηση αποστειρωμένων σπόρων των καλλιεργειών σε αναλογία 1:1 και 1: 2 (σπόροι καλλιέργειας : σπόροι αγριοβαμβακιάς) την πρώτη φορά και σε αναλογία 1:1 , 1:2 και 1:4 (σπόροι καλλιέργειας : σπόροι αγριοβαμβακιάς) την δεύτερη φορά

Τα τριβλία τοποθετήθηκαν σε επωαστήριο στο σκοτάδι για 7 ημέρες στους 25°C. Μετά από 7 ημέρες μετρήθηκε το ποσοστό βλάστησης, το μήκος του ριζιδίου και το μήκος του βλαστιδίου όλων των φυταρίων.

Κάθε μεταχείριση είχε 4 επαναλήψεις και το όλο πείραμα έγινε 2 φορές, με τις διαφοροποιήσεις που έχουν ήδη περιγραφεί πιο πάνω. Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν με την μέθοδο ANOVA 2 WAY και έγινε έλεγχος για σημαντικότητα σε επίπεδο 5%

#### Αλληλοπάθεια ταννικού οξέος σε τριβλία

Αποστειρωμένοι σπόροι των καλλιεργειών τοποθετήθηκαν σε αποστειρωμένα τριβλία. Στην συνέχεια ακολούθησε πότισμα με 10 mL από τις αραιώσεις 1:10, 1:100 και 1:1000 υδατικού διαλύματος ταννικού οξέος αρχικής συγκέντρωσης 1mg/mL.

Ο αριθμός των σπόρων που τοποθετήθηκαν σε κάθε τριβλίο ήταν 10 σπόροι / τριβλίο για όλες τις καλλιέργειες (καλαμπόκι, βαμβάκι, τεύτλο). Στην συνέχεια τα τριβλία τοποθετήθηκαν σε επωαστήριο στο σκοτάδι για 7 ημέρες στους 25°C. Μετά από 7 ημέρες μετρήθηκε το ποσοστό βλάστησης, το μήκος του ριζιδίου και το μήκος του βλαστιδίου όλων των φυταρίων.

Κάθε μεταχείριση είχε 4 επαναλήψεις και το όλο πείραμα έγινε 2 φορές. Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν με την μέθοδο ANOVA 2 WAY και έγινε έλεγχος για σημαντικότητα σε επίπεδο 5%

#### IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

##### 1) Αλληλοπάθεια από αποσύνθεση φυτικών ιστών αγριοβαμβακιάς στο έδαφος

Στο πείραμα αυτό εξετάστηκε:

- Η επίδραση του χρόνου παραμονής των ιστών της αγριοβαμβακιάς στο έδαφος και επομένως του βαθμού αποσύνθεσής τους στο φύτευμα των σπόρων και στο χλωρό και ξηρό βάρος των φυταρίων
- Η επίδραση της ποσότητας στο έδαφος αποσυντιθέμενων ιστών αγριοβαμβακιάς στο φύτευμα των σπόρων και στο χλωρό και ξηρό βάρος των φυταρίων

##### *A) Φύτευμα των σπόρων των καλλιεργειών*

Το φύτευμα των σπόρων των καλλιεργειών επηρεάστηκε αρνητικά από την ύπαρξη εντός του εδάφους ξηρών ιστών αγριοβαμβακιάς και επιπλέον επηρεάστηκε σημαντικά από τον χρόνο αποσύνθεσης των φυτικών υπολειμμάτων.

Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε αύξηση του φυτρώματος των σπόρων των καλλιεργειών όσο μεγάλωνε ο χρόνος αποσύνθεσης των ιστών της αγριοβαμβακιάς.

Στο έδαφος όπου οι φυτικοί ιστοί της αγριοβαμβακιάς αποσυντέθηκαν για 15 ημέρες το φύτευμα των σπόρων για το καλαμπόκι, το βαμβάκι και το τεύτλο ήταν στο 76,6% , 35,8% και 77,3%, αντίστοιχα, ως προς το μάρτυρα. Το αντίστοιχο ποσοστό φυτρώματος ήταν 87,6%, 66,7% και 89,7% όταν οι ιστοί παρέμειναν στο έδαφος για 60 ημέρες. (Σχήμα 1) Τα αποτελέσματα ήταν στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Στο Σχήμα 1 δίνεται διαγραμματικά η μεταβολή του φυτρώματος των σπόρων ανάλογα με την διάρκεια παραμονής των φυτικών ιστών στο έδαφος με τις αντίστοιχες εξισώσεις γραμμικής συσχέτισης. Από το σχήμα και από τον συντελεστή  $R^2$  φαίνεται καθαρά ότι υπάρχει σε σημαντικό βαθμό γραμμική συσχέτιση της διάρκειας αποσύνθεσης των φυτικών ιστών με την φύτευμα των σπόρων. Η επίδραση αυτή ήταν πιο έντονη στο βαμβάκι απ'ότι στις άλλες καλλιέργειες

Τα αποτελέσματα του πειράματος εκφρασμένα σε ποσοστό ως προς το μάρτυρα, έδειξαν ότι η επίδραση του χρόνου αποσύνθεσης των ιστών της

αγριοβαμβακιάς στο φύτευμα των σπόρων των καλλιεργειών ήταν σημαντική σε επίπεδο 5%. Όταν ο έλεγχος της σημαντικότητας έγινε στα αποτελέσματα εκφρασμένα σε απόλυτες τιμές, η επίδραση της αποσύνθεσης των φυτικών ιστών της αγριοβαμβακιάς στο φύτευμα των σπόρων των καλλιεργειών, ήταν σημαντική σε επίπεδο 5% στο καλαμπόκι και στο βαμβάκι όχι όμως στο τεύτλο (Πίνακες 1&2).

Το φύτευμα των σπόρων των καλλιεργειών επηρεάστηκε σημαντικά και από την ποσότητα των ιστών της αγριοβαμβακιάς που ενσωματώθηκαν στο έδαφος. Συγκεκριμένα, το φύτευμα των σπόρων των καλλιεργειών μειώθηκε με την αύξηση της περιεκτικότητας του εδάφους σε ιστούς αγριοβαμβακιάς.

Σε αναλογία ιστών αγριοβαμβακιάς στο έδαφος 0.5% κατά βάρος, το φύτευμα των σπόρων για το καλαμπόκι, το βαμβάκι και το τεύτλο ήταν στο 86%, 69% και 93%, αντίστοιχα ως προς το μάρτυρα. Οι αντίστοιχες τιμές για αναλογία ιστών αγριοβαμβακιάς στο έδαφος 2% κατά βάρος, ήταν στο 81%, 40% και 74% ως προς το μάρτυρα. Τα αποτελέσματα ήταν στατιστικώς σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% (Σχήμα 2).

Στο Σχήμα 2 δίνεται διαγραμματικά η μεταβολή του φυτρώματος των σπόρων ανάλογα με περιεκτικότητα του εδάφους σε ιστούς αγριοβαμβακιάς, με τις αντίστοιχες εξισώσεις γραμμικής συσχέτισης. Από το σχήμα και από τον συντελεστή  $R^2$  φαίνεται καθαρά ότι υπάρχει σε σημαντικό βαθμό γραμμική συσχέτιση της περιεκτικότητας του εδάφους σε ιστούς αγριοβαμβακιάς με την βλαστικότητα των σπόρων. Η επίδραση αυτή ήταν πιο έντονη στο βαμβάκι απ'ότι στις άλλες καλλιέργειες.

Τα αποτελέσματα του πειράματος εκφρασμένα τόσο σε ποσοστό ως προς το μάρτυρα όσο και σε απόλυτες τιμές, έδειξαν ότι η επίδραση που έχει η περιεκτικότητα του εδάφους σε ιστούς αγριοβαμβακιάς στο φύτευμα των σπόρων των καλλιεργειών ήταν σημαντική σε επίπεδο 5%. (Πίνακες 3 & 4)

Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι στους ιστούς της αγριοβαμβακιάς υπάρχουν αλληλοπαθητικές ουσίες οι οποίες επιδρούν αρνητικά στο φύτευμα των σπόρων των τριών καλλιεργειών που εξετάστηκαν.

Οι αλληλοπαθητικές αυτές ουσίες φαίνεται ότι είναι άμεσα υδατοδιαλυτές και επομένως απελευθερώνονται στο εδαφικό περιβάλλον κυρίως κατά τα αρχικά στάδια της αποσύνθεσης ιστών αγριοβαμβακιάς καθώς σε αυτή την χρονική περίοδο εμφανίζεται η ισχυρότερη επίδραση. Με την πάροδο του



χρόνου η δράση των ουσιών αυτών εξασθενεί. Ενδεχομένως οι αλληλοπαθητικές αυτές ουσίες να μεταβάλλονται σε λιγότερο δραστικές με την πρόοδο της αποσύνθεσης.

Μείωση στο φύτρωμα των σπόρων της μηδικής, του σιταριού, του κριθαριού, του καλαμποκιού, της σόγιας και του ηλίανθου βρήκαν και οι Chung et al (1995) Beres et al (2000) όταν ενσωμάτωσαν στο έδαφος φυτικά υπολείμματα αγριοβαμβακιάς. Οι Chung et al (1995) παρατήρησαν ότι η μείωση στο φύτρωμα των σπόρων της μηδικής ήταν μεγαλύτερη καθώς προόδευε η αποσύνθεση των υπολειμμάτων της αγριοβαμβακιάς

### *B) Αύξηση των φυταρίων των καλλιεργειών*

Η ύπαρξη εντός του εδάφους ξηρών ιστών αγριοβαμβακιάς επηρέασε αρνητικά το χλωρό και το ξηρό βάρος των φυταρίων των καλλιεργειών. Η μείωση του χλωρού και του ξηρού βάρους των φυταρίων ήταν μεγαλύτερη καθώς ο χρόνος αποσύνθεσης των φυτικών ιστών ήταν μεγαλύτερος. Στο καλαμπόκι η επίδραση εκδηλώθηκε όταν ο χρόνος αποσύνθεσης των ιστών της αγριοβαμβακιάς ήταν μεγαλύτερος από 15 ημέρες.

Στο έδαφος όπου οι φυτικοί ιστοί της αγριοβαμβακιάς παρέμειναν για 15 ημέρες ο μέσος όρος του χλωρού βάρους για το καλαμπόκι, το βαμβάκι και το τεύτλο ήταν στο 107,3%, 73,9% και 70,1%, αντίστοιχα, ως προς το μάρτυρα, ενώ το ξηρό βάρος ήταν στο 96%, 58% και 77%, αντίστοιχα, ως προς το μάρτυρα (Πίνακας 1).

Στα εδάφη όπου τα υπολείμματα φυτικών ιστών αγριοβαμβακιάς είχαν αποσυντεθεί για 60 ημέρες, το χλωρό βάρος για το καλαμπόκι, το βαμβάκι και το τεύτλο ήταν στο 54% , 48% και 64% αντίστοιχα ως προς το μάρτυρα, ενώ το ξηρό βάρος ήταν στο 57%, 62% και 67% ως προς το μάρτυρα (Πίνακας 1).

