



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Παραδοτέο έργου Π2.2. Έκθεση αναφοράς για τις παραμέτρους που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της ΓΔ εναντίον των σημαντικότερων εντόμων αποθηκών

Τύπος: Έκθεση

Υπο-παραδοτέο Π2.2.3 «Αξιολόγηση των παραμέτρων που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της ΓΔ εναντίον των σημαντικότερων εντόμων αποθηκών»



DiatomiteThem

DiatomiteThem

Τίτλος Έργου:

Προστασία των αποθηκευμένων δημητριακών με τη χρήση γης διατόμων

«Το έργο αυτό υλοποιείται στο πλαίσιο της Δράσης ΕΡΕΥΝΩ-ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ-ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ και συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης και εθνικούς πόρους μέσω του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα & Καινοτομία (ΕΠΑνΕΚ) (κωδικός έργου: Τ2ΕΔΚ-03532)»



ΕΠΑνΕΚ 2014-2020
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγικά στοιχεία	3
2. Πρωτόκολλα βιοδοκιμών	4
3. Αποτελέσματα	10
4. Συζήτηση	19
5. Βιβλιογραφία	21



1. Εισαγωγικά στοιχεία

Όπως έχει αναφερθεί και στα προηγούμενα κεφάλαια, η γη διατόμων παρουσιάζει διαφορετική εντομοκτόνο δράση ανάλογα το γένος του εντόμου – στόχου. Ταυτόχρονα όμως, σημαντικό ρόλο παίζει και το αποθηκευμένο προϊόν στο οποίο θα εφαρμοστεί η γη διατόμων. Έτσι, στην παρούσα ενότητα πραγματοποιήθηκε σειρά από βιοδοκιμές με βάση τα αποτελέσματα της Δράσης 2.1. Όλα τα στάδια ανάπτυξης των εντόμων που αξιολογήθηκαν στην Δράση 2.1. εκτέθηκαν σε διαφορετικά είδη προϊόντος με ΓΔ, με σκοπό να διερευνηθεί η επίδραση του είδους του προϊόντος. Στο πλαίσιο αυτό, αξιολογήθηκαν διάφορες δόσεις της ΓΔ, βασιζόμενες στις προηγούμενες δοκιμές σε έξι διαφορετικά είδη προϊόντων: το σκληρό σιτάρι, το μαλακό σιτάρι, το ρύζι, τον αραβόσιτο (καλαμπόκι), τα φασόλια και τη φακή. Στόχος ήταν η επισήμανση της αποτελεσματικότητας της ΓΔ με βάση τον τύπο του προϊόντος που εφαρμόζεται. Μέσω των αποτελεσμάτων των βιοδοκιμών, θα προσδιοριστούν τα «κρίσιμα» διαστήματα έκθεσης και δόσης της ΓΔ που απαιτούνται για την θανάτωση των εντόμων, σε μεγάλο εύρος αποθηκευμένων προϊόντων και τροφίμων, τα οποία είναι θεμελιώδη για την ανθρώπινη διατροφή.



2. Πρωτόκολλα βιοδοκιμών

Έντομα

Ομοίως με τις βιοδοκιμές της Δράσης 2.1 (βλέπε Π2.1.3), επιλέχθηκαν όλα τα στάδια ανάπτυξης (ακμαίο, νύμφη, προνύμφη και ωό) των ειδών *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae), *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), *Ephestia elutella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae), *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae), *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) και *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Coleoptera: Cucujidae) από τους εργαστηριακούς πληθυσμούς του ΕΕΓΖ. Οι παραπάνω εκτροφές βρίσκονται σε θερμοκρασία 26 °C και σχετική υγρασία 55%, σε συνεχές σκότος, ακολουθώντας τα πρωτόκολλα εκτροφής του ΕΕΓΖ που αναφέρονται στο Π1.2.3. Ο διαχωρισμός των ακμαίων, νυμφών και προνυμφών έγινε με την βοήθεια κόσκινων (Εικόνα 1). Για την συλλογή των ωών, 100 ακμαία άτομα ηλικίας μικρότερης των 7 ημερών, συλλέχθηκαν από τις εργαστηριακές εκτροφές και τοποθετήθηκαν σε ξεχωριστά γυάλινα βάζα ανά είδος μαζί με ποσότητα αλεσμένου αλευριού και αφέθηκαν για 4 ημέρες στους 25°C και 55% σχετική υγρασία, για ωοτοκία (Εικόνα 2). Μετά το πέρας των 4 ημερών, τα ακμαία αφαιρέθηκαν και το αλεύρι κοσκινίστηκε με σκοπό την συλλογή των ωών και την χρήση τους στις βιοδοκιμές.



Εικόνα 1: Διαχωρισμός των ακμαίων, νυμφών και προνυμφών με την βοήθεια κόσκινων.



Εικόνα 2: Γυάλινο βάζο με ποσότητα αλεσμένου αλευριού για φωτοκία.

Βιοδοκιμές

Η διενέργεια των εργαστηριακών βιοδοκιμών σε αυτή τη δράση, αφορούσε όλα τα στάδια ανάπτυξης των εντόμων που αναφέρθηκαν παραπάνω, τα οποία εκτέθηκαν σε διαφορετικά είδη προϊόντος επιπασμένα με ΓΔ της εταιρίας Detia Garda GmbH, με σκοπό την διερεύνηση της επίδρασης του είδους του προϊόντος στην εντομοκτόνο δράση της ΓΔ. Έτσι, αξιολογήθηκαν δυο δόσεις ΓΔ, οι 500 και 1000 ppm (mg εντομοκτόνου/kg προϊόντος), βασισόμενες στα αποτελέσματα των προηγούμενων βιοδοκιμών της Δράσης 2.1. Τα προϊόντα που αξιολογήθηκαν αφορούσαν το σκληρό σιτάρι, το μαλακό σιτάρι, το ρύζι, τον αραβόσιτο (καλαμπόκι), τα φασόλια και τη φακή (Εικόνα 3). Είναι σημαντικό να αναφερθεί, ότι όλα τα προϊόντα που χρησιμοποιήθηκαν στις βιοδοκιμές, δεσμεύθηκαν από τον συνεταιρισμό, έπειτα από συνεννόηση με το ΕΕΓΖ, έτσι ώστε να διεξαχθούν βιοδοκιμές αποκλειστικά στα προϊόντα του συνεταιρισμού. Ιδιαίτερη σημασία δόθηκε στην ξεχωριστή αποθήκευση των συγκεκριμένων ποσοτήτων από την αρχή της συγκομιδής, ώστε να διασφαλιστεί ότι δεν θα γίνει κάποια εφαρμογή με εντομοκτόνο (Εικόνα 4).



