



Étude de l'activité insecticide de l'huile essentielle de *Dysphania ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) sur *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) [Study of the insecticidal activity of the essential oil of *Dysphania ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) on *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae)]

Mostafa El idrissi ^{1*}, Mohammed Elhourri ¹, Ali Amechrouq ^{1*}, Ahmed Boughdad ²

¹ Laboratoire de Chimie Moléculaire et Substances Naturelles, Université Moulay Ismail, Faculté des Sciences, B.P. 11201 Zitoune, Meknès (Maroc).

² Département de Zoologie agricole, École nationale d'Agriculture de Meknès, B.P. S/40 Meknès (Maroc).

Received 15 Sept 2013, Revised 2 May 2014, Accepted 2 May 2014.

* Corresponding author. E-mail: mostafa.elidrissi@hotmail.fr & aamechrouq@yahoo.fr; Tel.: +212661440908; +212651600158

Abstract

Our study is about the valorization of essential oil of *Dysphania ambrosioides* as botanical insecticide on *Sitophilus oryzae* during the storage of *Triticum turgidum* L. subsp. *durum* (Desf.) Husn. In fact, the insecticide activity of essential oil extracted by hydrodistillation from that plant has been tested by fumigation on the grains of *Triticum turgidum* L. subsp. *durum* (Desf.) Husn. after seven concentrations at the temperature beginning from 24 to 28°C and humidity of 70%. The same concentrations have been tested on *S. oryzae* by fumigation. During all the period of exposition the doses LC₅₀ and LC₉₉ doses have been determined and, also, the lethal times required for the death of 50% (LT₅₀) and 99% (LT₉₉) of adults exposed to different concentrations of essential oils. We notice that essential oil presents no effect on the germination of grains of *Triticum turgidum* L. subsp. *durum* (Desf.) Husn., on the contrary, it makes a very significant insecticide effect on *S. oryzae*.

Keywords: *Triticum turgidum* L. subsp. *durum* (Desf.) Husn.; *Dysphania ambrosioides*; *Sitophilus oryzae*; botanical insecticide

Résumé

Notre étude est consacrée à la valorisation de l'huile essentielle de *Dysphania ambrosioides* comme insecticide botanique sur le Charançon de blé (*Sitophilus oryzae*) lors du stockage du blé dur (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum* (Desf.) Husn.). En effet, l'activité insecticide de l'huile essentielle extraite par hydrodistillation à partir de cette plante a été testée par fumigation sur les grains de *Triticum turgidum* L. subsp. *durum* (Desf.) Husn. en sept concentrations et à une température allant de 24 à 28°C et une humidité de 70%. Les mêmes concentrations ont été testées sur *S. oryzae* par fumigation. Pendant toute la durée d'exposition, les doses CL₅₀ et CL₉₉ ont été déterminées ainsi que les temps létaux, requis pour la mort de 50% (TL₅₀) et 99% (TL₉₉) des adultes exposés aux différentes concentrations des huiles essentielles. Nous avons constaté que l'huile essentielle ne présente aucun effet sur la germination des grains de *Triticum turgidum* L. subsp. *durum* (Desf.) Husn. mais elle entraîne un effet insecticide très significatif sur *S. oryzae*.

Mots-clés: *Triticum turgidum* L. subsp. *durum* (Desf.) Husn.; *Dysphania ambrosioides*; *Sitophilus oryzae*; insecticide botanique

1. Introduction

Les ravageurs constituent un sérieux problème dans les grains au cours du stockage et de son industrie dérivée [1]. Dans le monde, entre 5 et 15% du poids total de céréales, de plantes oléagineuses et les légumineuses sont

perdues après la récolte [2], et entre 5 et 10% de ces pertes sont dues à la présence des parasites [3]. Le charançon du blé est l'un des ravageurs de l'infestation et de la destruction de grains entreposés. En raison de sa forte incidence, les insecticides synthétiques ont été utilisés pour le contrôler, mais les dommages potentiels pour la santé humaine et l'environnement provoqués par ces insecticides sont considérés aujourd'hui comme un véritable problème. Le bromure de méthyle et la phosphine sont toxiques pour un large spectre d'insectes ravageurs et ont été couramment utilisés pour contrôler les coléoptères nuisibles aux produits stockés [4]. Bien que ces fumigants sont efficaces et économiques, ils ont conduit à des effets secondaires inattendus tels que l'épuisement de l'ozone, la pollution environnementale, la résistance des ravageurs, et la nocivité pour l'organisme [5 ; 6].