Τα αποτελέσματα του πειράματος εκφρασμένα σε ποσοστό ως προς το μάρτυρα, έδειξαν ότι η επίδραση του χρόνου αποσύνθεσης των ιστών της αγριοβαμβακιάς στο χλωρό και το ξηρό βάρος των φυταρίων των καλλιεργειών ήταν σημαντική σε επίπεδο 5% εκτός από το ξηρό βάρος του τεύτλου. Όταν ο έλεγχος της σημαντικότητας έγινε στα αποτελέσματα εκφρασμένα σε απόλυτες τιμές, η επίδραση των φυτικών ιστών της αγριοβαμβακιάς στο χλωρό και το ξηρό βάρος των φυταρίων, ήταν σημαντική

σε επίπεδο 5% στο καλαμπόκι και στο βαμβάκι όχι όμως στο τεύτλο (Πίνακες 1&2).

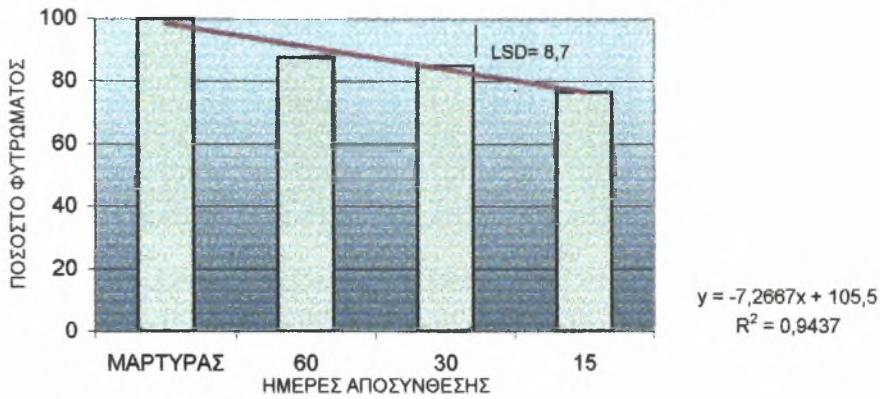
Το χλωρό και το ξηρό βάρος των φυταρίων των καλλιεργειών ήταν αντιστρόφως ανάλογο της περιεκτικότητας του εδάφους σε ιστούς αγριοβαμβακιάς. Σε αναλογία ιστών αγριοβαμβακιάς στο έδαφος 0.5% κατά βάρος, το χλωρό βάρος για το καλαμπόκι, το βαμβάκι και το τεύτλο ήταν κατά μέσο όρο στο 96% , 68% και 75%, αντίστοιχα, ως προς το μάρτυρα, ενώ σε αναλογία ιστών αγριοβαμβακιάς στο έδαφος 2% κατά βάρος, ήταν στο 73%, 49% και 56% για το καλαμπόκι, το βαμβάκι και το τεύτλο αντίστοιχα, ως προς το μάρτυρα. Παρόμοια ήταν και τα αποτελέσματα για το ξηρό βάρος των φυταρίων των καλλιεργειών. (Πίνακας 3)

Τα αποτελέσματα εκφρασμένα σε ποσοστό ως προς το μάρτυρα έδειξαν ότι οι διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων ήταν στατιστικώς σημαντικές σε επίπεδο 5% στο χλωρό και ξηρό βάρος του τεύτλου και του βαμβακιού όχι όμως του καλαμποκιού. Όταν τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε απόλυτες τιμές, οι διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων ήταν σημαντικές στο χλωρό και ξηρό βάρος του βαμβακιού και στο χλωρό βάρος του τεύτλου (Πίνακας 3 & 4)

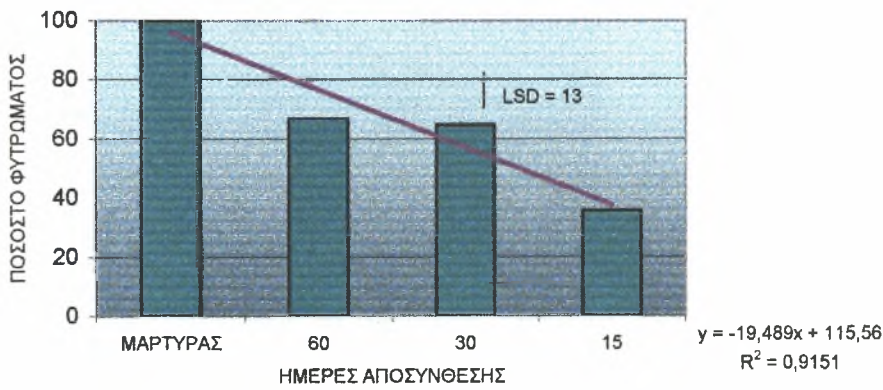
Από τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνεται ότι η αποσύνθεση εντός του εδάφους ξηρών ιστών αγριοβαμβακιάς επηρεάζει αρνητικά την ανάπτυξη των φυταρίων των καλλιεργειών. Η επίδραση αυτή ήταν πιο έντονη στο βαμβάκι απ'ότι στις άλλες καλλιέργειες. Φαίνεται ότι κατά την αποσύνθεση των ιστών της αγριοβαμβακιάς απελευθερώνονται αλληλοπαθητικές ουσίες που επηρεάζουν την αύξηση των φυταρίων των καλλιεργειών που εξετάστηκαν. Καθώς ο χρόνος αποσύνθεσης των ιστών της αγριοβαμβακιάς μεγαλώνει , αυξάνεται η περιεκτικότητα στο έδαφος των αλληλοπαθητικών ουσιών που παρεμποδίζουν την ανάπτυξη των φυταρίων. Πιθανόν η ισχυρή παρεμποδιστική δράση στην αύξηση των φυταρίων να οφείλεται σε ουσίες σταθερές στο εδαφικό περιβάλλον οι οποίες δεν είναι άμεσα υδατοδιαλυτές αλλά απελευθερώνονται στο έδαφος αργότερα κατά την αποικοδόμηση των φυτικών ιστών.

Με τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν οι Kazinski et al (1991) που βρήκαν ότι η ενσωμάτωση στο έδαφος στελεχών και φύλλων της αγριοβαμβακιάς μείωσε το χλωρό βάρος της σόγιας. Αντίθετα οι Beres et al (2000) παρατήρησαν ότι μετά την ενσωμάτωση φυτικών υπολειμμάτων αγριοβαμβακιάς σε γλάστρες ,

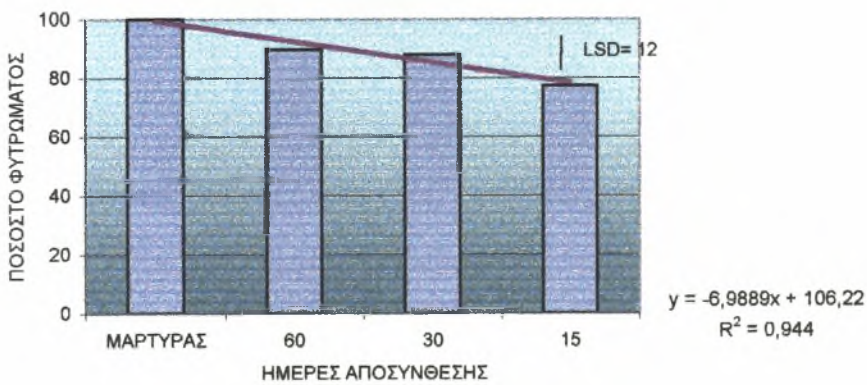
### ΦΥΤΡΩΜΑ ΣΠΟΡΩΝ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ



### ΦΥΤΡΩΜΑ ΣΠΟΡΩΝ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ



### ΦΥΤΡΩΜΑ ΣΠΟΡΩΝ ΤΕΥΤΛΟΥ



Σχήμα 1: Διάγραμμα μεταβολής του φυτρώματος των σπόρων ανάλογα με την διάρκεια αποσύνθεσης των φυτικών ιστών της αγριοβαμβακιάς στο έδαφος με τις αντίστοιχες εξισώσεις γραμμικής συσχέτισης.



Σχήμα 2: Διάγραμμα μεταβολής του φυτρώματος των σπόρων ανάλογα με περιεκτικότητα του εδάφους σε ιστούς αγριοβαμβακιάς, με τις αντίστοιχες εξισώσεις γραμμικής συσχέτισης.

## Πίνακας 1

Επίδραση του χρόνου αποσύνθεσης των φυτικών ιστών αγριοβαμβακιάς στο έδαφος στο φύτευμα των σπέρων, στο χλωρό και στο ξηρό βάρος των φυταρίων καλαμποκιού, βαμβακιού και τεύτλου, όλα εκφρασμένα σε ποσοστό ως προς το μάρτυρα

ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΣΥΝΘΕΣΗΣ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ			ΒΑΜΒΑΚΙ			ΤΕΥΤΛΟ		
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
60 ΗΜΕΡΕΣ	87,67	54,56	57,11	66,78	48,67	62,33	89,78	64,44	67,78
30 ΗΜΕΡΕΣ	85,00	94,33	92,89	64,89	58,11	50,11	87,89	64,22	75,78
15 ΗΜΕΡΕΣ	76,67	107,33	96,00	35,67	73,89	58,44	77,33	70,11	77,78
LSD 0,05	8,7	26,0	17,5	13,1	16,8	17,2	12,1	21,2	NS
CV	10	30	21	20	25	26	15	30	

## Πίνακας 2

Επίδραση του χρόνου αποσύνθεσης των φυτικών ιστών αγριοβαμβακιάς στο έδαφος στο φυτόριμα των σπόρων, στο χλωρό και στο ξηρό βάρος των φυταρίων καλαμποκιού, βαμβακίου και τεύτλου, όλα εκφρασμένα σε απόλυτες τιμές.

ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΣΥΝΘΕΣΗΣ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ			ΒΑΜΒΑΚΙ			ΤΕΥΤΛΟ		
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	100,00	0,88	0,13	75,00	0,79	0,15	70,00	0,18	0,02
60 ΗΜΕΡΕΣ	87,50	0,47	0,07	48,61	0,38	0,09	62,22	0,11	0,01
30 ΗΜΕΡΕΣ	84,72	0,79	0,12	47,22	0,46	0,07	61,11	0,11	0,01
15 ΗΜΕΡΕΣ	76,39	0,90	0,12	26,39	0,58	0,09	53,33	0,12	0,01
LSD 0,05	9,70	0,23	0,03	9,77	0,13	0,03	NS	NS	NS
CV	12	32	24	21	28	30			

### Πίνακας 3

Επίδραση της περιεκτικότητας του εδάφους σε φυτικούς ιστούς αγριοβαμβακιάς, στο φύτρωμα των σπόρων, στο χλωρό και στο ξηρό βάρος των φυταρίων καλαμποκιού, βαμβακιού και τεύτλου, όλα εκφρασμένα σε ποσοστό ως προς το μάρτυρα

ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΔΑΦΟΥΣ ΣΕ ΙΣΤΟΥΣ ΑΓΡΙΚΙΑΣ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ			ΒΑΜΒΑΚΙ			ΤΕΥΤΛΟ		
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
ΠΟΣ 0,5%	86,33	96,22	86,33	69,00	68,00	63,89	93,00	75,22	77,11
ΠΟΣ 1%	82,22	86,67	78,11	58,56	62,89	55,00	87,33	67,33	79,67
ΠΟΣ 2%	80,78	73,33	81,56	39,78	49,78	52,00	74,67	56,22	64,56
LSD 0,05	8,5	NS	NS	13,7	18,6	15,2	12,5	17,2	22,9
CV	10			21	27	23	15	24	30

## Πίνακας 4

Επίδραση της περιεκτικότητας του εδάφους σε φυτικούς ιστούς αγριοβαμβακιάς, στο φύτευμα των σπόρων, στο χλωρό και στο ξηρό βάρος των φυταρίων καλαμποκιού, βαμβακίου και τεύτλου, όλα εκφρασμένα σε απόλυτες τιμές.

ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΔΑΦΟΥΣ ΣΕ ΙΣΤΟΥΣ ΑΓΡ/ΚΙΑΣ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ			ΒΑΜΒΑΚΙ			ΤΕΥΤΛΟ		
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	100,00	0,88	0,13	75,00	0,79	0,15	70,00	0,18	0,02
ΠΟΣ 0,5%	86,11	0,81	0,11	50,00	0,54	0,09	64,44	0,13	0,01
ΠΟΣ 1%	81,94	0,74	0,10	43,06	0,50	0,08	60,00	0,12	0,01
ΠΟΣ 2%	80,56	0,62	0,11	29,17	0,39	0,08	52,22	0,10	0,01
LSD 0,05	9,10	NS	NS	8,47	0,16	0,03	9,34	0,03	NS
CV	11			17	32	26	15	28	



ενισχύθηκε το χλωρό βάρος των φυταρίων πολλών καλλιεργειών (σιτάρι, κριθάρι, καλαμπόκι, σόγια και ηλίανθος).

## 2) Αλληλοπάθεια εκχυλίσματος αγριοβαμβακιάς στο έδαφος

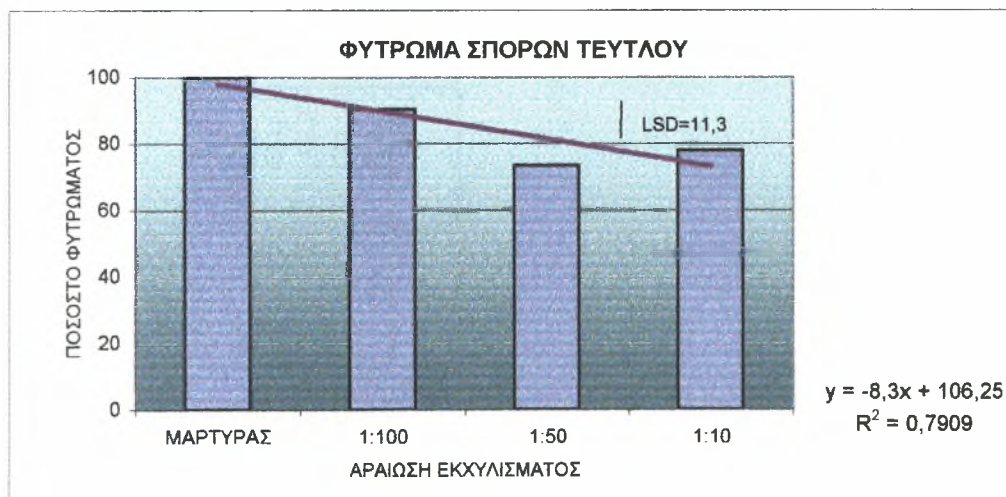
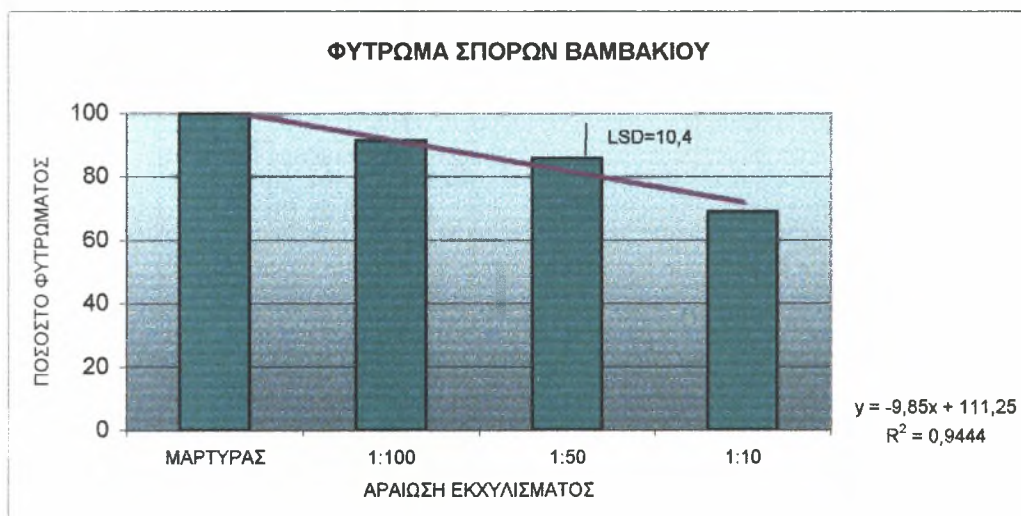
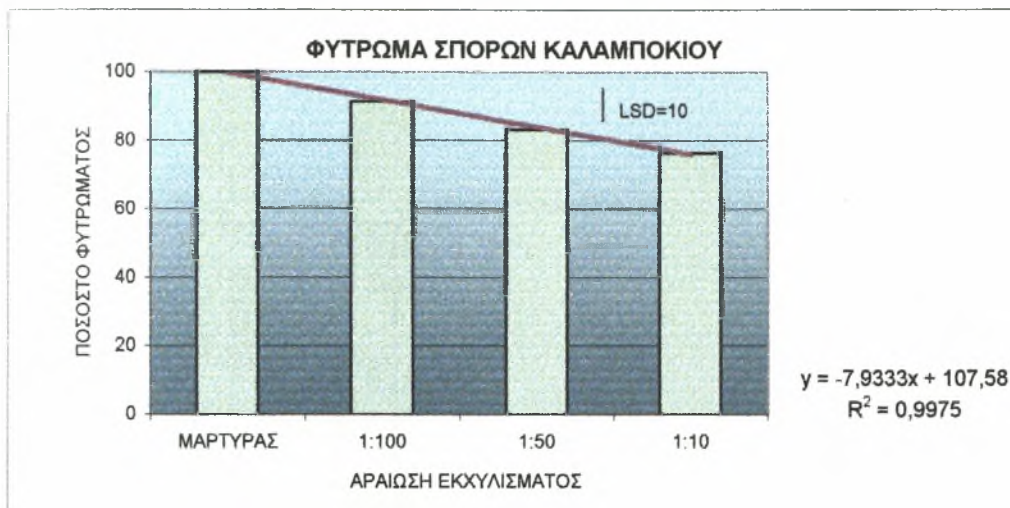
Στο πείραμα αυτό εξετάστηκε η επίδραση εκχυλίσματος ιστών αγριοβαμβακιάς, που εφαρμόστηκε στο έδαφος, σε 3 αραιώσεις, στο φύτευμα των σπόρων και στο χλωρό και ξηρό βάρος των φυταρίων του καλαμποκιού, του βαμβακιού και του τεύτλου.

### A) Φύτευμα των σπόρων των καλλιεργειών

Το φύτευμα των σπόρων των καλλιεργειών επηρεάστηκε αρνητικά από τα εκχυλίσματα ιστών αγριοβαμβακιάς. Τα εκχυλίσματα μείωσαν το φύτευμα των σπόρων ως προς τον μάρτυρα και η μείωση αυτή ήταν μεγαλύτερη στις πιο πυκνές αραιώσεις του εκχυλίσματος. Στην αραιώση 1:10, το φύτευμα των σπόρων του καλαμποκιού, του βαμβακιού και του τεύτλου ήταν στο 76%, 69% και 78%, αντίστοιχα, ως προς το μάρτυρα, ενώ σε αραιώση 1:100 ήταν στο 92%, 92% και 90% για το καλαμπόκι, το βαμβάκι και το τεύτλο, αντίστοιχα, ως προς το μάρτυρα.

Στο Σχήμα 3 δίνεται διαγραμματικά η μεταβολή του φυτρώματος των σπόρων ανάλογα με την αραιώση του αρχικού εκχυλίσματος, με τις αντίστοιχες εξισώσεις γραμμικής συσχέτισης.

Τα αποτελέσματα του πειράματος, εκφρασμένα τόσο σε ποσοστό ως προς το μάρτυρα όσο και σε απόλυτες τιμές, έδειξαν ότι η επίδραση των εκχυλισμάτων στο φύτευμα των σπόρων των καλλιεργειών ήταν σημαντική σε επίπεδο 5%. Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι τα εκχυλίσματα των ιστών της αγριοβαμβακιάς περιέχουν κάποιες αλληλοπαθητικές ουσίες που πρέπει να επιδρούν αρνητικά στο φύτευμα των σπόρων. Η επίδραση ήταν μεγαλύτερη σε υψηλότερες συγκεντρώσεις του εκχυλίσματος και πιο έντονη στο βαμβάκι απ'ότι στις άλλες καλλιέργειες



Σχήμα 3: Διάγραμμα μεταβολής της βλάστησης των σπόρων ανάλογα με την αραιώση του αρχικού εκχυλίσματος από ιστούς αγριοβαμβακιάς, με τις αντίστοιχες εξισώσεις γραμμικής συσχέτισης.

## Πίνακας 5

Επίδραση της συγκέντρωσης του εκχυλίσματος από ιστούς αγριοβαμβακιές στο φύτρωμα των σπόρων, στο χλωρό και στο ξηρό βάρος των φυταρίων καλαμποκιού, βαμβακιού και τεύτλου, όλα εκφρασμένα σε ποσοστό ως προς το μάρτυρα.

ΑΡΑΙΩΣΗ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΟΣ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ			ΒΑΜΒΑΚΙ			ΤΕΥΤΛΟ		
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1:100	91,50	111,33	112,33	91,50	73,67	100,33	90,50	82,17	91,17
1:50	83,17	106,17	104,50	86,00	54,83	73,67	73,50	68,50	65,00
1:10	76,33	106,00	107,17	69,00	59,17	85,17	78,00	81,50	71,17
LSD 0,05 CV	10,00 9	NS	NS	10,40 10	11,00 12	20,60 19	11,32 11	15,29 15	26,22 27

## Πίνακας 6

Επίδραση της συγκέντρωσης του εκχυλίσματος από ιστούς αγριοβαμβακιάς στο φύτευμα των σπόρων, στο χλωρό και στο ξηρό βάρος των φυταρίων καλαμποκιού, βαμβακιού και τεύτλου, όλα εκφρασμένα σε απόλυτες τιμές.