Εικόνα 3: Τα προϊόντα που αξιολογήθηκαν στις βιοδοκιμές και ειδικό μηχάνημα για την κοπή τους



Εικόνα 4: Όσπρια του συνεταιρισμού για την διεξαγωγή των πειραμάτων

Η διαδικασία προετοιμασίας των πειραματικών μονάδων πραγματοποιήθηκε με τον ίδιο τρόπο όπως και στην Δράση 2.1. Ενδεικτικά, άτομα από όλα τα στάδια ανάπτυξης των παραπάνω ειδών εκτέθηκαν στα διαφορετικά προϊόντα όπου είχαν εφαρμοστεί οι δόσεις ΓΔ, ενώ αντίστοιχες ποσότητες χωρίς καμιά μεταχείριση/εντομοκτόνο, χρησιμοποιήθηκαν ως «αρνητικοί μάρτυρες». Ποσότητες σπασμένων σπόρων με ειδικό μηχάνημα που διαθέτει ο συνεταιρισμός (Εικόνα 3), επιπασμένες με τις διάφορες δόσεις των ανωτέρων σκευασμάτων, προετοιμάστηκαν και 10 γρ αυτών τοποθετήθηκαν σε κάθε ένα από τα τρία πλαστικά κυλινδρικά φιαλίδια μαζί με 10 άτομα ανά φιαλίδιο, με ξεχωριστά φιαλίδια για κάθε είδος προϊόντος, εντόμου και σταδίου ανάπτυξης (Εικόνα 5). Η θνησιμότητα των ακμαίων αξιολογήθηκε μετά από 7, 14 και 21 ημέρες έκθεσης, των προνυμφών μετά από 1, 3 και 5 ημέρες έκθεσης και των νυμφών και των ωών μετά από 12, 24 και 48 ώρες (Εικόνα 6, 7). Η όλη διαδικασία επαναλήφθηκε τρεις φορές, με την δημιουργία νέων βάζων με προϊόντα κάθε φορά, με 6 φιαλίδια για κάθε έναν συνδυασμό δόσης σκευάσματος, είδους προϊόντος και είδους και σταδίου εντόμου. Οι βιοδοκιμές πραγματοποιήθηκαν στους θαλάμους ελεγχόμενων συνθηκών στους 25 °C και 65% σχετικής υγρασίας.



Εικόνα 5: Φιαλίδια με τα διαφορετικά προϊόντα, πριν την εισαγωγή των εντόμων.

Με βάση τα αποτελέσματα, συσχετίστηκε η θνησιμότητα των διαφορετικών σταδίων των εντόμων με το χρόνο έκθεσης για τα διάφορα θερμοκρασιακά επίπεδα σε



συνάρτηση και με τη σχετική υγρασία (ανάλυση Probit για υπολογισμό του χρόνου έκθεσης που εξασφαλίζει τον θάνατο του 99.996% των ατόμων στις διάφορες θερμοκρασίες). Επιπλέον, για τις βιοδοκιμές όπου χρησιμοποιήθηκε το ακμαίο στάδιο των εντόμων, μετά από την εκτίμηση της θνησιμότητας στις 21 ημέρες έκθεσης, όλα τα αρχικά (ακμαία) έντομα απομακρύνθηκαν από τα φιαλίδια, τα οποία παρέμειναν μόνον με τα προϊόντα με την ΓΔ και τοποθετήθηκαν στους ίδιους θαλάμους για μια πρόσθετη περίοδο 65 ημερών στις ίδιες συνθήκες. Μετά το πέρας αυτής της περιόδου, όλα τα φιαλίδια εξετάστηκαν για παραγωγή απογόνων, ώστε να υπολογιστεί, εκτός από την θνησιμότητα των «γονέων», η επίδραση της υπολειμματικότητας της γης διατόμων στην καταστολή των απογόνων.



Εικόνα 6: Αξιολόγηση της θνησιμότητας του *Tribolium confusum* σε μαλακό σιτάρι (αριστερά) και του *Oryzaephilus surinamensis* σε καλαμπόκι (δεξιά).



Εικόνα 7: Αξιολόγηση της θνησιμότητας των *Plodia interpunctella* και *Ephestia kuehniella* σε ρύζι.



3. Αποτελέσματα

Αντίστοιχα αποτελέσματα με αυτά της Δράσης 2.1 (Βλέπε Π2.1.3) βρέθηκαν και στην παρούσα έρευνα, αφού διαφορετικά ποσοστά θνησιμότητας παρατηρήθηκαν μεταξύ των συνδυασμών του είδους και του σταδίου ανάπτυξης (ακμαίο, νύμφη, προνύμφη και ωό) των εντόμων, του προϊόντος στο οποίο εφαρμόστηκε η γη διατόμων, των δόσεων εφαρμογής και του χρόνου έκθεσης. Κατά γενικό κανόνα, η αποτελεσματικότητα της γης διατόμων επηρεάστηκε σημαντικά όταν εφαρμόστηκε στον αραβόσιτο, ανεξαρτήτως είδους εντόμου και δόσης εφαρμογής. Από την άλλη πλευρά, το μέγιστο της θνησιμότητας επετεύχθη στο μαλακό και σκληρό σιτάρι, στα φασόλια και την φακή, σε όλα τα είδη εντόμων. Και σε αυτή την σειρά βιοδοκιμών φάνηκε ότι το *T. confusum* ήταν το πιο ανεκτικό στις εφαρμογές, με τα *O. surinamensis*, *C. ferrugineus*, *P. interpunctella*, *E. elutella* και *E. kuehniella* να ακολουθούν μαζί ως τα πιο ευαίσθητα. Το γεγονός αυτό είναι πιο ξεκάθαρο στα στάδια του ακμαίου και της προνύμφης (Πίνακας 1 και 3, αντίστοιχα), τα οποία αποτελούν και τα κινητά στάδια ανάπτυξης των υπό μελέτη ειδών. Και εδώ, τα ωά και οι νύμφες όλων των ειδών εντόμων (Πίνακας 2 και 4) παρουσίασαν τόσο μικρή θνησιμότητα, που δεν μπόρεσε να γίνει ανάλυση Probit, δηλ. δεν κατέστη δυνατό να υπολογιστούν οι παράμετροι της ανάλυσης (τιμές, διαστήματα εμπιστοσύνης, δοκιμασία σημαντικότητας) όπως στην περίπτωση των ακμαίων και των προνυμφών (Πίνακες 6 και 7).

Πλήρης καταπολέμηση (δηλ. 100% θνησιμότητα) όλων των ειδών εντόμων στο στάδιο του ακμαίου την 21η ημέρα έκθεσης επετεύχθη με την δόση των 1000 ppm, στο σκληρό σιτάρι για το *C. ferrugineus*, στο μαλακό σιτάρι για τα *C. ferrugineus* και *O. surinamensis*, στο ρύζι για τα *T. confusum*, *C. ferrugineus* και *O. surinamensis*, στην φακή για τα *O. surinamensis*, *P. interpunctella* και *E. kuehniella* και στα φασόλια για τα *C. ferrugineus*, *O. surinamensis*, *P. interpunctella* και *E. elutella*, ενώ στον αραβόσιτο κανένα από τα εξεταζόμενα είδη δεν καταπολεμήθηκε πλήρως, με το μέγιστο της θνησιμότητας να φτάνει έως και το 93% μόνο στην περίπτωση των *C. ferrugineus* και *E. elutella*.