Les problèmes de la résistance et de la nocivité des insecticides synthétiques ont abouti à la nécessité de trouver des alternatives plus efficaces et plus saines. Ainsi, les huiles essentielles sont les produits les plus testés actuellement [7-11]. Ces insecticides naturels, dits insecticides de plantes, présentent plusieurs avantages par rapport aux composés synthétiques à cause de leur biodégradation rapide et la réduction des risques de l'environnement.

2. Objectif du travail

Notre laboratoire a effectué des tests antimicrobiens et antifongiques de l'huile essentielle de cette plante et a constaté que cette huile essentielle inhibe la croissance des microorganismes [12]. Pour étaler notre étude, nous nous sommes intéressés à étudier l'activité de l'huile essentielle de *Dysphania ambrosioides* sur le Charançon de blé (*Sitophilus oryzae*) lors du stockage du blé dur (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum* (Desf.) Husn.).

3. Matériels et méthodes

3.1. Plante utilisée

La partie aérienne (tiges, feuilles et fleurs) de *D. ambrosioides* a été récoltée au mois d'avril (2012) dans la région de Meknès située au centre du Maroc.

3.2. Souche de *Sitophilus oryzae*

Les insectes proviennent d'une souche isolée à partir des grains de blé infestés par *S. oryzae*. Ces grains ont été prélevés chez un agriculteur dans la région de Meknès. Cette souche est mise en élevage au laboratoire, dans une salle aérée où la température varie entre 24 et 28°C et une humidité de 70%, sur le blé dur, dans un sac de tissu aéré.

3.3. Séchage du matériel végétal

Les organes prélevés sont séchés au laboratoire pendant sept jours. La matière première est étalée en couches fines et retournée fréquemment à température ambiante 25°C.

3.4. Extraction de l'huile essentielle

L'extraction de l'huile essentielle a été réalisée par hydro-distillation de 100g de la matière végétale sèche dans un volume de 1.5L d'eau distillée porté à 100°C dans un essencier de type Clevenger [13]. La distillation dure trois heures après récupération de la première goutte de distillat. L'huile essentielle est séchée avec du sulfate de sodium anhydre et stockée à 4°C dans l'obscurité. Le rendement en huile essentielle est exprimé par rapport à la matière sèche (en mL/100g de matière sèche). Le pourcentage de matière sèche est estimé par séchage de 5g d'échantillon pendant 24 heures (jusqu'à un poids constant) dans l'étuve portée à 105°C.

Des études ont été réalisées sur la composition chimique de l'huile essentielle de *D. ambrosioides*. Boutkhal S. et al. [14] ont permis d'identifier 20 constituants représentant environ 96.12% de la composition chimique de l'huile essentielle extraite des parties aériennes de la plante.

3.5. Analyse des données

Pour comparer les effets de l'huile essentielle testée sur la modalité mesurée, une analyse de variance suivie du test de Scheffé à 5% a été réalisée au moyen du logiciel Excel version 2003. Les CL₅₀ et CL₉₉ ont été déterminées par la méthode des probits selon Finney [15]. Les mortalités ont été corrigées par la formule d'Abbott [16]. Les temps létaux, requis pour la mort de 50% (TL₅₀) et 99% (TL₉₉) des adultes exposés aux différentes concentrations de l'huile essentielle, ont été estimés.

4. Tests biologiques

4.1. Effet de l'huile essentielle sur les adultes de *Sitophilus oryzae*

La fumigation avec l'huile essentielle de *D. ambrosioides* a été effectuée dans des boites en plastiques hermétiques et transparentes, de capacité de 1L comme chambre d'exposition pour tester la toxicité de l'huile essentielle contre les adultes du *S. oryzae*. Dans chaque boite on met cinq boites de pétri (assurant cinq répétitions). Chaque répétition se compose de dix adultes de *S. oryzae*. Les tests ont été effectués sous les conditions d'élevage. L'huile essentielle a été étalée sur papier filtre de type Wathman qu'on a mis à l'intérieur de la chambre d'exposition. Sept doses ont été appliquées: 5µL, 10µL, 20µL, 40µL, 60µL, 80µL, et un lot non-traité a servi comme témoin. Le contrôle de mortalité s'est fait par dénombrement d'insectes morts du premier jour de traitement jusqu'à la mort de tous les individus.