ΑΡΑΙΩΣΗ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΟΣ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ			ΒΑΜΒΑΚΙ			ΤΕΥΤΛΟ		
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	100,00	0,95	0,10	97,22	1,01	0,09	85,42	0,25	0,02
1:100	91,67	1,08	0,11	88,89	0,74	0,09	77,08	0,19	0,02
1:50	83,33	1,03	0,10	83,33	0,55	0,06	62,50	0,15	0,01
1:10	76,38	1,03	0,10	66,67	0,58	0,07	66,67	0,18	0,01
LSD 0,05	10,12	NS	NS	10,50	0,13	0,04	9,86	NS	NS
CV	9			10	15	25	11		

### *B) Αύξηση των φυταρίων των καλλιεργειών*

Η επίδραση των αραιώσεων του εκχυλίσματος στο χλωρό και ξηρό βάρος των καλλιεργειών δεν ήταν ομοιόμορφη.

Στο καλαμπόκι δεν παρατηρήθηκε καμία επίδραση αφού το χλωρό και το ξηρό βάρος κυμάνθηκε από 104% έως 112% ως προς το μάρτυρα, για όλες τις αραιώσεις. Τα βάρη ήταν μεγαλύτερα στις λιγότερο πυκνές συγκεντρώσεις εκχυλίσματος.

Στο βαμβάκι και στο τεύτλο τα εκχυλίσματα προκάλεσαν μείωση στο χλωρό και στο ξηρό βάρος των φυταρίων. Η μείωση όμως αυτή, δεν μεταβάλλονταν σταθερά με την συγκέντρωση του εκχυλίσματος. Η μεγαλύτερη μείωση στο χλωρό και ξηρό βάρος παρατηρήθηκε στην αραιώση 1:50. (Πίνακας 5)

Τα αποτελέσματα του πειράματος εκφρασμένα σε ποσοστό ως προς το μάρτυρα έδειξαν ότι η επίδραση των εκχυλισμάτων ήταν σημαντική στο χλωρό και ξηρό βάρος του βαμβακιού και του τεύτλου ενώ δεν ήταν σημαντική στο καλαμπόκι. Τα αποτελέσματα εκφρασμένα σε απόλυτες τιμές έδειξαν ότι η επίδραση των εκχυλισμάτων ήταν σημαντική μόνο στο χλωρό και στο ξηρό βάρος του βαμβακιού. (Πίνακες 5 & 6)

Από τα αποτελέσματα του πειράματος προκύπτει ότι στα εκχυλίσματα των ιστών της αγριοβαμβακιάς υπάρχουν ουσίες που επηρεάζουν αρνητικά στην αύξηση των φυταρίων του βαμβακιού και του τεύτλου.

Οι Chung et al το 1994 συμφωνούν με τα παραπάνω συμπεράσματα καθώς σε παρόμοιο πείραμα βρήκαν ότι εκχυλίσματα από διάφορα φυτικά μέρη της αγριοβαμβακιάς παρεμπόδισαν σημαντικά την βλάστηση των σπόρων, το μήκος των φυταρίων, το βάρος και την ευρωστία της μηδικής.

### 3) Αλληλοπάθεια εκχυλίσματος αγριοβαμβακιάς σε τριβλία

Στο πείραμα αυτό εξετάστηκε σε τριβλία η επίδραση εκχυλίσματος ιστών αγριοβαμβακιάς στις ίδιες αραιώσεις με το προηγούμενο πείραμα, στην βλάστηση των σπόρων και στο μήκος του ριζιδίου και του βλαστιδίου των φυταρίων του καλαμπόκιου, του βαμβακιού και του τεύτλου.

#### *A) Βλαστικότητα σπόρων καλλιεργειών*

Η βλαστικότητα των σπόρων των καλλιεργειών ήταν αντιστρόφως ανάλογη της συγκέντρωσης των εκχυλισμάτων. Σε γενικές γραμμές τα εκχυλίσματα μείωσαν την βλαστικότητα των σπόρων ως προς τον μάρτυρα και η μείωση αυτή ήταν μεγαλύτερη στις πιο πυκνές αραιώσεις του εκχυλίσματος. Στην αραιώση 1:10, η βλαστικότητα των σπόρων του καλαμποκιού, του βαμβακιού και του τεύτλου ήταν στο 78%, 69% και 43%, αντίστοιχα, ως προς το μάρτυρα, ενώ σε αραιώση 1:100 ήταν στο 101%, 94% και 63% για το καλαμπόκι, το βαμβάκι και το τεύτλο, αντίστοιχα, ως προς το μάρτυρα (Σχήμα 4). Το καλαμπόκι φαίνεται να μην επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό ενώ το τεύτλο επηρεάστηκε περισσότερο από τις καλλιέργειες (Πίνακες 7 & 8)

Στο Σχήμα 4 δίνεται διαγραμματικά η μεταβολή της βλάστησης των σπόρων ανάλογα με την αραιώση του αρχικού εκχυλίσματος, με τις αντίστοιχες εξισώσεις γραμμικής συσχέτισης.

Τα αποτελέσματα του πειράματος τόσο εκφρασμένα σε ποσοστό ως προς το μάρτυρα όσο και σε απόλυτες τιμές έδειξαν ότι η επίδραση των εκχυλισμάτων στην βλάστηση των σπόρων των καλλιεργειών ήταν σημαντική σε επίπεδο 5%

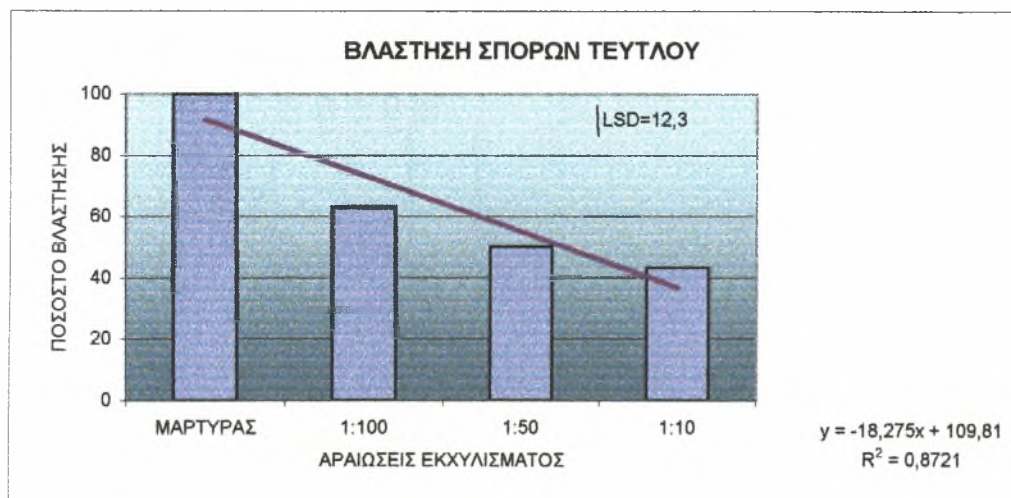
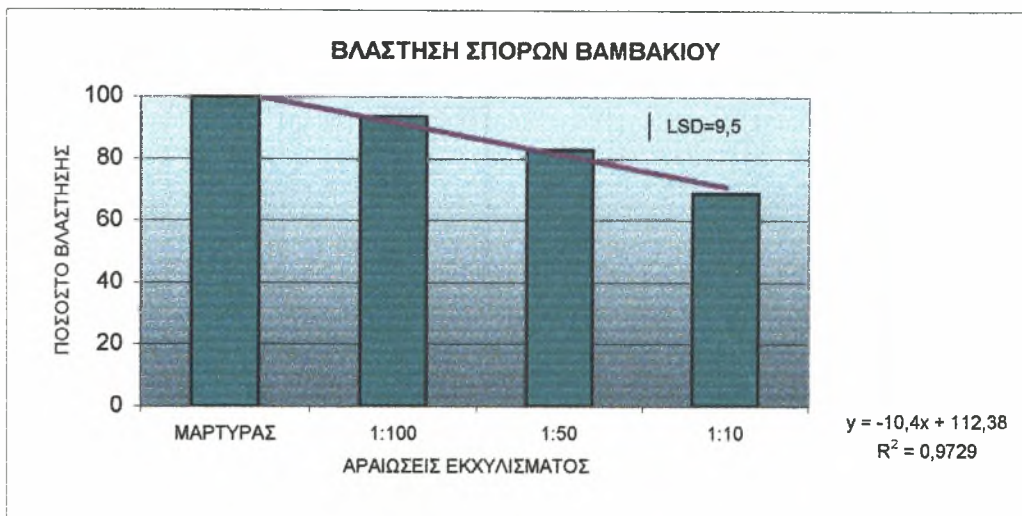
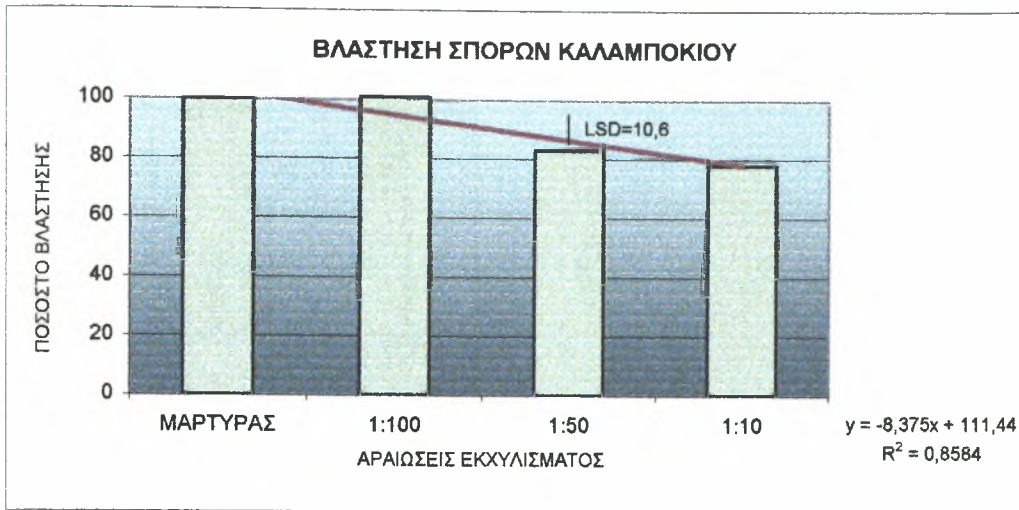
#### *B) Ανάπτυξη φυταρίων καλλιεργειών*

Τα εκχυλίσματα ιστών αγριοβαμβακιάς επέδρασαν ευνοϊκά στο μήκος του ριζιδίου και του βλαστιδίου όλων των καλλιεργειών. Η επίδραση αυτή ήταν πιο έντονη στις πιο πυκνές συγκεντρώσεις του εκχυλίσματος.

