



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Παραδοτέο Π3.3 Έκθεση με χαρακτηριστικά της ΓΔ, όπως η επίδραση στο ειδικό βάρος και άλλα σημαντικά ποιοτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος

Τύπος: Έκθεση

Υπο-παραδοτέο Π3.3.1 «Βιβλιογραφική ανασκόπηση της επίδρασης της ΓΔ στο ειδικό βάρος των σπόρων του προϊόντος και παράγοντες που το καθορίζουν»



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



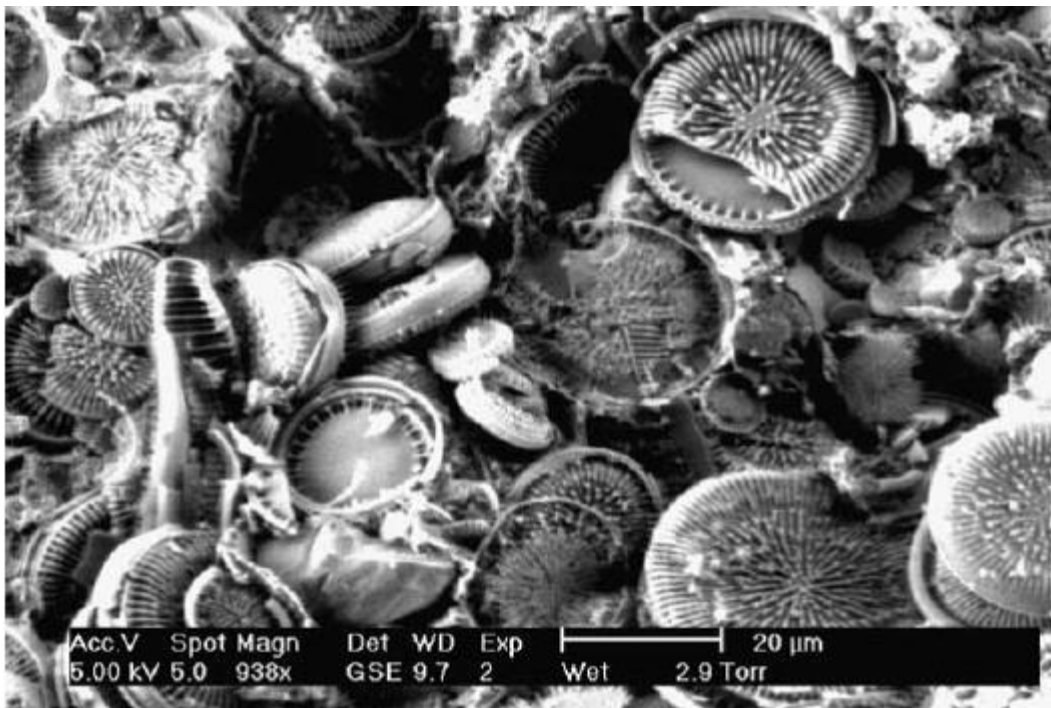
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγικά Στοιχεία	3
2. Ειδικό Βάρος και Γη διατόμων	5
3. Παράγοντες που επηρεάζουν την μείωση του ειδικού βάρους	7
4. Βιβλιογραφία	9



1. Εισαγωγικά στοιχεία

Τα διάτομα είναι ομάδα φυκιών, τα πιο κοινά είδη φυτοπλαγκτόν (Zeni et al., 2021). Υπάρχουν περισσότερα από 200 γένη ζωντανών διατόμων σήμερα, ενώ εκτιμάται ότι υπάρχουν περίπου 100.000 σωζόμενα είδη και είναι όλα διαφορετικά σε σχήμα και μέγεθος (Round et al., 1990). Τα διάτομα είναι μονοκύτταροι οργανισμοί, το κυτταρικό τοίχωμα των οποίων είναι κατασκευασμένο από πυρίτιο (διοξείδιο του πυριτίου/άμορφο πυρίτιο). Ως επί το πλείστον ζουν έως και μερικές εβδομάδες σε αλμυρό και γλυκό νερό, πεθαίνουν και βυθίζονται στον πυθμένα δημιουργώντας καθαρά στρώματα από σώματα διατόμων. Ο οργανικός ιστός των διατόμων αποικοδομείται με το χρόνο και τα τελικά αποτελέσματα είναι σκελετοί διατόμων (απολιθώματα), που έζησαν κάποιες δεκάδες εκατομμύρια χρόνια πριν, από άμορφο διοξείδιο του πυριτίου. Αυτά τα στρώματα των απολιθωμένων διατόμων ονομάζονται γη διατόμων. Η γη διατόμων μπορεί να έχει διαφορετικό χρώμα λόγω της ύπαρξης και άλλων ξένων στοιχείων σε αυτά, όπως ορυκτά και ακαθαρσίες.