4.2. Effet sur la germination des graines de *Triticum turgidum L. subsp. durum (Desf.) Husn.*

L'effet de l'huile essentielle de *D. ambrosioides* sur la germination des graines de blé a été évalué. Le blé dur a été traité avec de l'huile essentielle à des concentrations différentes mentionnées avant. Après huit jours de traitement (le temps suffisant pour la mortalité de tous les insectes exposés) avec les différentes concentrations de l'huile testée, les grains de blé ont été transférés à des récipients en sable mouillé avec de l'eau afin de réaliser leurs semences. Les pourcentages de germination ont été enregistrés en comptant le nombre de grains germés dans tous les lots.

5. Résultats et Discussion

5.1. Effet de l'huile essentielle sur les adultes de *Sitophilus oryzae*

L'huile essentielle de *D. ambrosioides* affecte significativement la survie des adultes de *S. oryzae*. Dans les lots traités, la survie des charançons s'échelonne entre un et cinq jours, alors que dans le lot témoin, ce paramètre oscille entre trois et huit jours. La toxicité de l'huile essentielle dépend de la concentration et de la durée d'exposition. La survie des adultes diminue au fur et à mesure que la concentration de l'huile essentielle et la durée d'exposition augmentent (**Figure 1**). Les temps de survie des adultes exposés aux différentes concentrations de l'huile essentielle varient de moins de un jour à environ cinq jours selon la concentration, alors que dans le lot témoin, les adultes vivent en moyenne de huit jours. Les TL_{50} et TL_{99} sont négativement corrélés aux concentrations en huile essentielle testée (**Tableau 1**).

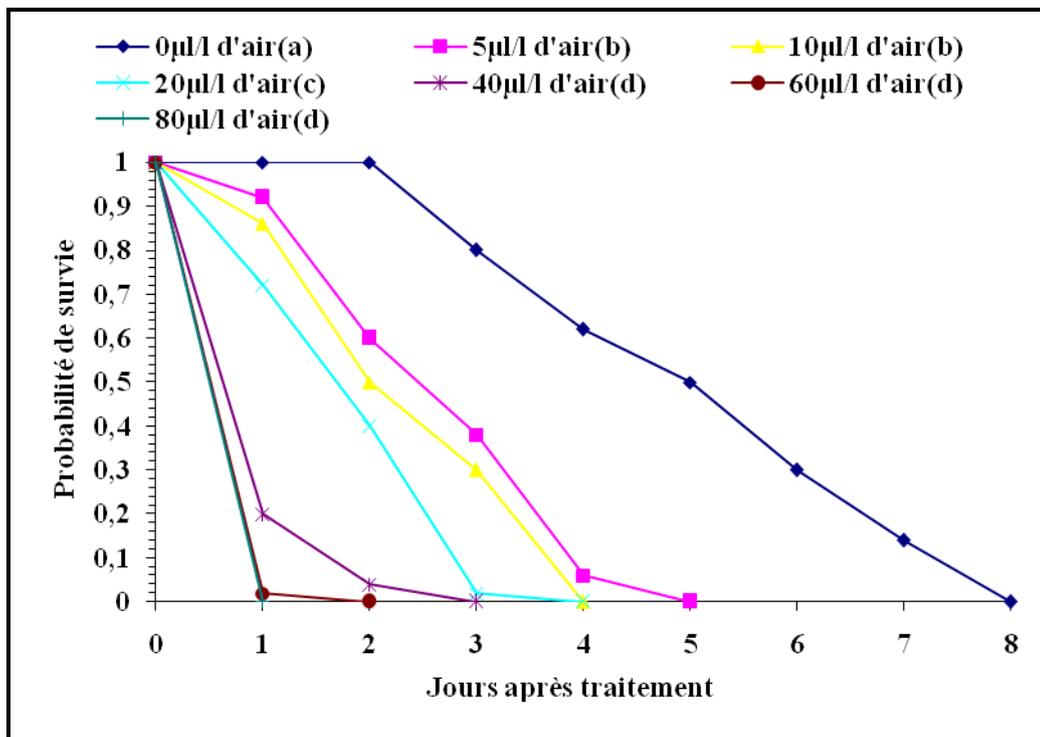


Figure 1: Survie des adultes de *S. oryzae* exposés à l'huile essentielle de *D. ambrosioides*

Les survies affectées d'une même lettre minuscule ne diffèrent pas statistiquement entre elles (test de Scheffé, $p \leq 0,05$) tandis que les autres sont nettement différentes.