Έτσι στην αραιώση 1:10 το μήκος ριζιδίου και βλαστιδίου ήταν 171% και 148% ως προς το μάρτυρα για το καλαμπόκι, 149% και 150% αντίστοιχα για το βαμβάκι και 129% και 138% για το τεύτλο. (Πίνακας 7)

Στην αραιώση 1:100 το μήκος ριζιδίου και βλαστιδίου ήταν στο 145% και 125% ως προς το μάρτυρα αντίστοιχα για το καλαμπόκι, 128% και 150% για το βαμβάκι αντίστοιχα και 103% με 129% για το τεύτλο. (Πίνακας 7)

Τα αποτελέσματα του πειράματος τόσο εκφρασμένα σε ποσοστό ως προς το μάρτυρα όσο και σε απόλυτες τιμές έδειξαν ότι η επίδραση των εκχυλισμάτων ήταν σημαντική σε επίπεδο 5% σε όλες τις εξεταζόμενες παραμέτρους για όλες στις καλλιέργειες. (Πίνακες 7 & 8)



Σχήμα 4: Διάγραμμα μεταβολής της βλάστησης των σπόρων σε τριβλία, ανάλογα με την αρραίωση του αρχικού εκχυλίσματος, με τις αντίστοιχες εξισώσεις γραμμικής συσχέτισης.

## Πίνακας 7

Επίδραση της συγκέντρωσης του εκχυλίσματος από ιστούς αγριοβαμβακιάς στη βλάστηση των σπόρων σε τριβλία, στο χλωρό και στο ξηρό βάρος των φυταρίων καλαμποκιού, βαμβακιού και τεύτλο, όλα εκφρασμένα σε ποσοστό ως προς το μάρτυρα.

ΑΡΑΙΩΣΗ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΟΣ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ			ΒΑΜΒΑΚΙ			ΤΕΥΤΛΟ		
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΡΙΖΙΔΙΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΡΙΖΙΔΙΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΡΙΖΙΔΙΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1:100	100,88	145,25	125,75	93,63	128,63	150,75	63,00	103,38	129,63
1:50	83,13	157,88	112,63	83,00	130,38	135,75	50,13	116,75	112,38
1:10	78,00	171,00	140,00	68,88	149,00	150,00	43,38	129,63	138,25
LSD 0,05	10,60	24,00	25,50	9,60	25,30	17,80	12,30	17,46	NS
CV	11	16	21	11	19	17	18	15	



## Πίνακας 8

Επίδραση της συγκέντρωσης του εκχυλίσματος από ιστούς αγριοβαμβακιάς στη βλάστηση των σπόρων σε τριβλία, στο χλωρό και στο ξηρό βάρος των φυταρίων καλαμποκιού, βαμβακιού και τεύτλο, όλα εκφρασμένα απόλυτες τιμές.

ΑΡΑΙΩΣΗ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΟΣ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ				ΒΑΜΒΑΚΙ				ΤΕΥΤΛΟ					
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ		ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ		ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ		ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ		ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ		ΜΗΚΟΣ ΡΙΖΙΔΙΟΥ		ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ	
	90,63	9,66	4,81	2,03	90,63	3,08	60,00	3,68	3,61	3,78	4,48	4,23	4,00	4,82
1:100	90,63	13,41	5,81	2,53	84,38	4,43	37,50	3,78	3,68	3,78	4,48	4,23	4,00	4,82
1:50	75,00	14,58	5,37	2,56	75,00	3,96	30,00	4,23	3,96	30,00	4,23	4,63	4,82	0,88
1:10	70,31	15,63	6,36	2,98	62,50	4,50	26,25	4,63	4,50	26,25	4,63	4,63	4,82	0,88
LSD 0,05	9,70	1,50	0,89	0,46	8,50	0,99	7,80	0,52	0,99	7,80	0,52	0,52	0,88	0,88
CV	11	11	15	18	10	24	20	12	24	20	12	12	20	20

Από τα αποτελέσματα του πειράματος φαίνεται ότι στα εκχυλίσματα των ιστών της αγριοβαμβακιάς υπήρχαν ουσίες που παρεμποδίζουν την βλάστηση των σπόρων των καλλιεργειών και ουσίες που ευνόησαν την αύξηση των φυταρίων των καλλιεργειών. Οι βοηθητικές αυτές ουσίες θα πρέπει να υπόκεινται σε απενεργοποίηση στο έδαφος λόγω της δράσης των μικροοργανισμών ή λόγω προσρόφησης στο έδαφος. Έτσι η θετική τους επίδραση μπόρεσε να διαφανεί στο πείραμα με τα τριβλία όπου ο παράγοντας έδαφος δεν υφίσταται ενώ στο προηγούμενο πείραμα όπου χρησιμοποιήθηκε έδαφος, η επίδρασή τους δεν ήταν φανερή.

Στην βιβλιογραφία, τα αποτελέσματα σχετικά με την επίδραση των εκχυλισμάτων από αγριοβαμβακιά στην βλάστηση των σπόρων διάφορων καλλιεργειών σε τριβλία, ποικίλουν.

Οι Kazinczi et al (1991) που μελέτησαν την αλληλοπαθητική επίδραση εκχυλισμάτων αγριοβαμβακιάς στην σόγια και το βλήτο βρήκαν ότι τα υδατικά και αλκοολικά εκχυλίσματα των φύλλων της αγριοβαμβακιάς ενίσχυσαν την βλάστηση των σπόρων και στις δύο καλλιέργειες. Αντίθετα οι Beres et al (2000) βρήκαν ότι τα εκχυλίσματα βλαστών από αγριοβαμβακιά μείωσαν την βλαστικότητα των σπόρων του σιταριού και της σόγιας και του ηλιάνθου.

#### 4) Αλληλοπάθεια σπόρων αγριοβαμβακιάς σε τριβλία

Στο πείραμα αυτό εξετάστηκε η επίδραση των σπόρων της αγριοβαμβακιάς στην βλάστηση των σπόρων και στο μήκος του ριζιδίου και του βλαστιδίου των φυταρίων του καλαμποκιού, του βαμβακιού και του τεύτλου.

##### *A) Βλάστηση σπόρων καλλιεργειών*

→ Ο σπόρος της αγριοβαμβακιάς επηρέασε την βλάστηση των σπόρων των τριών καλλιεργειών. Η επίδραση αυτή ήταν μεγαλύτερη με την αύξηση της αναλογίας των σπόρων αγριοβαμβακιάς προς τον αριθμό των σπόρων των καλλιεργειών

Στο Σχήμα 5 δίνεται διαγραμματικά η μεταβολή της βλάστησης των σπόρων σε σχέση με την αναλογία σπόρων καλλιέργειας : σπόροι αγριοβαμβακιάς, με τις αντίστοιχες εξισώσεις γραμμικής συσχέτισης.

Το τεύτλο ήταν η καλλιέργεια που επηρεάστηκε περισσότερο σε σύγκριση με τις υπόλοιπες καλλιέργειες. Στην αναλογία 1:4 το ποσοστό βλάστησης των

σπόρων του καλαμποκιού μειώθηκε στο 77% ως προς το μάρτυρα ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά για το βαμβάκι ήταν στο 22% και για το τεύτλο ήταν στο 15% (Σχήμα 5).

Τα αποτελέσματα του πειράματος τόσο εκφρασμένα σε ποσοστό ως προς το μάρτυρα όσο και σε απόλυτες τιμές (Πίνακες 9 & 10) έδειξαν ότι η επίδραση των σπόρων της αγριοβαμβακιάς στην βλάστηση των σπόρων των καλλιεργειών ήταν σημαντική σε επίπεδο 5%.

Σε παρόμοια αποτελέσματα είχε καταλήξει και ο Elmore το 1980 όπου βρήκε ότι τα αλκοολικά και υδατικά εκχυλίσματα των σπόρων της αγριοβαμβακιάς παρεμπόδισαν σημαντικά την βλάστηση των σπόρων του γογγυλιού κατά 97% και 98% αντίστοιχα.

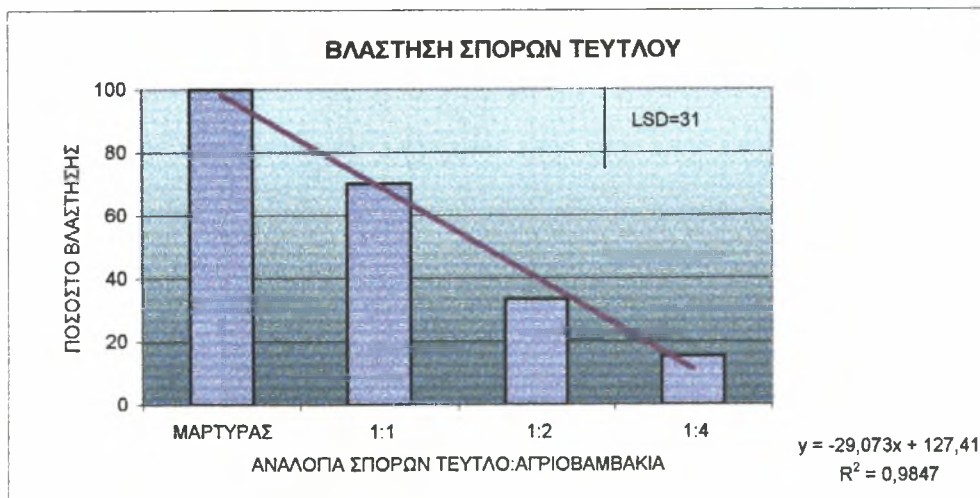
#### *B) Ανάπτυξη φυταρίων καλλιεργειών*

Οι σπόροι της αγριοβαμβακιάς επηρέασαν θετικά το μήκος του ριζιδίου και του βλαστιδίου όλων των καλλιεργειών. Η επίδραση αυτή ήταν διαφορετική για κάθε καλλιέργεια. Στο καλαμπόκι και στο βαμβάκι η θετική επίδραση ήταν μεγαλύτερη όταν αυξήθηκε η αναλογία σπόροι καλλιεργειών : σπόροι αγριοβαμβακιάς. Οι μεγαλύτερες τιμές εμφανίστηκαν στην αναλογία 1:4 όπου το μήκος ριζιδίου και βλαστιδίου του καλαμποκιού έφτασε το 135 και το 131%, αντίστοιχα, ως προς το μάρτυρα και το μήκος ριζιδίου και βλαστιδίου του βαμβακιού έφτασε το 145 και το 142%, αντίστοιχα, ως προς το μάρτυρα (Πίνακας 9).

Στο τεύτλο, η επίδραση των σπόρων της αγριοβαμβακιάς στο μήκος του ριζιδίου και του βλαστιδίου δεν κατέσται δυνατόν να μετρηθεί καθώς η βλαστικότητα ήταν αρκετά μειωμένη έτσι ώστε δεν ήταν δυνατή μια ασφαλή εκτίμηση των παραμέτρων αυτών.