Εικόνα 1: Φωτογραφία από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο απολιθωμένων σωματιδίων διατόμων. (Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/SEM-picture-of-disk-shaped-diatom-frustules-from-Giannota-Greece-Used-by-permission-of_fig6_259357577)



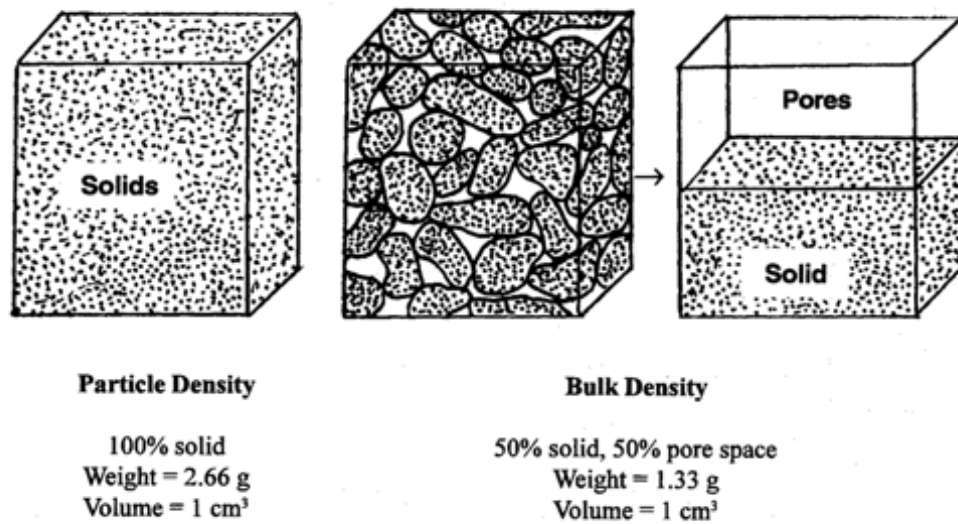
Οι πρώτες εργασίες σχετικά με τη χρήση της γης διατόμων στην προστασία των αποθηκευμένων δημητριακών δημοσιεύτηκαν στις αρχές του 20ου αιώνα (Zacher and Kunike, 1931, Flanders, 1941, Alexander et al. 1944, Korunić, 1998, 2013). Από τότε, εκατοντάδες ερευνητικές εργασίες έχουν δημοσιευτεί σε πολλά διεθνή περιοδικά. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 30 χρόνων, οι εργασίες γύρω από την αξιολόγηση της γης διατόμων ως εντομοκτόνος ουσία έχουν γίνει αντικείμενο ανασκόπησης από πολλούς συγγραφείς (Quarles, 1992, Golob, 1997, Korunić, 1998, Subramanyam and Roesli, 2000, Fields and Korunić, 2000, Quarles and Winn, 1996, Nikpay, 2006, Korunić, 2013, Shah and Khan, 2014, Zeni et al., 2021). Τέτοιες εκτενείς λίστες με εκατοντάδες αναφορές δείχνουν μεγάλο ενδιαφέρον για την έρευνα της γης διατόμων ως ενός επιτυχημένο εντομοκτόνο σκεύασμα για την προστασία των αποθηκευμένων δημητριακών και των προϊόντων αυτών. Στα πλεονεκτήματα της χρήσης γης διατόμων συγκαταλέγεται ο φυσικός τρόπος δράσης της, η ασφάλεια και η αποτελεσματικότητά της ως εντομοκτόνο, η μακροχρόνια προστασία που προσφέρει χωρίς να αφήνει επικίνδυνα για την υγεία υπολείμματα στο προϊόν κ.α. (Korunić, 1998, 2013; Kljajić et al., 2010; Andrić et al., 2012).