Tableau 1: TL₅₀ et TL₉₉ (en jours) des adultes de *S. oryzae* exposés à l'huile essentielle de *D. ambrosioides*

Concentrations ($\mu\text{L.L}^{-1}$ d'air)	TL ₅₀	r>r(0,05 ; 2)	TL ₉₉	r>r(0,05 ; 2)
0	4,88		7,84	
5	2,56		4,68	
10	2,35	-0,92	4,03	-0,99
20	1,90		3,66	
40	0,50		2,95	

Les paramètres toxicologiques de l'huile essentielle testée ont été regroupés dans le **tableau 2**. Après trois jours de traitement les valeurs des concentrations CL₅₀ et CL₉₉ sont respectivement $5,83\mu\text{L.L}^{-1}$ et $35,86\mu\text{L.L}^{-1}$. Ahmed M. E. Abd El-Salam [17] a constaté que les huiles essentielles de *S. aromaticum*, *E. globulus*, *C. zelanicum*, *T. vulgaris*, *S. chenensis*, *C. flexuosus*, et *M. alternifolia* ont une puissante toxicité contre *S. oryzae*. Les CL₅₀ de ces huiles essentielles sont respectivement après trois jours de traitement : 8,4; 10,6; 12,4; 16,0; 31,0; 36,0 et $69,6 \mu\text{L.L}^{-1}$, tandis que la CL₅₀ de l'huile essentielle de *D. ambrosioides* étudiée était de $5,83\mu\text{L.L}^{-1}$. Ce résultat montre que *S. oryzae* a été plus sensible à l'huile essentielle de *D. ambrosioides*. Sung-Eun Lee et al. [18] ont déclaré que la toxicité des huiles essentielles à des insectes entreposés est influencée par la composition chimique de l'huile qui à son tour dépend de la source, la saison, les conditions écologiques, la méthode d'extraction, le temps d'extraction et la partie utilisée de plante.

Tableau 2: Paramètres de toxicité de l'huile essentielle de *D. ambrosioides* vis-à-vis des adultes de *S. oryzae* en jours après fumigation

Jours après traitement	Pente $\pm\text{ES}^{(1)}$	χ^2 calculé	χ^2 (0,05 ; 2)	CL ₅₀ ($\mu\text{L.L}^{-1}$) ⁽²⁾ [Intervalle de confiance]	CL ₉₉ ($\mu\text{L.L}^{-1}$) ⁽²⁾ [Intervalle de confiance]
1	3,25 \pm 0,65	19,42		21,29 [11,96 ; 33,76]	110,57 [58,18 ; 792,49]
2	2,19 \pm 0,49	16,28	9,49	8,91 [2,66 ; 15,43]	102,50 [43,21 ; 2914,66]
3	2,95 \pm 0,52	5,90		5,83 [3,88 ; 7,55]	35,86 [24,43 ; 73,80]

⁽¹⁾ES: Erreur standard;

⁽²⁾CL₅₀ et CL₉₉: Concentrations létales respectivement pour 50% et 99% des individus utilisés.

5.2. Effet sur la germination des graines de *Triticum turgidum L. subsp. durum (Desf.) Husn.*

Les pourcentages des graines germés en fonction de la durée d'exposition ont été présentés dans la **figure 2**.

Les tests indiquent une légère différence de pourcentage de germination des graines dans tous les lots traités par rapport au lot témoin.