Αντίστοιχα, για το στάδιο της προνύμφης, 100% καταπολέμηση την 5^η ημέρα έκθεσης στα 500 ppm στο σκληρό σιτάρι επετεύχθη μόνο για το *E. kuehniella*, στο μαλακό σιτάρι



για τα *C. ferrugineus* και *O. surinamensis*, στη φακή για τα *C. ferrugineus*, *O. surinamensis*, *P. interpunctella* και *E. kuehniella*, και στα φασόλια για τα *C. ferrugineus*, *P. intercuctella* και *E. kuehniella* (Πίνακας 3). Αντιθέτως, η δόση των 1000 ppm καταπολέμησε πλήρως τα περισσότερα των ειδών εντόμων σε όλα τα προϊόντα που εξετάστηκαν εδώ, εκτός κάποιων εξαιρέσεων όπως του *T. confusum* στο σκληρό σιτάρι, στο ρύζι, στον αραβόσιτο και στα φασόλια, ή του *P. interpunctella* στο μαλακό σιτάρι, στο ρύζι και στον αραβόσιτο.

Τέλος, όσον αφορά τους απογόνους που μετρήθηκαν στις βιοδοκιμές με τα ακμαία άτομα μετά από 65 ημέρες (Πίνακας 5), τα φασόλια και οι φακές φάνηκαν να μην είναι τα κατάλληλα υποστρώματα εκτροφής για τα είδη εντόμων που αξιολογήθηκαν εδώ, αφού βρέθηκαν ελάχιστοι απόγονοι στους μάρτυρες, σε σχέση με τα υπόλοιπα υποστρώματα για τα ίδια είδη. Όσον αφορά την ΓΔ, ακόμα και η χαμηλότερη δόση των 500 ppm φάνηκε να επηρεάζει την ανάπτυξη των απογόνων, σε όλες τις μεταχειρίσεις. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα της ΓΔ ήταν μεγαλύτερη στα σκαθάρια (κολεόπτερα) από ότι στα λεπιδόπτερα που αξιολογήθηκαν εδώ. Αυτό ήταν πιο εμφανές με την δόση των 1000 ppm, όπου κατά γενικό κανόνα, ελάχιστοι απόγονοι (από 6 έως και 0 ακμαία) βρέθηκαν στα *T. confusum*, *C. ferrugineus* και *O. surinamensis* στα σιτάρια, στο ρύζι και στον αραβόσιτο σε σχέση με τα αντίστοιχα αποτελέσματα στην περίπτωση των λεπιδοπτέρων.

**Πίνακας 1:** Μέση θνησιμότητα (%) των ακμαίων των έξι ειδών εντόμων ανά φιαλίδιο που εξετάστηκαν στα διαφορετικά προϊόντα (σκληρό σιτάρι, μαλακό σιτάρι, ρύζι, αραβόσιτος, φακή και φασόλια), μετά από 7, 14 και 21 ημέρες έκθεσης στις 3 διαφορετικές δόσεις γης διατόμων (0, 500 και 1000 ppm).

Δόση	Σπόρος	<i>T. confusum</i>			<i>C. ferrugineus</i>			<i>O. surinamensis</i>			<i>P. interpunctella</i>			<i>E. elutella</i>			<i>E. kuehniella</i>		
		7	14	21	7	14	21	7	14	21	7	14	21	7	14	21	7	14	21
0	Σ. σιτάρι	5,0	5,0	10,0	6,7	6,7	6,7	5,0	8,3	25,0	0,0	3,3	93,3	10,0	21,7	91,7	3,3	41,7	90,0
500	Σ. σιτάρι	6,7	16,7	26,7	28,3	85,0	96,7	80,0	98,3	100,0	16,7	41,7	75,0	25,0	55,0	90,0	18,3	66,7	100,0
1000	Σ. σιτάρι	0,0	11,7	28,3	58,3	100,0	100,0	20,0	68,3	93,3	35,0	53,3	85,0	30,0	76,7	96,7	21,7	78,3	95,0
0	Μ. σιτάρι	1,7	3,3	3,3	3,3	5,0	16,7	3,3	10,0	26,7	3,3	3,3	80,0	10,0	38,3	56,7	8,3	90,0	90,0
500	Μ. σιτάρι	10,0	15,0	30,0	45,0	73,3	90,0	45,0	95,0	100,0	20,0	60,0	78,3	31,7	60,0	90,0	20,0	66,7	95,0
1000	Μ. σιτάρι	6,7	23,3	51,7	58,3	86,7	100,0	81,7	100,0	100,0	18,3	65,0	88,3	25,0	86,7	96,7	15,0	53,3	91,7
0	Ρύζι	3,3	15,0	28,3	8,3	15,0	40,0	5,0	18,3	48,3	8,3	30,0	78,3	20,0	61,7	83,3	1,7	53,3	85,0
500	Ρύζι	53,3	88,3	98,3	60,0	85,0	93,3	100,0	100,0	100,0	36,7	53,3	86,7	21,7	51,7	91,7	20,0	61,7	88,3
1000	Ρύζι	88,3	100,0	100,0	90,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	35,0	80,0	96,7	38,3	53,3	93,3	28,3	66,7	91,7
0	Αραβόσιτος	0,0	3,3	5,0	1,7	3,3	11,7	5,0	11,7	23,3	0,0	5,0	80,0	13,3	51,7	86,7	6,7	70,0	90,0
500	Αραβόσιτος	1,7	8,3	11,7	20,0	51,7	81,7	8,3	23,3	51,7	16,7	26,7	76,7	18,3	46,7	86,7	20,0	61,7	88,3
1000	Αραβόσιτος	10,0	15,0	21,7	46,7	90,0	93,3	16,7	36,7	60,0	31,7	56,7	90,0	31,7	73,3	93,3	21,7	61,7	86,7
0	Φακή	1,7	1,7	3,3	13,3	51,7	56,7	25,0	51,7	78,3	16,7	46,7	100,0	26,7	65,0	96,7	43,3	78,3	100,0
500	Φακή	26,7	45,0	61,7	61,7	93,3	93,3	51,7	86,7	93,3	15,0	70,0	96,7	30,0	70,0	100,0	43,3	63,3	100,0
1000	Φακή	31,7	58,3	86,7	91,7	91,7	95,0	76,7	91,7	100,0	30,0	75,0	100,0	23,3	73,3	96,7	41,7	68,3	100,0
0	Φασόλια	3,3	3,3	5,0	45,0	63,3	66,7	11,7	51,7	68,3	21,7	48,3	91,7	21,7	48,3	91,7	18,3	73,3	96,7
500	Φασόλια	11,7	33,3	61,7	60,0	88,3	100,0	65,0	85,0	95,0	41,7	71,7	100,0	33,3	76,7	100,0	31,7	75,0	100,0
1000	Φασόλια	33,3	55,0	88,3	100,0	100,0	100,0	98,3	98,3	100,0	48,3	65,0	100,0	45,0	66,7	100,0	28,3	61,7	96,7



Πίνακας 2: Μέση θνησιμότητα (%) των νυμφών ανά φιαλίδιο των έξι ειδών εντόμων που εξετάστηκαν στα διαφορετικά προϊόντα (σκληρό σιτάρι, μαλακό σιτάρι, ρύζι, αραβόσιτος, φακή και φασόλια), μετά από 12, 24 και 48 ώρες έκθεσης στις 3 διαφορετικές δόσεις γης διατόμων (0, 500 και 1000 ppm).