Ωστόσο, όλα τα δημοσιευμένα δεδομένα σχετικά με την εντομοκτόνο αποτελεσματικότητα της γης διατόμων εξετάζουν διάφορα εμπορικά διαθέσιμα ή μη σκευάσματα σε εργαστηριακή κλίμακα, με ελάχιστα δεδομένα να είναι διαθέσιμα στη βιβλιογραφία σχετικά με εφαρμογές σε πραγματικά σενάρια εφαρμογής. Η γη διατόμων έχει εγκριθεί για τον έλεγχο εντομολογικών προσβολών και επί του παρόντος διατίθενται εμπορικά σκευάσματα ως αποτελεσματικά προστατευτικά δημητριακών. Όμως, η βιομηχανία σιτηρών είναι απρόθυμη να τα χρησιμοποιήσει για άμεση ανάμειξη με δημητριακά, καθώς τα σωματίδια της γης διατόμων προσκολλώνται στην επιφάνεια των σπόρων και μπορούν να επηρεάσουν δυσμενώς ορισμένες φυσικές και μηχανικές ιδιότητες του επεξεργασμένου κόκκου, όπως η επίδραση στο λεγόμενο ειδικό βάρος (test weight ή bulk density) των διαφόρων ειδών δημητριακών, εμποδίζοντας την ευρύτερη χρήση τους ως προστατευτικά σιτηρών.



2. Ειδικό βάρος και γη διατόμων

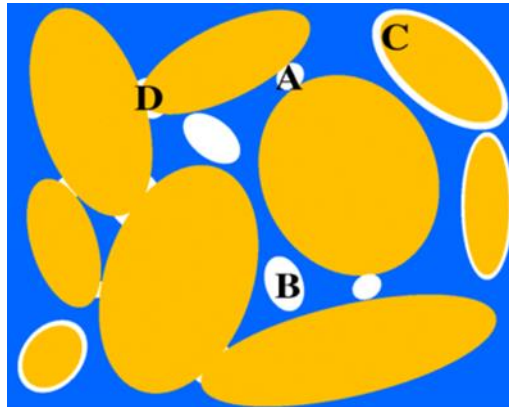
Ένα από τα μεγαλύτερα μειονεκτήματα και εμπόδια της χρήσης της γης διατόμων ως εντομοκτόνος ουσία για την προστασία των αποθηκευμένων προϊόντων αφορά την επίδρασή της στην ρευστότητα των σπόρων στα οποία εφαρμόζεται, και ιδιαίτερα στη μείωση του ειδικού βάρους αυτών. Το ειδικό βάρος ορίζεται ως το βάρος των σπόρων ανά δεδομένο όγκο, η πυκνότητα δηλαδή του σπόρου σε συγκεκριμένο χώρο, και υπολογίζεται ως κιλά ανά εκατόλιτρα (kg/hL) (AACC International, 2010). Εάν το ειδικό βάρος ενός δείγματος είναι κατά πολύ μικρότερο από το γνωστό (άριστο) ειδικό βάρος του συγκεκριμένου δημητριακού, τότε μειώνεται και η συνολική ποιότητα του δημητριακού. Το ειδικό βάρος είναι ένας σημαντικός δείκτης αξιολόγησης της γενικής ποιότητας του δημητριακού, η οποία δεν μπορεί να μετρηθεί με καμία άλλη μέθοδο (Canadian Grain Commission, 1993). Για παράδειγμα, καλαμπόκι με χαμηλό ειδικό βάρος έχει συχνά χαμηλότερο ποσοστό σκληρού ενδοσπερμίου και επομένως παράγει πιο λεπτόκοκκο αλεύρι κατά την άλεση που δεν είναι επιθυμητό (Redding et al., 1991). Ως εκ τούτου, καταμετράται συχνά στο εμπόριο των δημητριακών και με βάση τα αποτελέσματα υπολογίζεται από την βιομηχανία η εμπορική αξία του προϊόντος και συνεπώς, η μείωσή του μέσω των εφαρμογών γης διατόμων στο προϊόν είναι μείζονος σημασίας.



Εικόνα 2: Σχηματική απεικόνιση της έννοιας του ειδικού βάρους. (Πηγή:

<https://passel2.unl.edu/view/lesson/0cff7943f577/6>)