Τα αποτελέσματα του πειράματος εκφρασμένα σε ποσοστό ως προς το μάρτυρα έδειξαν ότι η επίδραση των σπόρων δεν ήταν σημαντική στο μήκος του βλαστιδίου του καλαμποκιού και στο μήκος ριζιδίου και βλαστιδίου του βαμβακιού. Εκφρασμένα σε απόλυτες τιμές έδειξαν ότι η επίδραση των σπόρων ήταν σημαντική σε όλες τις παραμέτρους του πειράματος (Πίνακας 9 & 10).

Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι από τους σπόρους της αγριοβαμβακιάς διαχέονται προς το γειτονικό περιβάλλον, αλληλοπαθητικές



**Σχήμα 5:** Διάγραμμα της μεταβολής της βλάστησης των σπόρων ανάλογα με την αναλογία σπόρων καλλιέργειας : σπόροι αγριοβαμβακιάς, με τις αντίστοιχες εξισώσεις γραμμικής συσχέτισης.

## Πίνακας 9

Επίδραση της αναλογίας σπόρων αγριοβαμβακιάς στην βλάστηση σπόρων, μήκος ριζιδίου και βλαστίδιου σε καλαμπόκι , βαμβάκι και τεύτλο σε τριβλία, όλα εκφρασμένα σε ποσοστό ως προς το μάρτυρα.

ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΣΠΟΡΩΝ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ				ΒΑΜΒΑΚΙ				ΤΕΥΤΛΟ			
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΡΙΖΙΔΙΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΡΙΖΙΔΙΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΡΙΖΙΔΙΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΡΙΖΙΔΙΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
ΑΝΑΛ. 1:1	90,13	111,88	107,00	61,25	91,38	104,13	70,13	209,50	222,63	70,13	209,50	222,63
ΑΝΑΛ. 1:2	87,00	121,75	103,25	37,25	125,25	126,63	33,50	147,75	144,75	33,50	147,75	144,75
ΑΝΑΛ. 1:4	77,20	135,10	131,00	21,80	144,70	142,30	15,30	15,30	15,30	15,30	15,30	15,30
LSD 0,05	6,39	12,30	10,80	17,50	32,20	32,46	31,22	31,22	31,22	31,22	31,22	31,22
CV	7	10	9	30	26	26	54	54	54	54	54	54

## Πίνακας 10

Επίδραση της αναλογίας σπόρων αγριοβαμβακιάς στην βλάστηση σπόρων, μήκος ριζιδίου και βλαστίδιου σε καλαμπόκι, βαμβάκι και τεύτλο σε τριβλία, όλα εκφρασμένα σε απόλυτες τιμές.

ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΣΠΟΡΩΝ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ				ΒΑΜΒΑΚΙ				ΤΕΥΤΛΟ			
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΡΙΖΙΔΙΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΡΙΖΙΔΙΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΡΙΖΙΔΙΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	80,00	13,05	5,39	42,50	2,00	2,18	45,00	2,94	22,50	5,70	2,72	2,72
ΑΝΑΛ. 1:1	71,25	14,44	5,74	25,00	1,58	2,19	22,50	5,70	12,50	5,92	5,51	5,51
ΑΝΑΛ. 1:2	68,75	15,73	5,56	15,00	2,31	2,60	12,50	5,92	15,80	5,92	5,62	5,62
ΑΝΑΛ. 1:4	63,00	17,00	7,00	10,00	2,70	3,20	15,80	5,92	13,20	53	20	20
LSD 0,05	5,60	1,43	0,61	9,35	0,59	0,64	13,20	20	53	20	20	20
CV	7	9	10	38	25	23	53	20	53	20	20	30

ουσίες που παρεμποδίζουν την βλάστηση των σπόρων των τριών καλλιεργειών του πειράματος, και ουσίες που ευνοούν την αύξηση των φυταρίων στο καλαμπόκι και στο βαμβάκι.

Η παρεμποδιστική επίδραση στη βλάστηση των σπόρων ήταν περισσότερο ισχυρή στο τεύτλο απ'ότι στις άλλες καλλιέργειες.

##### 5) Αλληλοπάθεια ταννικού οξέος σε τριβλία

Το ταννικό οξύ χρησιμοποιήθηκε σε αυτό το πείραμα με σκοπό να υπάρχει και κάποια άλλη ένδειξη για το πώς συμπεριφέρονται οι καλλιέργειες του πειράματος υπό την επίδραση άλλων γνωστών αλληλοχημικών ουσιών.

##### *A) Βλάστηση σπόρων καλλιεργειών*

Το ταννικό οξύ επέδρασε στην βλάστηση των σπόρων του βαμβακιού και του τεύτλου όχι όμως του καλαμποκιού, όταν τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε ποσοστό ως προς το μάρτυρα. Συγκεκριμένα, στο καλαμπόκι δεν παρατηρήθηκε καμία μεταβολή. Στο βαμβάκι παρατηρήθηκε κάποια μείωση της βλαστικότητας καθώς αυξάνονταν η συγκέντρωση του ταννικού οξέως η οποία στο έλεγχο που έγινε βρέθηκε σημαντική σε επίπεδο 5%. Στο τεύτλο η μείωση στην βλαστικότητα παρατηρήθηκε σε αραιότερες συγκεντρώσεις του ταννικού οξέως ενώ στις πυκνότερες η βλαστικότητα ξεπέρασε αυτή του μάρτυρα. Η επίδραση αυτή βρέθηκε σημαντική σε επίπεδο 5% (Πίνακας 11).

Όταν τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε απόλυτες τιμές η μεταβολή στην βλαστικότητα του βαμβακιού και του τεύτλου βρέθηκε επίσης σημαντική σε επίπεδο 5%. (Πίνακες 11 & 12)

##### *B) Αύξηση φυταρίων καλλιεργειών*

Το ταννικό οξύ επηρέασε σημαντικά την αύξηση των φυταρίων όλων των καλλιεργειών εκτός από το μήκος του βλαστιδίου του τεύτλου. Στο παραπάνω συμπέρασμα συμφωνούν τα αποτελέσματα των απόλυτων τιμών και των ποσοστών ως προς το μάρτυρα.

Η επίδραση του ταννικού οξέος φαίνεται ότι ήταν διεγερτική. Το μήκος του βλαστιδίου και του ριζιδίου των φυταρίων όλων των καλλιεργειών ήταν μεγαλύτερο έναντι του μάρτυρα σε όλες τις συγκεντρώσεις του ταννικού οξέος. Το μέγεθος όμως της διέγερσης δεν συμβάδιζε με την αυξομείωση της

συγκέντρωσης του ταννικού οξέος, δηλαδή δεν βρέθηκε να υπάρχει κάποια γραμμικότητα στην σχέση αυτή (Πίνακας 11).

Η επίδραση του ταννικού οξέος διέφερε ανάλογα με την συγκέντρωση και την καλλιέργεια. Έτσι, ισχυρή διεγερτική επίδραση είχε η αραιότερη συγκέντρωση στην ανάπτυξη του ριζιδίου του τεύτλου και του βαμβακιού ενώ στο καλαμπόκι ισχυρότερη επίδραση είχαν οι πυκνότερες συγκεντρώσεις.

Από τα αποτελέσματα του πειράματος προκύπτει ότι το ταννικό οξύ εμφανίζει διεγερτική επίδραση στην αύξηση των φυταρίων των καλλιεργειών ενώ η επίδραση του στην βλάστηση των σπόρων των καλλιεργειών είναι μηδαμινή για το καλαμπόκι και σημαντικά παρεμποδιστική για το βαμβάκι και το τεύτλο.



## Πίνακας 11

Επίδραση της συγκέντρωσης του ταννικού οξέος στην βλάστηση σπόρων, μήκος ριζίδιου και βλαστίδιου σε καλαμπόκι , βαμβάκι και τεύτλο, όλα εκφρασμένα σε ποσοστό ως προς το μάρτυρα.

ΑΡΑΙΩΣΕΙΣ ΤΑΝΝΙΚΟΥ ΜΑΡΤΥΡΑΣ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ				ΒΑΜΒΑΚΙ				ΤΕΥΤΛΟ						
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ		ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ		ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ		ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ		ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ		ΜΗΚΟΣ ΡΙΖΙΔΙΟΥ		ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ		
	100,00	100,88	100,00	195,75	100,00	83,38	100,00	152,50	100,00	60,75	100,00	100,00	158,38	100,00	118,50
1:1000	100,88	100,00	175,88	181,88	93,38	120,38	146,88	183,25	103,13	121,13	33,70	25	97,63	92,75	NS
1:10	100,88	216,50	178,50	34,6	12,26	31,02	36,9	29,40	29,40	33,70	33	25	92,75	NS	NS
LSD 0,05	NS	36,18	20	21	13	23	24	24	33	25	25	25	25	25	25
CV															

## Πίνακας 12

Επίδραση της συγκέντρωσης του ταννικού οξέος στην βλάστηση σπόρων, μήκος ριζίδιου και βλασπίδιου σε καλαμπόκι, βαμβάκι και τεύτλο, όλα εκφρασμένα σε απόλυτες τιμές.

ΑΡΑΙΩΣΕΙΣ ΤΑΝΝΙΚΟΥ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ				ΒΑΜΒΑΚΙ				ΤΕΥΤΛΟ			
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΡΙΖΙΔΙΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΡΙΖΙΔΙΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΡΙΖΙΔΙΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΡΙΖΙΔΙΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΙΔΙΟΥ
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	90,63	9,66	4,81	90,63	2,03	3,08	60,00	3,68	3,61	60,00	3,68	3,61
1:1000	90,63	17,95	7,23	75,00	3,00	4,98	35,00	5,51	4,08	35,00	5,51	4,08
1:100	90,63	16,08	8,35	84,38	2,43	4,35	45,00	4,78	3,33	45,00	4,78	3,33
1:10	90,63	19,65	7,95	75,00	2,75	5,28	60,00	4,35	3,28	60,00	4,35	3,28
LSD 0,05	NS	2,32	1,14	11,70	0,56	0,81	16,80	1,03	NS	16,80	1,03	NS
CV		14	16	14	21	18	33	22		33	22	

## **V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Από το πείραμα που έγινε και τα αποτελέσματα που προέκυψαν, φαίνεται ότι η αγριοβαμβακιά είναι ένα ισχυρά αλληλοπαθητικό φυτό το οποίο μπορεί να εμφανίσει τόσο παρεμποδιστικές όσο και διεγερτικές επιδράσεις.

Το φύτευμα των σπόρων στο έδαφος ή η βλάστηση των σπόρων των καλλιεργειών στα τριβλία ήταν το στάδιο της ανάπτυξης που παρεμποδίστηκε σταθερά σε όλα τα επί μέρους πειράματα. Η μεγαλύτερη παρεμπόδιση παρατηρήθηκε στην βλάστηση του βαμβακιού και του τεύτλου ενώ το καλαμπόκι επηρεάζονταν λιγότερο. Η μείωση του φυτρώματος/ βλάστησης των σπόρων ήταν συνήθως αντιστρόφως ανάλογη της συγκέντρωσης του εκχυλίσματος ή της περιεκτικότητας του εδάφους σε ιστούς αγριοβαμβακιάς ή της παρουσίας σπόρων αγριοβαμβακιάς.