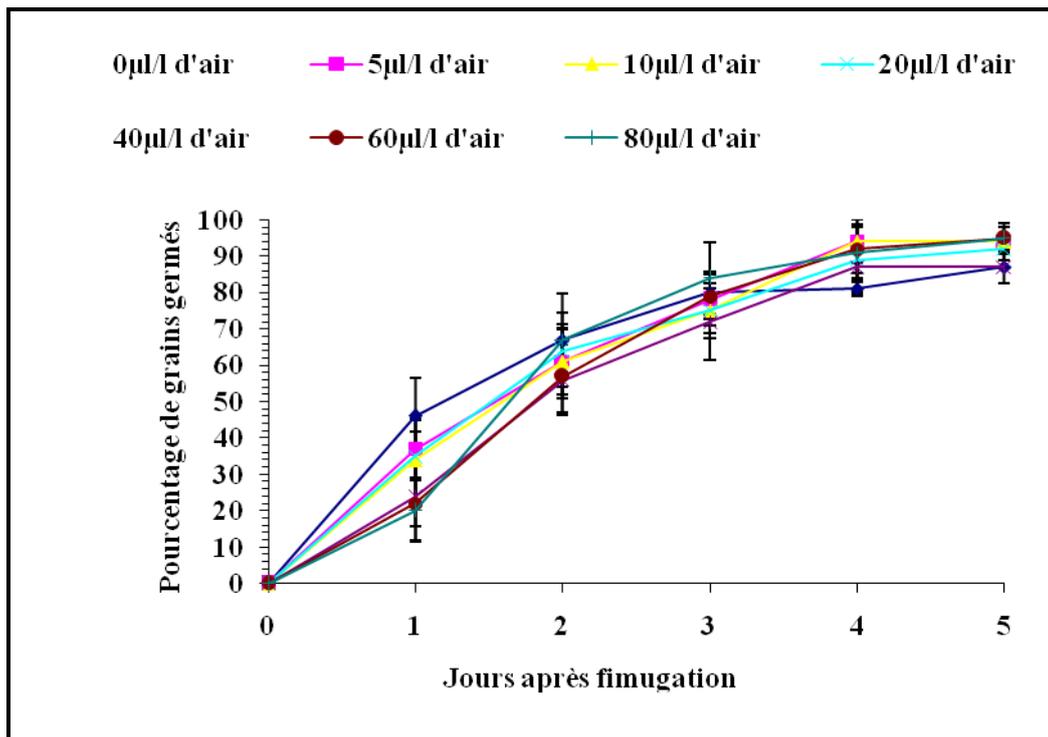


Figure 2: Pourcentages des graines germées en fonction de la durée d'exposition de l'huile essentielle de *D. ambrosioides*

L'huile essentielle de *D. ambrosioides* a fortement abrégé la survie des adultes de *S. oryzae* par la fumigation sans altérer le pouvoir germinatif des graines traitées de blé dur. L'effet insecticide de cette huile essentielle a été déterminé selon leur composition chimique.

Dans notre étude l'huile essentielle de *D. ambrosioides* a révélé une bonne activité insecticide contre *S. oryzae*. Chez les insectes traités, l'huile essentielle de *D. ambrosioides* qui renferme les monoterpènes (89,81% de la composition chimique de l'huile essentielle de *D. ambrosioides*), peut inhiber l'acétylcholinestérase [19-21], l'octopamine [22-24] ou le cytochrome P450 des mono-oxygénases [25].

Du point de vue physico-chimique, les huiles essentielles ne laissent pas de résidus ou de déchets dans les produits traités, elles sont facilement biodégradables [26]. Beaucoup d'entre elles agissent au niveau du neurotransmetteur octopamine spécifique aux invertébrés (op. cit.), elles sont donc en général moins toxiques pour les mammifères, par voie orale. Les DL_{50} sont généralement supérieures à 1000 mg.kg^{-1} du poids vif du rat de plus, elles ont peu d'effet sur la germination de semences [27].

Conclusion

L'huile essentielle de *D. ambrosioides* peut être recommandée comme fumigant contre *S. oryzae* et comme alternative au pesticide de synthèse dans l'agriculture. Cette approche peut aider à réduire la quantité d'insecticides appliquée, et par la suite de diminuer l'impact négatif des agents synthétiques, tels que les résidus, la résistance et la pollution environnementale [28].

Remerciements-Ce travail a été réalisé au laboratoire de Chimie Moléculaire et Substances Naturelles à la Faculté des Sciences, Université Moulay Ismail à Meknès et au Département de Zoologie Agricole à l'École Nationale d'Agriculture de Meknès (Maroc).