Για ένα ικανοποιητικό επίπεδο αποτελεσματικότητας, τα εμπορικά διαθέσιμα σκευάσματα γης διατόμων θα πρέπει να εφαρμόζονται σε δόσεις μεταξύ 400 και 1000 ppm (mg σκευάματος / kg προϊόντος), αλλά ακόμη και σε αυτήν την περίπτωση, η μείωση του ειδικού βάρους δεν μπορεί σε πολλές περιπτώσεις να αποφευχθεί (Korunić et al., 1996, 1998, Korunić, 1997, 1998, Fields and Korunić, 2000, Subramanyam and Roesli, 2000, Athanassiou et al., 2011, Zeni et al., 2021). Για παράδειγμα, ο Korunić et al. (1998) ανέφερε ότι ακόμα και πολύ μικρές συγκεντρώσεις των 10 και 25 ppm συγκεκριμένων σκευασμάτων γης διατόμων μπορούν να μειώσουν σημαντικά το ειδικό βάρος των δημητριακών. Ωστόσο, η χρήση τόσο χαμηλότερων δόσεων των μέχρι τώρα εμπορικά διαθέσιμων σκευασμάτων γης διατόμων δεν είναι γενικά αποδεκτή, καθώς δεν μπορούν να καταπολεμήσουν επαρκώς τα διάφορα έντομα των αποθηκευμένων προϊόντων και τροφίμων.



Εικόνα 3: Σχηματική απεικόνιση της ύπαρξης σωματιδίων γης διατόμων (λευκές περιοχές, A, B, C, D) ανάμεσα στους σπόρους των δημητριακών και πώς αυτά αυξάνουν τα κενά μεταξύ των σπόρων και άρα μειώνουν το ειδικό βάρος.

3. Παράγοντες που επηρεάζουν την μείωση του ειδικού βάρους

Διάφορες εργασίες έχουν εκπονηθεί με σκοπό την ανάδειξη των παραγόντων που επηρεάζουν το ειδικό βάρος των δημητριακών εξαιτίας της εφαρμογής γης διατόμων σε αυτά. Για παράδειγμα, ο Korunić (1997) εξέτασε 42 σκευάσματα γης διατόμων από όλο τον κόσμο και βρήκε σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ της εντομοκτόνου αποτελεσματικότητας της γης διατόμων και της προσκόλληση στους σπόρους με την μείωση του ειδικού βάρους. Πιο συγκεκριμένα, η προσκόλληση των σωματιδίων της γης διατόμων πάνω στην επιφάνεια των σπόρων είναι ανάλογη της εντομοκτόνου δράσης της αλλά αντιστρόφως ανάλογη της επίδρασης που έχει στο ειδικό βάρος των δημητριακών. Αυτό συμβαίνει γιατί ενώ τα σωματίδια έχουν μεγάλη υπολειμματική δράση παραμένοντας για μεγάλα χρονικά διαστήματα στους σπόρους και άρα περισσότερα έντομα έρχονται σε επαφή με αυτά, αυξάνουν και την απόσταση μεταξύ των σπόρων και άρα τα κενά που υπάρχουν μεταξύ αυτών. Το αποτέλεσμα είναι η μείωση του ειδικού βάρους, αφού λιγότεροι σπόροι χωράνε τελικά στο δοχείο μέτρησης. Σε μεταγενέστερη εργασία, οι Korunić et al., (1998) συμφωνούν με αυτή τη θεωρία, αναφέροντας ότι η εντομοκτόνος αποτελεσματικότητα και η μείωση του ειδικού βάρους θα μπορούσε να συνδέεται με την ικανότητα ενός δεδομένου σκευάσματος γης διατόμων να προσκολλάται σε επιφάνειες, προσκόλληση που συσχετίζεται θετικά με την εντομοκτόνο αποτελεσματικότητα μιας δεδομένης γης διατόμων.



Επιπλέον, όταν τα σωματίδια της γης διατόμων προσκολλώνται στην επιφάνεια των σπόρων, επηρεάζουν και την ρευστότητα των σπόρων, ειδικά όταν τα συστήματα χειρισμού είναι μηχανοποιημένα. Για παράδειγμα, οι Jackson and Webley, (1994), διαπίστωσαν ότι όταν εφαρμόστηκαν 500 ppm γης διατόμων στο καλαμπόκι, ο ρυθμός ροής μειώθηκε κατά περίπου 39%. Εκτός από τη βιομηχανία σιτηρών, η βιομηχανία άλεσης έχει επίσης εκφράσει ανησυχίες σχετικά με τη χρήση σκευασμάτων γης διατόμων, καθώς η παρουσία των σωματιδίων στους σπόρους μπορούν να βλάψουν τις μηχανές άλεσης εξαιτίας της λειαντικής τους δράσης. Είναι σαφές ότι τα διάφορα δημητριακά διαφέρουν ως προς του χώρους που έχουν διαθέσιμους ανάμεσα στους σπόρους, και για αυτό το λόγο, έμμεσα ή άμεσα, μπορεί να διαφοροποιείται και η προσβολή κατά την αποθήκευση, αλλά και η «χωρητικότητα» των τεμαχιδίων της γης διατόμων (Korunić, 1998, Korunić et al., 1998, Athanassiou and Kavallieratos, 2005, Zeni et al., 2021).