Δόση	Σπόρος	<i>T. confusum</i>			<i>C. ferrugineus</i>			<i>O. surinamensis</i>			<i>P. interpunctella</i>			<i>E. elutella</i>			<i>E. kuehniella</i>		
		12	24	48	12	24	48	12	24	48	12	24	48	12	24	48	12	24	48
0	Σ. σιτάρι	0,0	1,7	1,7	0,0	3,3	3,3	0,0	1,7	1,7	0,0	1,7	3,3	1,7	1,7	3,3	1,7	3,3	3,3
500	Σ. σιτάρι	1,7	6,7	6,7	0,0	8,3	10,0	1,7	5,0	5,0	1,7	1,7	8,3	1,7	3,3	5,0	6,7	6,7	6,7
1000	Σ. σιτάρι	3,3	8,3	11,7	1,7	5,0	5,0	1,7	5,0	6,7	1,7	5,0	8,3	0,0	1,7	1,7	6,7	6,7	6,7
0	Μ. σιτάρι	6,7	10,0	10,0	1,7	10,0	10,0	0,0	5,0	6,7	1,7	3,3	6,7	0,0	5,0	10,0	1,7	6,7	10,0
500	Μ. σιτάρι	1,7	1,7	3,3	1,7	10,0	10,0	0,0	6,7	8,3	1,7	1,7	13,3	0,0	3,3	5,0	0,0	5,0	5,0
1000	Μ. σιτάρι	0,0	1,7	8,3	5,0	18,3	18,3	1,7	5,0	8,3	8,3	8,3	16,7	1,7	1,7	3,3	1,7	3,3	5,0
0	Ρύζι	1,7	5,0	5,0	0,0	6,7	11,7	5,0	8,3	8,3	1,7	5,0	10,0	0,0	6,7	6,7	0,0	6,7	6,7
500	Ρύζι	3,3	3,3	5,0	1,7	6,7	6,7	0,0	8,3	8,3	6,7	11,7	18,3	1,7	11,7	11,7	0,0	5,0	5,0
1000	Ρύζι	5,0	8,3	10,0	1,7	8,3	8,3	3,3	5,0	5,0	3,3	3,3	8,3	1,7	6,7	8,3	0,0	8,3	13,3
0	Αραβόσιτος	3,3	8,3	10,0	0,0	11,7	11,7	0,0	3,3	8,3	1,7	1,7	1,7	6,7	6,7	15,0	0,0	3,3	3,3
500	Αραβόσιτος	3,3	5,0	8,3	3,3	11,7	11,7	3,3	6,7	6,7	1,7	6,7	10,0	1,7	5,0	6,7	0,0	6,7	10,0
1000	Αραβόσιτος	11,7	13,3	16,7	3,3	13,3	13,3	3,3	10,0	15,0	3,3	8,3	15,0	0,0	10,0	10,0	0,0	5,0	5,0
0	Φακή	0,0	0,0	8,3	1,7	10,0	10,0	1,7	6,7	6,7	1,7	6,7	16,7	1,7	6,7	10,0	3,3	6,7	11,7
500	Φακή	5,0	5,0	8,3	1,7	13,3	13,3	1,7	5,0	6,7	0,0	0,0	6,7	1,7	5,0	11,7	1,7	5,0	11,7
1000	Φακή	0,0	1,7	5,0	3,3	6,7	6,7	1,7	5,0	5,0	0,0	0,0	5,0	0,0	5,0	8,3	5,0	6,7	8,3
0	Φασόλια	5,0	6,7	6,7	3,3	13,3	13,3	0,0	3,3	3,3	3,3	5,0	8,3	1,7	1,7	1,7	0,0	5,0	5,0
500	Φασόλια	1,7	10,0	10,0	1,7	5,0	5,0	0,0	1,7	1,7	1,7	1,7	6,7	0,0	1,7	6,7	1,7	6,7	8,3
1000	Φασόλια	1,7	6,7	6,7	3,3	6,7	6,7	11,7	16,7	16,7	0,0	1,7	5,0	6,7	8,3	10,0	1,7	5,0	5,0



Πίνακας 3: Μέση θνησιμότητα (%) των προνυμφών των έξι ειδών εντόμων ανά φιαλίδιο που εξετάστηκαν στα διαφορετικά προϊόντα (σκληρό σιτάρι, μαλακό σιτάρι, ρύζι, αραβόσιτος, φακή και φασόλια), μετά από 1, 3 και 5 ημέρες έκθεσης στις 3 διαφορετικές δόσεις γης διατόμων (0, 500 και 1000 ppm).