Στα πειράματα όπου ενσωματώθηκαν φυτικοί ιστοί αγριοβαμβακιάς στο έδαφος, η αρνητική επίδραση στην βλάστηση των σπόρων μειώνονταν καθώς ο βαθμός αποσύνθεσης των ιστών της αγριοβαμβακιάς στο έδαφος μεγάλωνε.

Από τα παραπάνω γίνεται εμφανές ότι το φύτευμα ή η βλαστικότητα των σπόρων παρεμποδίστηκε από ουσίες άμεσα υδατοδιαλυτές οι οποίες εύκολα μεταπηδούνε στο υδατικό εκχύλισμα ή απελευθερώνονται πρώτες κατά την αποσύνθεση των φυτικών ιστών και μεταβάλλονται σε λιγότερο δραστικές με την εξέλιξη της αποσύνθεσης της αγριοβαμβακιάς στο έδαφος.

Η αύξηση των φυταρίων των καλλιεργειών επηρεάστηκε διαφορετικά ανάλογα με το εάν χρησιμοποιήθηκε έδαφος ή τριβλία.

Σε γενικές γραμμές στα πειράματα όπου χρησιμοποιήθηκε έδαφος, και έγινε μέτρηση του χλωρού και ξηρού βάρους των φυταρίων, παρατηρήθηκε μείωση των βαρών των φυταρίων. Η επίδραση αυτή ήταν εντονότερη στο πείραμα όπου ενσωματώθηκαν στο έδαφος ιστοί αγριοβαμβακιάς για αποσύνθεση. Η μείωση στην αύξηση των φυταρίων ήταν ισχυρότερη καθώς αυξάνονταν ο χρόνος αποσύνθεσης των φυτικών ιστών.

Αντίθετα, στα πειράματα όπου χρησιμοποιήθηκαν τριβλία και έγινε μέτρηση του μήκους του ριζιδίου και του βλαστιδίου, η αύξηση των φυταρίων των καλλιεργειών ευνοήθηκε. Η επίδραση αυτή ήταν έντονη τόσο στο πείραμα

όπου χρησιμοποιήθηκαν υδατικά εκχυλίσματα αγριοβαμβακιάς όσο και στο πείραμα όπου χρησιμοποιήθηκαν σπόροι αγριοβαμβακιάς.

Από τα αποτελέσματα αυτά φαίνεται ότι η αγριοβαμβακιά περιέχει διάφορες αλληλοπαθητικές ουσίες με διαφορετική επίδραση στην αύξηση των φυταρίων.

Η διεγερτική δράση της αγριοβαμβακιάς φαίνεται ότι οφείλεται σε ουσίες οι οποίες είναι άμεσα υδατοδιαλυτές και σχετικά ασταθείς στο εδαφικό περιβάλλον ενώ η παρεμποδιστική δράση στην αύξηση των φυταρίων οφείλεται σε ουσίες περισσότερο σταθερές στο εδαφικό περιβάλλον οι οποίες δεν είναι άμεσα υδατοδιαλυτές αλλά απελευθερώνονται στο έδαφος αργότερα κατά την αποικοδόμηση των φυτικών ιστών.

Σε γενικές γραμμές το βαμβάκι και το τεύτλο στο στάδιο της αύξησης, φαίνεται να επηρεάζονται περισσότερο από τις διεγερτικές και τις παρεμποδιστικές αλληλοπαθητικές ουσίες της αγριοβαμβακιάς απ' ό,τι το καλαμπόκι.

Η γνωστή αλληλοπαθητική ουσία ταννικό οξύ, παρουσίασε και αυτή διεγερτική επίδραση στο στάδιο της αύξησης των φυταρίων των καλλιεργειών, ενώ είχε σημαντική παρεμποδιστική επίδραση στο στάδιο της βλάστησης των σπόρων στο βαμβάκι και στο τεύτλο.

Από την παραπάνω συζήτηση διαφαίνεται ότι η αλληλοπαθητική δράση της αγριοβαμβακιάς βασίζεται στην δράση περισσότερων του ενός ουσιών οι οποίες έχουν διαφορετική επίδραση ανάλογα με το βλαστικό στάδιο της καλλιέργειας και το μέσο όπου απελευθερώνονται (έδαφος ή τριβλία).

Επιπλέον έρευνα χρειάζεται για την απομόνωση και την ταυτοποίηση των παρεμποδιστικών και των διεγερτικών αλληλοπαθητικών ουσιών οι οποίες υπάρχουν στα φύλλα, στα στελέχη και στους σπόρους της αγριοβαμβακιάς και για την μελέτη της τύχης των ουσιών αυτών στο περιβάλλον του εδάφους μετά την απελευθέρωσή τους από τους φυτικούς ιστούς.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) **Abdul Rahman A.A.s. and Habib S.A. 1986.** Effectiveness of herbicides and some plants extracts in controlling dodder on alfalfa. *JAWRR*,5:53
- 2) **Ali Baghestani , Lemieux C , Leroux GD , et al 1999.** Determination of allelochemicals in spring cereal cultivars of different competitiveness. *Weed Science*. 47: 5, 498
- 3) **Alsaadawi I.S., Al Uquaili J.K., Al Rubeaa A.J. and Al Hadithy S.M. 1986.** Allelopathic suppression of weed and nitrification by selected cultivars of *Sorghum bicolor*. *J. Chem. Ecol* 12:209
- 4) **An M., J. Pratley & T. Haig 1996.** Allelopathy: from concept to reality *Proc. 8th Aust. Agron. Conf, Toowoomba.*
- 5) **An M., Johnson I.R. and Lovett J.V. 1996.** *Allelopathy J.* 3, 33
- 6) **Barnes J. P. and Putnam A.R. 1986.** Evidence for allelopathy by residues and aqueous extracts of rye (*Secale cereale*), *Weed science* 34:384.
- 7) **Barnes J. P. , Putnam A. R. , Burke B. A. , Aasen, A. J. 1987.** Isolation and characterization of allelochemicals in rye herbage. *Phytochem.* 26:1385.
- 8) **Barnes J. P. and Putnam, A. R. 1983.** Rye residues contribute weed suppression in no-tillage cropping systems. *J. Chem. Ecol.* 9:1045.
- 9) **Beres I. , Kazinczi G. 2000.** Allelopathic effects of shoot extracts and residues of weeds on field crops. *Allelopathy Journal.* 7: 1, 93
- 10) **Bhowmik P.C. and J.D. Doll 1982.** Corn and soyabean response to allelopathic effects of weed and crop residues. *Agron.J.* 74:601
- 11) **Borner H. 1959.** The apple replant problem I. The excretion of phlorizin from apple root residues. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 20,39
- 12) **Chou, C. H. 1990.** The role of allelopathy in agroecosystems: studies from tropical Taiwan. *Agroecology: Researching the ecological basis for sustainable agriculture.* Gliessman, S. R. (ed) 1990. *Ecological studies #78.* Springer Verlag. Berlin. p. 105 121.
- 13) **Christians N 1995.** A natural herbicide from corn meal for weed free lawns. *IPM Practitioner.* 17: 10, 5

- 14) **Chung IIMin, Miller DA, Chung IM 1995.** Natural herbicide potential of alfalfa residue on selected weed species. *Agronomy Journal*. 87: 5, 920
- 15) **Chung IM , Kim KJ , Kim KH , Ahn JK 1994.** Allelopathic effect of some weed species extracts and residues on alfalfa. *Korean Journal of Crop Science*. 39: 3, 285
- 16) **Chung IM , Miller DA 1995.** Assessment of allelopathic potential of some weed species on alfalfa (*Medicago sativa L.*). Germination and early seedling growth. *Korean Journal of Weed Science*. 15: 2, 121
- 17) **Chung KT , Lu Z , Chou MW 1998.** Mechanism of inhibition of tannic acid and related compounds on the growth of intestinal bacteria. *Food and Chemical Toxicology*. 36: 12, 1053
- 18) **Conn E.E. 1980.** Cyanogenic compounds. *Annu, Rev. Plant. Physiol.* 31:433
- 19) **Davis E.F. 1928.** The toxic principle of *Juglans regia* identified with synthetic juglone and its toxic effect on tomato and alfalfa plants. *Am.J. Bot* 15:620
- 20) **Duke O.S., Dayan E.F., Rimando M.A. et al 2002.** Chemicals from nature for weed management. *Weed Science* 50:138
- 21) **Einhellig F.A. , Leather G.R. and Hobs L.L. 1985** Use of Lemma Minor L. as a bioassay in allelopathy. *J. Chem . Ecol.* 11: 65
- 22) **Einhellig F.A. 1985a** Effects of allelopathic chemicals on crop productivity. *Bioregulators for pest control. P.A. Hedling ACS Symp. Ser.* 276, Amer. Chem. Soc. Washington DC, pp.109
- 23) **Einhellig F.A. 1985b** Allelopathy – a natural protection , allelochemicals. *CRC Handbook of Natural pesticides: Methods. Vol.1 Theory, Practice and detection. N.B. Mandava. CRC Press , Florida pp 161*
- 24) **Einhellig FA 1996** Interactions involving allelopathy in cropping systems. *Agronomy Journal* 88 ,886
- 25) **Elmore C.D. 1980.** Inhibition of turnip seed germination by velvetleaf seed. *Weed Sci.* 28:658
- 26) **Eplee R.E. 1975.** Ethylene: A witchweed germination stimulant. *Weed Sci.*23:224
- 27) **Fischer N.H. & Quijano L. 1985.** Allelopathic agents from common weeds: *Amaranthus palmeri*, *Ambrosia artemisiifolia* and related plants.

The chemistry of Allelopathy. Chem. Soc., A. C. Thompson ed., Washington , DC.