Οι Bodroža-Solarov et al. (2011) διερεύνησαν την σημασία των ποιοτικών χαρακτηριστικών διαφορετικών ποικιλιών σιταριού, τα οποία είτε έφεραν διαφορετικά μορφολογικά χαρακτηριστικά είτε ήταν προσβεβλημένα από έντομα, και στα οποία είχαν εφαρμοστεί ποσότητες γης διατόμων και ζεόλιθου. Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνάς τους διαπίστωσαν διαφορετικά αποτελέσματα όσον αφορά ειδικό βάρος ανάλογα με το ποσοστό του υαλώδους ενδοσπερμίου των σπόρων. Σε μεταγενέστερη μελέτη, οι Bodroža-Solarov et al. (2012) επιβεβαίωσαν τα παραπάνω αποτελέσματα, αφού με βάση τα πειράματά τους παρατήρησαν ότι το ποσοστό μείωσης του ειδικού βάρους ήταν μεγαλύτερο στους σπόρους με θόλωμα από ότι στους διάφανους-υαλώδεις σπόρους. Παράλληλα, η περιεκτικότητα σε SiO₂ (πυρίτιο) στα επιπασμένα με γη διατόμων δείγματα σιταριού ήταν σημαντικά υψηλότερη στις παρτίδες όπου υπήρχαν προσβεβλημένοι από έντομα σπόροι, ως αποτέλεσμα της μεγαλύτερης συσσώρευση της σκόνης στο εσωτερικό του σπόρου όπου έφερε τρύπες των εντόμων.

Τέλος, ακόμα και η μέθοδος εφαρμογής της γης διατόμων τείνει να επηρεάζει την σχέση μεταξύ της γης διατόμων και του ειδικού βάρους των δημητριακών. Πράγματι, οι Korunić et al., (1998) αναφέρουν ότι το ποσοστό μείωσης του ειδικού βάρους διέφερε σημαντικά μεταξύ σιταριού όπου είχε επιπαστεί με σκόνη γης διατόμων και σιταριού όπου είχε εφαρμοστεί η ίδια δόση σε μορφή υδατικού διαλύματος. Οι ίδιοι συγγραφείς



αναφέρουν ότι θεωρητικά, η υγρασία των σπόρων θα έπρεπε να είχε αυξηθεί κατά 0,2% αν όλο το ψεκαστικό διάλυμα που εφαρμόστηκε στους σπόρους είχε απορροφηθεί από αυτούς. Ωστόσο, η περιεκτικότητα σε υγρασία των σπόρων δεν άλλαξε μετά τον ψεκασμό και άρα μάλλον λιγότερη ποσότητα γης διατόμων εφαρμόστηκε τελικά στον σπόρο με την χρήση υδατικού διαλύματος. Γενικά και άλλες έρευνες αναφέρουν ότι η υγρή εφαρμογή της γης διατόμων μέσω υδατικού διαλύματος μειώνει ελαφρώς την αποτελεσματικότητά της κατά των εντόμων και για το λόγο αυτό, κάποια μόνο από τα διαθέσιμα σκευάσματα έχουν τη δυνατότητα να εφαρμόζονται με τον τρόπο αυτό, ο οποίος είναι διεθνώς γνωστός ως slurry (Maceljski and Korunic, 1971; Korunic et al., 1996a,b)

4. Βιβλιογραφία

Alexander P., Kitchener J.A., Briscoe H.V.A. (1944a). Inert dust insecticides: Part I, Mechanism of action. *Annals Applied Biology*, 31: 143-149.

Alexander P., Kitchener J.A., Briscoe H.V.A. (1944b). Inert dust insecticides: Part II, The nature of effective dusts. *Annals Applied Biology*, 31: 150-156.

Alexander P., Kitchener J.A., Briscoe H.V.A. (1944c). Inert dust insecticides: Part III, The effect of dust on stored products pests other than *Calandra granaria*. *Annals Applied Biology*, 31: 156-159.

American Association of Cereal Chemists (AACC) (2010). *Cereal and Grains Association*, 11th Edition.

Andrić G., Marković M., Adamović M., Daković A., Pražić Golić M., Kljajić P. (2012). Insecticidal potential of natural zeolite and diatomaceous earth formulations against rice weevil (Coleoptera: Curculionidae) and red flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Economic Entomology*, 105: 670-678.