Δόση	Σπόρος	<i>T. confusum</i>			<i>C. ferrugineus</i>			<i>O. surinamensi</i>			<i>P. interpunctell</i>			<i>E.elutella</i>			<i>E.kuehniella</i>		
		1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5
0	Σ. σιτάρι	0,0	0,0	5,0	1,7	1,7	10,0	0,0	1,7	8,3	1,7	6,7	13,3	5,0	6,7	10,0	1,7	3,3	5,0
500	Σ. σιτάρι	36,7	65,0	80,0	61,7	95,0	95,0	35,0	70,0	93,3	78,3	98,3	98,3	56,7	76,7	95,0	78,3	100,0	100,0
1000	Σ. σιτάρι	76,7	93,3	96,7	65,0	98,3	100,0	83,3	91,7	100,0	95,0	96,7	100,0	86,7	98,3	100,0	83,3	93,3	98,3
0	Μ. σιτάρι	0,0	1,7	3,3	0,0	1,7	5,0	3,3	3,3	10,0	1,7	1,7	5,0	0,0	3,3	8,3	5,0	8,3	11,7
500	Μ. σιτάρι	38,3	66,7	85,0	35,0	65,0	100,0	56,7	86,7	100,0	55,0	76,7	98,3	35,0	70,0	88,3	36,7	78,3	90,0
1000	Μ. σιτάρι	70,0	91,7	100,0	71,7	98,3	100,0	80,0	83,3	83,3	88,3	95,0	96,7	98,3	100,0	100,0	71,7	83,3	100,0
0	Ρύζι	0,0	0,0	1,7	1,7	1,7	10,0	1,7	1,7	3,3	1,7	1,7	10,0	1,7	1,7	23,3	0,0	3,3	8,3
500	Ρύζι	38,3	60,0	83,3	21,7	50,0	93,3	45,0	68,3	93,3	40,0	68,3	83,3	48,3	73,3	95,0	36,7	70,0	81,7
1000	Ρύζι	75,0	91,7	98,3	33,3	71,7	100,0	66,7	93,3	100,0	63,3	91,7	95,0	78,3	90,0	100,0	63,3	90,0	95,0
0	Αραβόσιτος	3,3	3,3	11,7	5,0	5,0	13,3	1,7	3,3	6,7	0,0	6,7	10,0	1,7	1,7	20,0	0,0	1,7	10,0
500	Αραβόσιτος	20,0	46,7	76,7	18,3	36,7	78,3	23,3	35,0	83,3	5,0	40,0	58,3	28,3	45,0	65,0	11,7	48,3	73,3
1000	Αραβόσιτος	46,7	76,7	88,3	50,0	73,3	91,7	30,0	71,7	93,3	21,7	56,7	88,3	31,7	75,0	90,0	28,3	85,0	91,7
0	Φακή	1,7	10,0	18,3	10,0	28,3	40,0	11,7	21,7	23,3	5,0	30,0	36,7	25,0	31,7	28,3	8,3	30,0	38,3
500	Φακή	66,7	90,0	98,3	76,7	93,3	100,0	61,7	98,3	100,0	81,7	100,0	100,0	78,3	91,7	100,0	55,0	100,0	100,0
1000	Φακή	71,7	93,3	100,0	86,7	100,0	100,0	70,0	95,0	98,3	98,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	73,3	100,0	100,0
0	Φασόλια	1,7	8,3	36,7	13,3	28,3	40,0	11,7	11,7	18,3	21,7	38,3	50,0	20,0	31,7	36,7	10,0	33,3	43,3
500	Φασόλια	50,0	83,3	98,3	75,0	93,3	100,0	70,0	96,7	98,3	86,7	100,0	100,0	78,3	98,3	98,3	70,0	100,0	100,0
1000	Φασόλια	80,0	90,0	98,3	96,7	98,3	98,3	80,0	100,0	100,0	98,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	91,7	100,0	100,0



Πίνακας 4: Μέση θνησιμότητα (%) των ωών των έξι ειδών εντόμων ανά φιαλίδιο που εξετάστηκαν στα διαφορετικά προϊόντα (σκλήρο σιτάρι, μαλακό σιτάρι, ρύζι, αραβόσιτος, φακή και φασόλια), μετά από 12, 24 και 48 ώρες έκθεσης στις 3 διαφορετικές δόσεις γης διατόμων (0, 500 και 1000 ppm).

Δόση	Σπόρος	<i>T. confusum</i>			<i>C. ferrugineus</i>			<i>O. surinamensis</i>			<i>P. interpunctella</i>			<i>E. elutella</i>			<i>E. kuehniella</i>		
		12	24	48	12	24	48	12	24	48	12	24	48	12	24	48	12	24	48
0	Σ. σιτάρι	1,7	3,3	5,0	3,3	6,7	13,3	3,3	6,7	11,7	1,7	3,3	15,0	1,7	8,3	15,0	8,3	8,3	10,0
500	Σ. σιτάρι	1,7	1,7	1,7	3,3	6,7	8,3	1,7	6,7	6,7	5,0	11,7	15,0	1,7	3,3	5,0	1,7	1,7	3,3
1000	Σ. σιτάρι	5,0	6,7	8,3	1,7	10,0	10,0	5,0	5,0	6,7	3,3	5,0	8,3	0,0	5,0	8,3	1,7	1,7	5,0
0	Μ. σιτάρι	0,0	0,0	3,3	1,7	10,0	10,0	3,3	3,3	5,0	0,0	3,3	8,3	0,0	5,0	5,0	0,0	0,0	1,7
500	Μ. σιτάρι	0,0	1,7	3,3	3,3	10,0	10,0	21,7	21,7	21,7	1,7	3,3	3,3	1,7	16,7	16,7	5,0	6,7	13,3
1000	Μ. σιτάρι	1,7	6,7	8,3	0,0	6,7	10,0	5,0	5,0	8,3	0,0	8,3	8,3	1,7	5,0	6,7	3,3	16,7	16,7
0	Ρύζι	0,0	1,7	5,0	3,3	13,3	18,3	8,3	10,0	10,0	0,0	5,0	5,0	0,0	15,0	15,0	0,0	5,0	5,0
500	Ρύζι	0,0	0,0	6,7	0,0	11,7	11,7	15,0	15,0	15,0	0,0	11,7	11,7	3,3	6,7	10,0	1,7	10,0	10,0
1000	Ρύζι	10,0	10,0	11,7	6,7	18,3	18,3	11,7	11,7	16,7	1,7	1,7	6,7	1,7	5,0	5,0	0,0	1,7	5,0
0	Αραβόσιτος	1,7	1,7	3,3	0,0	11,7	13,3	1,7	1,7	3,3	3,3	18,3	18,3	1,7	6,7	6,7	0,0	6,7	10,0
500	Αραβόσιτος	0,0	1,7	3,3	1,7	11,7	13,3	6,7	6,7	6,7	0,0	5,0	5,0	0,0	5,0	10,0	0,0	11,7	11,7
1000	Αραβόσιτος	0,0	0,0	5,0	0,0	6,7	6,7	16,7	16,7	18,3	3,3	15,0	15,0	1,7	10,0	11,7	1,7	1,7	5,0
0	Φακή	0,0	0,0	5,0	6,7	16,7	16,7	0,0	5,0	6,7	0,0	3,3	8,3	0,0	5,0	5,0	0,0	6,7	8,3
500	Φακή	0,0	3,3	6,7	0,0	23,3	26,7	6,7	8,3	8,3	1,7	8,3	11,7	0,0	11,7	11,7	0,0	5,0	15,0
1000	Φακή	0,0	1,7	10,0	3,3	13,3	15,0	8,3	10,0	10,0	1,7	8,3	8,3	1,7	5,0	6,7	0,0	5,0	5,0
0	Φασόλια	0,0	1,7	5,0	3,3	11,7	18,3	5,0	5,0	8,3	0,0	18,3	20,0	0,0	3,3	6,7	0,0	11,7	11,7
500	Φασόλια	0,0	0,0	5,0	0,0	13,3	18,3	13,3	15,0	23,3	0,0	11,7	11,7	8,3	11,7	11,7	0,0	5,0	5,0
1000	Φασόλια	0,0	5,0	8,3	6,7	6,7	11,7	0,0	3,3	6,7	1,7	5,0	8,3	1,7	3,3	8,3	3,3	5,0	8,3

Πίνακας 5: Μέσος όρος απογόνων ανά φιαλίδιο των ακμαίων των έξι ειδών εντόμων που εξετάστηκαν στα διαφορετικά προϊόντα (σκλήρο σιτάρι, μαλακό σιτάρι, ρύζι, αραβόσιτος, φακή και φασόλια), μετά από 65 ημέρες στις 3 διαφορετικές δόσεις γης διατόμων (0, 500, 1000 ppm).