- 28) **Fischer N.H. 1986.** The function of mono and sesquiterpenes as plant germination and plant regulators. The Science of Allelopathy, A.R. Putnam and C.S. Tang ed, John Wiley and Sons, New York.
- 29) **Garcia A.G. & Anderson I.C. 1984.** Monthly variation in allelopathic effects of corn residue on corn seedling growth under three tillage practices. Philipp. J. Crop Sci., 9:1281
- 30) **Gibson DM , Greenspan Gallo L , Krasnoff SB , Ketchum REB 1995** Increased efficacy of *Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki* in combination with tannic acid. Journal of Economic Entomology. 88: 2, 270
- 31) **Gressel J.B. and Holm L.G. 1964.** Chemical inhibition of crop germination by weed seeds and the nature of inhibition of *Abutilon theophrasti*. Weed Res 4:44
- 32) **Guenzi W.D. & T.M. McCalla 1966.** Phenolic acids in oats,wheat, sorghum and corn residues and their phytotoxicity, Agron. J.58: 303
- 33) **Guenzi W.D. & T.M. McCalla 1966.** Phytotoxic substances extracted from soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 30:214
- 34) **Guenzi W.D. Kehr W.R. and McCalla T.M., 1964.** Water soluble phytotoxic substances in alfalfa forage , variation with variety, cutting, year and stage of growth. Agron. J. 56:499
- 35) **Hagood E.S., T.T. Bauman J.L. Williams et al 1980.** Growth analysis of soybeans in competition with velvetleaf. Weed Sci. 28:729
- 36) **Houtz R.L., A.R. Putnam and S.K. Ries 1984.** Allelopathic exudates from velvetleaf trichomes. WSSA Abstr.24:150
- 37) **Hussain F. and Gadoon M.A. 1981.** Alleleopathic effects of *Sorghum vulgare* Pers. Oecologia (Berl), 51:284
- 38) **Ivashchenko AA 1993.** Characteristics of the effect of weeds. Sakharnaya Svekla. 1993 No. 2, 32
- 39) **Jimenez J.J , Schultz A., Anaya A.L. et al 1983.** Allelopathic potential of corn pollen. J.Chem Ecol. 9: 1001
- 40) **Jurzysta M. 1970.** Effects of saponins isolated from seeds of lucerne on germination and growth of cereal seedlings. Zesz.Nauk.UMK Torum 13:253

- 41) **Kazinczi G , Beres I , Hunyadi K , Mikulas J , Polos E 1991..** Study of the allelopathic effect and competitive ability of velvetleaf (*Abutilon theophrasti Medic*). *Novenytermeles*. 40: 4, 321
- 42) **Kim KU , Park YG , Kwak SH 1995.** Development of useful secondary product through plant cell culture (I). *Korean Journal of Weed Science*. 15: 2, 154
- 43) **Kim SY , Datta SK de , Robles RP et al 1993.** Allelopathic effect of sorghum extract and residues on selected crops and weeds. *Korean Journal of Weed Science*. 14: 1, 34
- 44) **Levitt J., J.V. Lovett & P. R. Garlick 1984.** *Datura stramonium* allelochemicals: Longevity in soil and ultrastructural effects on root tip cells of *Helianthus annuus L*. *New Phytol*. 97:213
- 45) **Liu DLY , Christians NE , Garbutt JT 1994** Herbicidal activity of hydrolyzed corn gluten meal on three grass species under controlled environments. *Journal of Plant Growth Regulation*. 1994, 13: 4,
- 46) **Lolas P.C. & Coble 1982.** Noncompetitive effects of Johnsongrass (*Sorghum halepense*) on soybeans (*Glycine max*). *Weed Science* 30: 589
- 47) **Lolas P.C. 1993 .** Allelopathy of pigweed (*Amaranthus retroflexus*) on tobacco (*Nicotiana tabacum*), . *Γεωργική Τεχνολογία* 4/1993
- 48) **Lovett J.V. , J. Levitt , A.M. Duffield & N.G. Smith 1981.** Allelopathic potential of *Datura stramonium*, *Weed Res*. 21: 165
- 49) **Madhu M , Nanjappa HV , Ramachandrappa BK.1995.** Allelopathic effect of weeds on crops. *Mysore Journal of Agricultural Sciences*. 1995, 29: 2, 106
- 50) **Miller D.A. 1992.** Allelopathy in alfalfa and other forage crops in United States. *Allelopathy: Basic and applied aspects* S.J. Rivzi & V. Rivzi ed, Chapman & hall, London
- 51) **Mishustin B.N. And Naumova A.N. 1955.** Secretion of toxic substances by alfalfa and their effect on cotton and soil microflora. *Akad. Nauk USSR Izvestija, Ser. Biol.*, 6:3
- 52) **Mitich L.W. 1991.** Velvetleaf. *Weed Technology* 5:253
- 53) **Netzly D.H & Butler G. L. 1986.** Root of sorghum exude hydrophobic droplets containing biologically active components. *Crop. Sci*. 26:775



- 54) **Nimbal C.I., Pedersen j., Yerkes C.N. et al. 1996.** Activity and distribution of sorgoleone in grain sorghum germplasm. *J. Agric. Food Chem.* 44: 1343
- 55) **Οικονόμου Γ. , Τζάκου Ο. , Γαννίσαρος Α. και άλλοι 1999.** Ανίχνευση παραγόντων με αλληλοπαθητικό δυναμικό στο είδος *Conyza albida Willd. Ex Sprengel*. 11<sup>ο</sup> Επιστημονικό συνέδριο Βόλος 2-3 Δεκεμβρίου 1999, Ελληνική Ζιζανιολογική Εταιρία, 145 10 Κηφισιά, Αθήνα.
- 56) **Oleszek W., Jurzysta M. & Gorski M. P.1992,** Alfalfa saponins the allelopathic agent. *Allelopathy: Basic and applied aspects* S.J. Rivzi & V. Rivzi ed, Chapman & hall, London
- 57) **Patrick Z.A, Toussoum T..A. and Koch L.W 1964.** Effect of crop residue decomposition products on plant roots. *Am. Rev. Phytopathol.* 2: 267
- 58) **Patrick Z.A., Toussoum T.A. and Snyder W.C. 1963.** Phytotoxic substances in arable soil associated with decomposition of plant residues. *Phytopathology* 53:152
- 59) **Pereda – Miranda R., R. Mata, A.L. Anaya, et al 1993.** Tricolorin A, major phytogrowth inhibitor from *Ipomea tricolor*. *J. Nat. Prod.* 56: 571
- 60) **Pratley , Lemerle & Haig 1999** Crop cultivars with allelopathic capability. *Weed Research* 39: 3, 171
- 61) **Putnam A.R., Defrank J. and Barnes J.P. 1983.** Exploitation of allelopathy for weed control in annual and perennial cropping systems. *J. Chem. Ecol.* 9, 1001.
- 62) **Putnam R. Alan 1988.** Allelochemicals from plants as herbicides. *Weed Technology* 2, 510
- 63) **Putnam, A.R , M. G. Nair , and J. B. Barnes. 1990.** Allelopathy: a viable weed control strategy. *New directions in biological control.* Alan R. Liss, Inc. p 317
- 64) **Putnam, A.R , M. G. Nair , and J. B. Barnes. 1990.** Allelopathy: a viable weed control strategy. *New directions in biological control.* Alan R. Liss, Inc. p 317 322.
- 65) **Putnam, A.R. and Tang, C.S. 1986.** *The Science of Allelopathy.* Eds John Wiley & Sons, New York.

- 66) **Qasem JR 1995.** Allelopathic effects of *Amaranthus retroflexus* and *Chenopodium murale* on vegetable crops. *Allelopathy Journal*. 1995, 2: 1, 49
- 67) **Reting B., L.G. Holm and B.E. Struckmeyer. 1972.** Effects of weeds on anatomy of roots of cabbage and tomato. *Weed Sci*. 20:33
- 68) **Rice E.L. 1984.** Allelopathy, Academic Press, New York
- 69) **Rivzi S.J.H. & Rivzi V. 1992.** Allelopathy : Basic and applied aspects. Ed. Chapman and Hall 1992.
- 70) **Sarobol E.. and I.C. Anderson. 1992.** Improving yield of corn – soybean rotation: role of allelopathy. Basic and applied aspects S.J. Rivzi & V. Rivzi ed, Chapman & hall, London
- 71) **Schweizer E.E. and Bridge L.D. 1982.** Sunflower and Velvetleaf interference in sugarbeets. *Weed Science* 30:514
- 72) **Sterling T.M. and Putnam A.R. 1987.** Possible role of glandular trichome exudate in interference by Velvetleaf. *Weed Science* 35:308
- 73) **Tang C.S. and B. Zhang. 1986.** Qualitative and quantitative determination of the allelochemical sphere og germinating mung bean. P.229-242. *The Science of Allelopathy*. (A.R. Putnam & C.S Tang). John Wiley and Sons, New York.
- 74) **Tang C.S., Cai W.F., Kohl K., Nishimoto R.K. 1995.** Plant stresses and allelopathy. *Allelopathy: Organisms, Processes, and Applications*,142. American Chemical Symposium Series no. 582, American Chemical Society, Washington, DC
- 75) **Towers G.H.N. and C.K. Wat. 1978.** Precursors of benzoxazolinone in rye plants. *I. Rev. Latinoam. Quim*. 9:162
- 76) **Uppar D.S. , Nalini A.S. , Hiremath S.M. , Kamatar M.Y. 1993.** Allelopathic effects of weeds on germination and vigour index of wheat. *Current Research University of Agricultural Sciences Bangalore*. 22: 3 5, 47
- 77) **Wang ChenZhu , Zhang ShuFang , Zhang JiHong et al. 1997.** Effect of tannic acid on the effectiveness of *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* against *Helicoverpa armigera* *Entomologia Sinica*. 4: 1, 74



78) **Weston L.A. , A.R. Putnam. 1985.** Inhibition of growth, nodulation and nitrogen fixation of legumes by quackgrass (*Agropyron repens*). *Crop. Sci.* 25:561

79) **Weston L.A. , A.R. Putnam. 1986.** Inhibition of seedling growth by quackgrass (*Agropyron repens*) residues and extracts. *Weed Sci.* 34:366

80) **Weston L.A. , B.A. Bruke & A.R. Putnam. 1987.** Isolation, characterization and activity of phytotoxic compounds from quackgrass (*Agropyron repens*). *J.Chem. Ecol.* 13:403

81) **Whitenack C.J. , M.G. Nair, and A.R. Putnam. 1988.** 2,2' oxo 1,1' azobenzene: A potential allelopathic compound from breakdown of rye (*Secale cereale*) residues. *Abstr. Weed Sci. Soc.Amer.* 28:144

82) **Yakle G.A. &Cruse R.M. 1983..** Corn plant residue age and placement effects on early corn growth. *Can.J. Plant.Sci.* 63:817

83) **Zewdu Kebede 1994.** Allelopathic Chemicals: Their potential uses for weed control in agroecosystems. Department of plant pathology and weed science , Colorado State University

84) **Zhao GuoJing , Chung KingThom , Milow K. et al. 1997** Antibacterial properties of tannic acid and related compounds against the fish pathogen *Cytophaga columnaris*. *Journal of Aquatic Animal Health.* 9: 4, 309

85) **Zhao H.J. , Lin X.W. 1993.** Effects of some phenolic compounds on the physiological characteristics in leaves and growth of main stems of soyabeans. *Plant Physiology Communications.* 29: 1, 41

86) **Zhao HuiJie , Lin XueWu , Shi HongZhi et al. 1995.** The regulating effects of phenolic compounds on the physiological characteristics and yield of soyabeans. *Acta Agronomica Sinica.* 21: 3, 351

87) **Zhou ZhiHong , Luo ShiMing , Mou ZiPin et al. 1998.** Study on allelopathic potentials of several chemical compounds of tomato *Journal of South China Agricultural University.* 19: 3, 56



Faint, illegible text from the reverse side of the document, appearing as bleed-through.

to ismuol tomsio to abuoqm.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000072391