Athanassiou C.G., Kavallieratos N.G., Vayias B.J., Tomanović Z., Petrović A., Rozman V., Adler C., Korunić Z., Milovanović D. (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., Kljajić P., Andrić G., Filipčev B., Dokić Lj. (2012): Quality parameters of wheat grain and flour as influenced by treatments with natural zeolite and diatomaceous earth formulations, grain infestation status and endosperm vitreousness. *Journal of Stored Products Research*, 51: 61-68.

Bodroža-Solarov M., Kljajić P., Andrić G., Filipčev B., Šimurina O., Pražić Golić M., Adamović 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.). *Pesticides & Phytomedicine*, 26; 385-391.

Golob P. (1997). Current status and future perspectives for inert dusts for control of stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 33: 69-80.

Grain Grading Handbook for Western Canada, Canadian Grain Commission (1993). Winnipeg, MB, Canada.

Fields P., Korunić Z. (2000). The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored product beetles. *Journal of Stored Product Research*, 36: 1–13.

Flanders S.F. (1941). Dust as an inhibiting factor in the reproduction of insects. *Journal of Economic Entomology*, 34: 470-472

Korunić Z. (1998). Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *Journal of Stored Product Research*, 34: 87–97.

Korunić Z. (1997) Rapid assessment of the insecticidal value of diatomaceous earths without conducting bioassays. *Journal of Stored Product Research*, 33: 219–229.

Korunić Z., Fields P.G., Kovacs M.I.P., Noll J.S., Lukow O.M., Demianyk C.J., Shibley K.J. (1996). The effect of diatomaceous earth on grain quality. *Postharvest Biological Technologies*, 9: 373–387.

Korunić Z, Cenkowski S., Fields P.G. (1998). Grain bulk density as affected by diatomaceous earths and application method. *Postharvest Biology and Technology*, 13: 81-89.



Korunić Z. (2013). Diatomaceous earths – Natural Insecticides. *Pesticides & Phytomedicine*, 28: 77-95.

Korunić Z., Fields P.G., White N.D.G., MacKay A., Timlick B. (1996a). The effectiveness of diatomaceous earth against stored-grain insects pests in farm storages. In: *Proceedings XX International Congress of Entomology, 25–31 August 1996, Firenze, Italy*, p. 557.

Korunić Z., Fields P.G., Kovacs M.I.P., Noll J.S., Lukov O.M., Demianyk C., Shibley K.J., (1996b). The effect of diatomaceous earth on grain quality. *Postharvest Biological Technologies*, 9: 373–378.

Kljajić P., Andrić, G., Adamović, M., Bodroža-Solarov, M., Marković, M., Perić I. (2010). Laboratory assessment of insecticidal effectiveness of natural zeolite and diatomaceous earth formulations against three stored-product beetle pests. *Journal of Stored Product Research*, 46: 1-6.

Jackson K., Webley D. (1994). Effects of Dryacide on the Physical Properties of Grains, Pulses and Oilseeds. In *Stored Product Protection, Proceedings of the Sixth International Conference on Stored Product Protection, Canberra, Australia, 1994*; Highley, E., Wright, E.J., Banks, H.J., Champ, B.R., Eds.; University Press: Cambridge, UK, 1994; pp. 635–637.

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

Maceljski M., Korunic Z. (1971). The results of investigation of the use of inert dusts in water suspensions against stored-product insects. *Zastita Bilja Beograd*, 23: 376–387.

Nikpay A. (2006). Diatomaceous earths as alternatives to chemical insecticides in stored grain. *Insect Science*, 13: 421-429.

Quarles W. (1992). Diatomaceous earth for pest control. *IPM Practitioner*, 14: 1-11.

Quarles W., Winn P. (1996). Diatomaceous earth and stored product pests. *IPM Practitioner*, 18: 1-10.



Redding E.D., Hurburgh C.R., Johnson Jr.L.A., Fox S.R. (1991). Relationship among maize quality factors. *Cereal Chemistry*, 68: 602-605.

Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. (1990). *The Diatoms* (p 747). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Shah M.A., Khan A.L. (2014). Use of diatomaceous earth for the management of stored-product pests. *International Journal of Pest Management*, 60: 100-113.

Zacher F., Kunike G. (1931). Beitrage zur Kennthis der Vorratsschadlinge. Untersuchungen uber die Insektizide Wirkung von Oxyden und Karbonaten. *Arbeit Biologische Reichsanstalt*, 18: 201-23.