Δόση	Σπόρος	<i>T. confusum</i>	<i>C. ferrugineus</i>	<i>O. surinamensis</i>	<i>P. interpunctella</i>	<i>E. elutella</i>	<i>E. kuehniella</i>
0	Σ. σιτάρι	14,5	14,5	34,7	24,5	16,5	17,5
500	Σ. σιτάρι	11,0	2,7	1,0	10,8	11,0	11,3
1000	Σ. σιτάρι	6,3	0,0	3,0	14,3	10,8	12,5
0	Μ. σιτάρι	37,3	22,2	52,8	15,3	19,3	20,3
500	Μ. σιτάρι	6,3	2,8	0,0	17,5	10,0	14,2
1000	Μ. σιτάρι	1,8	0,0	0,0	12,7	12,7	15,5
0	Ρύζι	4,7	7,0	30,8	10,7	16,0	12,5
500	Ρύζι	0,0	0,0	0,0	8,8	10,7	8,7
1000	Ρύζι	0,0	0,0	0,0	10,7	10,5	6,7
0	Αραβόσιτος	28,3	13,0	43,3	8,8	15,2	13,7
500	Αραβόσιτος	13,8	7,7	36,2	4,5	12,7	11,8
1000	Αραβόσιτος	4,8	1,5	40,0	6,2	11,0	10,5
0	Φακή	15,0	1,7	2,3	1,5	2,7	1,8
500	Φακή	6,0	9,0	0,0	0,2	0,2	0,5
1000	Φακή	4,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0
0	Φασόλια	14,5	2,0	4,8	0,3	0,3	0,0
500	Φασόλια	10,5	0,5	0,2	0,2	0,0	0,3
1000	Φασόλια	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



Τα ποσοστά θνησιμότητας όπως υπολογίστηκαν με την ανάλυση Probit για τα ακμαία και τις προνύμφες όλων των ειδών εντόμων παρουσιάζονται στους Πίνακες 6 και 7. Η τιμή LT99, φανερώνει τον χρόνο σε ημέρες που χρειάζεται η συγκεκριμένη δόση γης διατόμων για να θανατώσει το 99% του πληθυσμού των εντόμων που εκτίθενται σε αυτή, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας. Από τον Πίνακα 6 δηλαδή, βλέπουμε ότι το 99% των ακμαίων θα καταπολεμηθούν την 29^η ημέρα έκθεσης στην δόση των 1000 ppm στο σκληρό σιτάρι. Τα ακμαία άτομα του *C. ferrugineus* και όλων των ειδών λεπιδόπτερων που εξετάστηκαν εδώ, παρουσίασαν τόσο μικρή θνησιμότητα, που δεν μπόρεσε να γίνει ανάλυση Probit (Πίνακας 6), δηλ. δεν κατέστη δυνατό να υπολογιστούν οι παράμετροι της ανάλυσης (τιμές, διαστήματα εμπιστοσύνης, δοκιμασία σημαντικότητας). Από την άλλη πλευρά, η ανάλυση probit που έγινε για τις προνύμφες φανέρωσε διαφορετικούς χρόνους θανάτωσης των εντόμων, με τα μέγιστα αυτών να παρατηρούνται στον αραβόσιτο και τα ελάχιστα στη φακή και στα φασόλια, ανεξαρτήτως του είδους του εντόμου (Πίνακας 7).



Πίνακας 6: Ανάλυση Probit για την θνησιμότητα των ακμαίων μετά από 7, 14 και 21 ημέρες έκθεσης (LT99) στα 1000 ppm ξεχωριστά για κάθε είδος (*T. confusum*, *C. ferrugineus*, *O. surinamensis*, *P. interpunctella*, *E. elutella*, *E. kuehniella*) σε συνάρτηση με τα διαφορετικά προϊόντα (σκληρό σιτάρι, μαλακό σιτάρι, ρύζι, αραβόσιτος, φακή και φασόλια) που εξετάστηκαν.

Είδος	Τροφή	LT99	X ²	Y	P
<i>T. confusum</i>	Σ. σιτάρι	5.3 (4.1-8.3)	45.9	-3.4	0.518
	Μ. σιτάρι	4.7 (3.7-7.3)		-2.8	
	Ρύζι	1.9 (1.6-2.8)		0.2	
	Αραβόσιτος	4.3 (3.2-7.2)		-2.3	
	Φακή	3.6 (2.7-5.8)		-1.6	
	Φασόλια	3.5 (2.7-5.7)		-1.5	
<i>C. ferrugineus</i>	Σ. σιτάρι	2.2 (1.6-3.6)	100.4	-0.1	<0.001
	Μ. σιτάρι	2.9 (2.3-5.0)		-1.0	
	Ρύζι	1.9 (1.3-3.1)		0.2	
	Αραβόσιτος	3.1 (2.4-5.9)		-1.3	
	Φακή	1.8 (1.2-3.2)		0.2	
	Φασόλια	**		2.3	
<i>O. surinamensis</i>	Σ. σιτάρι	3.3 (2.6-4.3)	76.4	-2.4	0.004
	Μ. σιτάρι	2.0 (1.6-2.7)		-0.4	
	Ρύζι	0.3 (-3.4-3.7)		1.9	
	Αραβόσιτος	3.3 (2.6-5.1)		-2.3	
	Φακή	2.1 (1.7-3.1)		-0.7	
	Φασόλια	1.1 (0.3-2.0)		0.7	
<i>P. interpunctella</i>	Σ. σιτάρι	4.0 (3.3-5.5)	74.0	-1.6	0.007
	Μ. σιτάρι	4.1 (3.4-5.6)		-1.7	
	Ρύζι	3.7 (3.0-5.0)		-1.2	
	Αραβόσιτος	3.9 (3.0-5.6)		-1.4	
	Φακή	3.9 (3.0-5.6)		-1.5	
	Φασόλια	3.4 (2.7-4.9)		-1.0	
<i>E. elutella</i>	Σ. σιτάρι	3.5 (3.0-4.7)	80.9	-1.5	0.002
	Μ. σιτάρι	3.5 (2.9-4.6)		-1.4	
	Ρύζι	3.7 (3.1-4.9)		-1.7	
	Αραβόσιτος	3.6 (2.8-5.0)		-1.6	
	Φακή	3.8 (3.0-5.3)		-1.8	
	Φασόλια	3.2 (2.6-4.5)		-1.2	
<i>E. kuehniella</i>	Σ. σιτάρι	3.4 (2.9-4.3)	80.1	-1.8	0.002
	Μ. σιτάρι	3.8 (3.2-4.8)		-2.3	
	Ρύζι	3.5 (2.9-4.4)		-1.9	
	Αραβόσιτος	3.5 (2.8-4.8)		-2.0	
	Φακή	3.1 (2.5-4.1)		-1.4	
	Φασόλια	3.4 (2.7-4.5)		-1.8	

**Δεν ήταν δυνατή η εκτίμηση των τιμών LT99.



Πίνακας 7: Ανάλυση Probit για την θνησιμότητα των προνυμφών μετά από 1, 3 και 5 ημέρες έκθεσης (LT99) στα 1000 ppm ξεχωριστά για κάθε είδος (*T. confusum*, *C. ferrugineus*, *O. surinamensis*, *P. interpunctella*, *E. elutella*, *E. kuehniella*) σε συνάρτηση με τα διαφορετικά προϊόντα (σκληρό σιτάρι, μαλακό σιτάρι, ρύζι, αραβόσιτος, φακή και φασόλια) που εξετάστηκαν.