Bibliographie

1. Pérez Mendoza J., P. W. Flinn, J. F. Campbell, D. W. Hagstrum, and J. E. Throne. *J. Econ. Entomol.* 97 (2004) 1474-1483.
2. Anonyme, Proceeding of the 18th International Course on Plant Protection. International Agricultural Centre, Wageningen, The Netherlands, (1989).
3. Hill, D. S., Pests of stored products and their control 274 p. CRC Press, Boca Ratón, Florida, USA, (1990).
4. Mueller, D. K., Fumigation, Handbook of Pest Control, Franzak and Foster Co., Cleveland, Ohio. pp: 901-939, (1990).

5. Jembere B., Obeng-Ofori D., Hassanali A., Nyamasyo G. N. N., *Bull. Entomol. Res.* 85 (1995) 361-367.
6. Okonkwo E. U., Okoye W. I., *Internat. J. Pest. Manag.* 42 (1996) 143-146.
7. Park I. K., Lee S. G., Choi D. H., Park J. D., Ahn Y.J., *J. Stored Prod. Res.* 39 (2003) 375-384.
8. Soon-II K., Young-Joon A., Do-Hyoung K., Han-Seung L., *J. Stored Prod. Res.* 39 (3) (2003) 293-303.
9. Akram Taghizadeh Saroukolai, Saeid Moharrampour, Mohammad Hadi Meshkatsadat, *J. Pest. Sci.* 83 (2009) 3-8.
10. Verónica Benzi, Natalia Stefanazzi, and Adriana A. Ferrero, *Chilen J. agric. Res.* vol. 69-N° (2009) 2-2009.
11. Andréa Roveré Franz, Neiva Knaak & Lidia Mariana Fiuza, *Rev. Bras. Entomol.* 55 (1) (2011) 116-120.
12. S. Boutkhil, M. Elidrissi, S. Chakir, M. Derraz, A. Amechrouq, A. Chbicheb, K. Elbadaoui, *J. Acta Bot. Gallica.* 158 (3) (2011) 425-433.
13. Clevenger J. F., *J. Am. Pharm. Assoc.* 17 (4) (1928) 346-351.
14. Boutkhil Samira, Elidrissi Mostafa, Amechrouq Ali, Chbicheb Abderraouf, Chakir Said, El badaoui Khalid, *Acta Botanica Gallica.* Vol. 156 (2009) 201-209.
15. Finney D. J., *Probit analysis.* 3th ed. Cambridge University Press. ISBN 0 521080421 X, 333 p, (1971).
16. Abbott W., *J. Econ. Entomol.* 18 (1925) 265-267.
17. Ahmed M. E. Abd El-Salam, *Egypt. Acad. J. biolog. Sci.* 2 (1) (2010) 1-6.
18. Sung-Eun Lee, Byoung-Ho Lee, Won-Sik Choi, Byeoung-Soo Park, Jeong-Gyu Kim and Bruce C Campbell, *Pest. Manag. Sci.* 57 (2001) 548-553.
19. Grundy D. L., Still C. C., *Pest. Biochem. Physiol.* 23 (1985)383-388.
20. Ryan M. F., Byrne O., *J. Chem. Ecol.* 14 (1988) 1965-1975.
21. López M. D., Pascual-Villalobos M. J., *Ind. Crop. Prod.* 31 (2010) 284-288.
22. Enan E., *Comp. Biochem. Physiol.* 130C (2001) 325-337.
23. Kostyukovsky M., Rafaeli A., Gileadi C., Demchenko N., Shaaya E., *Pest. Manag. Sci.* 58 (2002) 1101-1106.
24. Price D. N., Berry M. S., *J. Insect Physiol.* 52 (2006) 309-319.
25. De Oliveira, A. C., Ribeiro-Pinto, L. F., Paumgarten, J. R., *Toxicol. Lett.* 92 (1997) 39-46.
26. Claudia T., Florian C., *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.* 12 (2013) 40-53.
27. Koul O., Walia S., Dhaliwal G. S., *Biopestic. Int.* 41 (2008) 63-84.
28. Benhalima H., Chaudhry M. Q., Mills K. A., Price N. R., *J. Stored Prod. Res.* 40 (2004) 241-249.

(2014) ; <http://www.jmaterenvironsci.com>