Είδος	Τροφή	LT99	χ^2	Y	P
<i>T. confusum</i>	Σ. σιτάρι	3.4 (2.2-33.1)	172.7	0.1	<0.001
	Μ. σιτάρι	4.1 (2.7-44.3)		-0.4	
	Ρύζι	3.5 (2.3-28.2)		0.1	
	Αραβόσιτος	4.7 (2.8-58.6)		-0.7	
	Φακή	3.7 (2.2-43.0)		-0.1	
	Φασόλια	3.2 (1.9-36.7)		0.2	
<i>C. ferrugineus</i>	Σ. σιτάρι	2.4 (2.0-3.2)	82.2	-0.8	0.001
	Μ. σιτάρι	2.3 (1.9-3.1)		-0.7	
	Ρύζι	3.2 (2.7-4.3)		-1.8	
	Αραβόσιτος	2.8 (2.2-3.9)		-1.3	
	Φακή	1.9 (1.5-2.7)		-0.2	
	Φασόλια	1.4 (0.7-2.1)		0.5	
<i>O. surinamensis</i>	Σ. σιτάρι	3.7*	203.3	0.4	<0.001
	Μ. σιτάρι	4.2*		0.1	
	Ρύζι	4.2*		0.1	
	Αραβόσιτος	6.4*		-1.0	
	Φακή	4.4*		0.1	
	Φασόλια	3.8*		0.3	
<i>P. interpunctella</i>	Σ. σιτάρι	2.2 (1.4-5.7)	83.7	0.8	-0.001
	Μ. σιτάρι	2.8 (1.9-7.6)		0.4	
	Ρύζι	3.7 (2.6-11.2)		-0.2	
	Αραβόσιτος	5.5 (3.5-20.1)		-1.5	
	Φακή	1.3 (-0.8-4.1)		1.4	
	Φασόλια	1.3 (-0.8-4.1)		1.4	
<i>E. elutella</i>	Σ. σιτάρι	1.0*	20.2	0.1	1.0
	Μ. σιτάρι	0.5*		1.1	
	Ρύζι	1.5*		-0.9	
	Αραβόσιτος	1.7*		-1.5	
	Φακή	0.2*		1.9	
	Φασόλια	0.2*		1.9	
<i>E. kuehniella</i>	Σ. σιτάρι	3.2 (2.2-9.6)	103.2	0.3	<0.001
	Μ. σιτάρι	4.0 (2.8-12.4)		-1.1	
	Ρύζι	4.0 (2.8-12.6)		-0.2	
	Αραβόσιτος	5.6 (3.5-21.0)		-1.2	
	Φακή	3.7 (2.4-12.9)		-0.1	
	Φασόλια	2.5 (1.4-8.0)		0.7	

*Δεν ήταν δυνατή η εκτίμηση των διαστημάτων εμπιστοσύνης.



4. Συζήτηση

Παρόμοια συμπεράσματα με αυτά της Δράσης 2.1 (βλέπε Π2.1.3) όσον αφορά την επίδραση των ειδών εντόμων και του σταδίου ανάπτυξης στην αποτελεσματικότητα της γης διατόμων ελήφθησαν και από αυτή την σειρά βιοδοκιμών. Και σε αυτή τη Δράση, το γένος εντόμου φαίνεται να είναι καθοριστικός παράγοντας που επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της γης διατόμων, με το *T. confusum* να θεωρήθηκε ως το ανεκτικότερο στην εφαρμογή σε σχέση με τα *C. ferrugineus* και *O. surinamensis* από τα κολεόπτερα (Subramanyam and Roesli, 2000, Athanassiou et al., 2011). Κατά γενικό κανόνα, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των ειδών λεπιδοπτέρων που εξετάστηκαν εδώ, δεδομένου ότι τα μεγάλα ποσοστά θνησιμότητας που παρατηρήθηκαν στα όσπρια φαίνεται να οφείλονται στην αδυναμία των εντόμων να αναπτυχθούν σε αυτά και όχι εξαιτίας της εφαρμογής γης διατόμων στα εν λόγω προϊόντα. Με άλλα λόγια, είναι σαφές ότι κάποια από τα ενδιαιτήματα που εξετάστηκαν εδώ, δεν ήταν κατάλληλα για την ανάπτυξη κάποιων ειδών. Αντίστοιχα αποτελέσματα έχουν αναφερθεί και σε πρότερες εκτενείς μελέτες, σχετικά με την καταλληλότητα κάποιων ενδιαιτημάτων (Michalaki et al., 2006, Bodroža-Solarov et al., 2011, Rumbos et al., 2016).

Τα διαφορετικά ποσοστά θνησιμότητας που παρατηρήθηκαν μεταξύ των προϊόντων που αξιολογήθηκαν στις βιοδοκιμές, μας οδήγησαν σε αρκετά σαφή συμπεράσματα όσον αφορά την αποτελεσματικότητα της γης διατόμων σε ένα μεγάλο εύρος σεναρίων εφαρμογής. Συγκρίνοντας τα ποσοστά θνησιμότητας μεταξύ των δυο δόσεων (500 και 1000 ppm) σε δεδομένο είδος εντόμου και προϊόντος, φάνηκε ότι η αποτελεσματικότητα της γης διατόμων μπορεί να αυξηθεί με την αύξηση της δόσης εφαρμογής σε αυτά τα προϊόντα.

Η εύρεση ζώντων εντόμων σε κάποια από τα προϊόντα όπου εφαρμόστηκε η γη διατόμων, ακόμα και στις μεταχειρίσεις με την μέγιστη δόση, υπέδειξε ότι η χρήση του εντομοκτόνου δεν αποτελεί σίγουρη λύση για την καταπολέμηση του εντομολογικού εχθρού, με βάση το προϊόν στο οποίο θα εφαρμοστεί. Έχει αναφερθεί ότι αποτελεσματικότητα της γης διατόμων σε σπόρους αραβόσιτου ήταν πιο μειωμένη σε σχέση με τους σπόρους σιταριού, ρυζιού ή κριθαριού (Athanassiou και Kavallieratos,



2005, Kavallieratos et al., 2005, Athanassiou et al., 2005, Vayias et al., 2009), όπως φάνηκε και από τις βιοδοκιμές σε αυτή την ενότητα. Επιπρόσθετα, η προσκόλληση των σωματιδίων της γης διατόμων έχει αναφερθεί ότι είναι μικρότερη στο καθαρισμένο απ' ότι στο ακαθάριστο κριθάρι, το οποίο αποτελεί μια σαφή ένδειξη ότι η επιφάνεια του σπόρου και το αν αυτή φέρει τριχίδια ή είναι λεία, είναι ιδιαίτερα σημαντικά χαρακτηριστικά που συμβάλλουν στην προσκόλληση και στη διατήρηση των σωματιδίων της γης διατόμων (Subramanyam and Roesli, 2000, Kavallieratos et al., 2005, Athanassiou and Kavallieratos, 2005). Στο πλαίσιο αυτό, θα πρέπει να ληφθεί ιδιαίτερα σοβαρά υπόψη η σχετικά μειωμένη αποτελεσματικότητα της γης διατόμων στον αραβόσιτο, καθ' όσον το προϊόν αυτό αποτελεί ένα από τα κύρια προϊόντα στα οποία δραστηριοποιείται η ΘεσΓΗ, σε συνάρτηση βέβαια και με τις πρόσφατα αυξημένες τιμές του προϊόντος αυτού.

Άλλες έρευνες έρχονται σε συμφωνία με τα ευρήματά μας. Η θνησιμότητα του *T. confusum* σε αραβόσιτο ήταν μικρότερη (60, 63 and 81% για τα Insecto®, PyriSec και SilicoSec, αντίστοιχα) από ότι στο σιτάρι που έφτανε το 100% σε όλες τις μεταχειρίσεις στην δόση των 1500 ppm, συμπεραίνοντας ότι τα σκευάσματα δεν είναι εξίσου αποτελεσματικά στον αραβόσιτο όσο στο σιτάρι εναντίον των ακμαίων (Vayias et al., 2006). Οι Athanassiou και Kavallieratos (2005), αναφέρουν διαφορετικά ποσοστά θνησιμότητας ακμαίων ατόμων του *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) σε σιτάρι, ολόκληρο και αποφλοιωμένο κριθάρι, βρώμη, σίκαλη, τριτικάλε, ρύζι και αραβόσιτο, με τον τελευταίο να παρουσιάζει τα μικρότερα ποσοστά. Επόμενες έρευνες έρχονται να επιβεβαιώσουν τα εν λόγω αποτελέσματα, όπως αυτή των Athanassiou et al., (2011), όπου σε αναζήτηση της αποτελεσματικότητας διαφόρων σκευασμάτων γης διατόμων σε σιτάρι, κριθάρι ρύζι και αραβόσιτο, αναφέρουν διαφορετικά ποσοστά θνησιμότητας διαφόρων ειδών εντόμων, με τα μέγιστα αυτών να παρατηρούνται στο σιτάρι και το κριθάρι σε αντίθεση με αυτά στον αραβόσιτο και το ρύζι, συμπεραίνοντας τελικά ότι το είδος του εντόμου δεν φαίνεται να είναι ο μοναδικός παράγοντας που ελέγχει την αποτελεσματικότητα των σκευασμάτων στα εν λόγω δημητριακά. Με άλλα λόγια, φαίνεται να υπάρχουν συγκεκριμένες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των τεμαχιδίων της γης διατόμων και της εξωτερικής επιφάνειας των διαφόρων τύπων σπόρων, που καθορίζουν τελικά και τη θνησιμότητα των εντόμων.



Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι το είδος του προϊόντος πάνω στο οποίο γίνεται η εφαρμογή της γης διατόμων είναι ακόμα ένα κρίσιμο σημείο που θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη κατά τη χρήση της δεδομένου ότι υπάρχει συγκεκριμένη αλληλεπίδραση της γης διατόμων με το εξωτερικό τμήμα των σπόρων που μπορεί να «αδρανοποιήσει» τη γη διατόμων. Συνεπώς, συχνές δειγματοληψίες για την αξιολόγηση του πληθυσμού των εντόμων που υπάρχουν στο αποθηκευμένο προϊόν είναι απαραίτητες καθ' όλη την διάρκεια του έτους.



5. Βιβλιογραφία

Athanassiou C., Kavallieratos N., Economou L., Dimizas C., Vayias B., Tomanović S., Milutinović M. (2005). Persistence and efficacy of three diatomaceous earth formulations against *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) on wheat and barley. *Journal of Economic Entomology*, 98: 1404 - 1412.

Athanassiou C., Kavallieratos N. (2005). Insecticidal effect and adherence of PyriSec® in different grain commodities. *Crop Protection*, 24: 703-710.

Athanassiou C.G., Kavallieratos N., Vayias B. (2011). Laboratory evaluation of diatomaceous earth deposits mined from several locations in central and southeastern Europe as potential protectants against coleopteran grain pests. *Crop Protection*, 30: 329-339.

Bodroža-Solarov M., Kljajic P., Andric G., Filipcev B., Šimurina O., Golic P.M., Adamovic M. (2011). Application of principal component analysis in assessment of relation between the parameters of technological quality of wheat grains treated with inert dusts against rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.). *Pesticide Fitomedicine*, 26: 385–390.

Kavallieratos N.G., Athanassiou C.G., Paschalidou F.G., Andris N.S., Tomanovic Z. (2005). Influence of grain type on the insecticidal efficacy of two diatomaceous earth formulations against *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae). *Pest Management Science*, 61: 660–666.

Subramanyam Bh., Roesli R. (2000). Inert dusts. In: Subramanyam, Bh., Hagstrum, D.W. (Eds.), *Alternatives to Pesticides in Stored Product IPM*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 321–380.

Michalaki M.P., Athanassiou C.G., Kavallieratos N.G., Batta Y.A., Balotis G.N. (2006). Effectiveness of *Metarhizium anisopliae* (MetschinkoV) Sorokin applied alone or in combination with diatomaceous earth against *Tribolium confusum* Du Val larvae: Influence of temperature, relative humidity and type of commodity. *Crop Protection*, 25: 418–425.



Rumbos C.I., Sakka M., Berillis P., Athanassiou C.G. (2016). Insecticidal potential of zeolite formulations against three stored grain insects, particle size effect, adherence to kernels and influence on test weight of grains. *Journal of Stored Product Research*, 68: 93–101.

Vayias B., Athanassiou C.G., Kavallieratos N., Tsesmeli C., Buchelos T. (2006). Persistence and efficacy of two diatomaceous earth formulations and a mixture of diatomaceous earth with natural pyrethrum against *Tribolium confusum* Jacquelin du Val. *Pest Management Science*, 62: 456-464.

Vayias B.J., Athanassiou C.G., Korunić Z., Rozman V. (2009). Evaluation of natural diatomaceous earth deposits from south-eastern Europe for stored-grain protection: The effect of particle size. *Pest Management Science*, 65: 1118–1123.