

PoLSMER

PAPERS ON LIFE SCIENCE
MARINE & ENVIRONMENTAL RESEARCH

PUBLISHER

FACULTY OF NATURAL & LIFE SCIENCES
ABDELHAMID IBN BADIS UNIVERSITY OF MOSTAGANEM (ALGERIA)

Vol 1 , Num1 (2022)

ISSN: 2800-101x

<https://www.univ-mosta.dz/fsnv>

Papers on
Life Science, Marine & Environmental Research

PoLSMER

International Journal edited by
The Faculty of Natural Sciences and Life
Abdelhamid Ibn Badis University of Mostaganem (ALGERIA)

ISSN 2800-101X

umab.polsmer@univ-mosta.dz

About the Journal

PoLSMER is an open access peer reviewed online journal edited by the faculty of life and natural sciences of the university Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, Algeria. The main objective of PoLSMER is to provide a platform for national and international scholars, academicians, and researchers to share their innovative research findings in the fields of life and natural sciences: agronomy, food science, biotechnology, environmental science, marine science, forest and natural space management. The journal publishes

- Original full research articles,
- Review articles
- Short communications
- Technical notes
- Conference proceedings

- **Note:** *Authors are solely responsible for any scientific misconduct including plagiarism and authorship errors in their articles; the publisher and editorial board are not responsible for any scientific misconduct that happened in any published article.*

Detailed Aims and Scope

The scopes of Journal of Agriculture and Natural Resources include, but are not limited to, the following fields of Agricultural Ecology, Agricultural economics, Agricultural Engineering, Agricultural extension, Agronomy, agro industry, Animal Science and Veterinary, Aquaculture and fisheries, Biophysics. Biopolymers, Biotechnology, Botany, Cell biology, climate change, Entomology, Environment Science, ecosystems, farm management, Food Science, Forestry Science, genetic diversity, Genetic engineering, Horticulture, Immunology, Irrigation Science, Land use and waste management in agriculture, Marine biology, Microbiology, nutrition, physiology, Plant Biotechnology, Plant Breeding and genetics, Plant Pathology, Production Ecology, quantitative and molecular genetics, reproduction of livestock Sociology of agriculture, Agricultural chemistry, Soil Science, Scientific publication, Scientific writing and communication in agriculture and natural resources, sustainable environmental, water resource analysis, waste management, Zoology and so on.

Published in two languages

PoLSMER publishes papers written in english or in french. Titles, abstracts, keywords and captions are written in both languages.

Frequency: semi-annual (January and July)

Ethical compliance

Research papers reporting animal or clinical studies should, where appropriate, contain a statement that they have been carried out with animal or human ethics committee approval. All scientific studies should be carried out in accordance with the relevant national and local guidelines. Each author(s) warrants that his or her research institution has fully approved the protocol for all scientific studies involving animals or humans and that all experiments of any kinds were conducted in compliance with ethical and humane principles of research after ethics committee approval.

Editor in Chief

Dahloum Lahouari, Department of agronomy, Faculty of Natural Sciences and Life, University of Abdelhamid Ibn Badis of Mostaganem, Algeria

E-mail: Lahouari.dahloum@univ-mosta.dz

Associate Editor

Benameur Qada, Faculty of Natural Sciences and Life University of Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, Algeria

E-mail: qada.benameur@univ-mosta.dz

Editorial Board Members

Prof. Djibaoui Rachid, University of Mostaganem (Algeria) (Microbiology)

Prof. Bachir-Bouiadjra Benabdellah, University of Mostaganem (Algeria), (Marine science)

Prof. Yakubu Abdulmojeed, Nasarawa state University (Nigeria) (Animal breeding and Genetic)

Prof. Chibani Abdelwaheb, University of Mostaganem (Algeria) (Genetic)

Prof. Djebli Noureddine, University of Mostaganem (Algeria) (Pharmacology)

Dr. Gervasi Teresa, University of Messina (Italy) (Biotechnology)

Prof. Mezali Karim, University of Mostaganem (Algeria) (Marine Biology)

Prof. Bella Giuseppa Di, University of Messina (Italy) (Food chemistry)

Prof. Larid Mohamed, University of Mostaganem (Algeria) (Biodiversity, Environmental science)

Prof. Benkhelifa Mohamed, University of Mostaganem (Algeria) (Soil science)

Prof. Bakhti Abdellah, University of Mostaganem (Algeria) (Chemical Science)

CONTENTS

Original articles

- ABED Fouzia, BACHIR-BOUIADJRA Benabdellah, HADDAD Ahmed, HOMRANI Abdelkader

Etat sanitaire de l'apiculture dans trois régions du Nord-Ouest algérien: Tiaret, Relizane et Mostaganem

Pages : 1-5

- KRACHE Fariel, BOUALEM Malika, ABDELLAOUI Ameer, OULD MOUSSA Hassane, BENABDELMOUMENE Djilali and KEDDAR Fayza

Effect of botanical extract of garlic (*Allium sativum* L.) on larvae of tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)

Pages : 6-9

- KEDDAR Fayza, BOUALEM Malika, BRADA Moussa et KRACHE Fariel

Effet insecticide de l'extrait phénolique de *Pelargonium zonale* sur les larves de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*

Pages : 10-13

- BOUCHIBANE Malika, YABRIR Ben Alia, CHERIGUENE Abderrahim, CHOUGRANI Fadela, AIT SAADA Djamel

Evaluation of the physico-chemical and microbiological parameters of a yogurt prepared from goat and sheep milk during storage

Pages : 14-17

- DAHLOUM Lahouari, BENAMEUR Qada, ARABI Abed, BETTAHAR Satia

Analyse morpho-géométrique de la forme du bec chez deux génotypes de poule locale : Cou-nu et normalement emplumé

Pages : 18-21

- HAFFARI Faouzia, BOUALEM Malika, BERGHEUL Saida, DJABER Abdelkrim, MERZOUG Aicha

Comparative study of the physicochemical characteristics of three local durum wheat varieties (Chain S, Vitron R1 and Vitron)

Pages : 22-24

ISSN/ 2800-101X

Publisher : Faculty of Natural Sciences and Life

Abdelhamid Ibn Badis University

MOSTAGANEM

Research Article

Etat sanitaire de l'apiculture dans trois régions du Nord-Ouest algérien: Tiaret, Relizane et Mostaganem

ABED Fouzia ^{*}, BACHIR-BOUIADJRA Benabdellah, HADDAD Ahmed, HOMRANI Abdelkader

Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale (LSTPA), Université Abdelhamid Ibn Badis, P.O. Box 188, Mostaganem 27000, Algérie. ^{*}Contact: fouzia.abed@univ-mosta.dz

Reçu: 10 Avril 2022/ Accepté: 15 Mai 2022/ Publié: 30 Juin 2022

Résumé

Outre le fait qu'elles produisent du miel, les abeilles assurent l'activité de pollinisation des arbres fruitiers et des cultures principalement entomophiles. Elles sont considérées comme une espèce clé des différents écosystèmes. Cependant, cet insecte de haute valeur est exposé aux menaces telles que les maladies, les prédateurs l'usage des pesticides essentiellement les insecticides. En Algérie, de nombreux apiculteurs ont constaté des mortalités d'origine non identifiée au sein de leurs ruchers. Ces mortalités sont soit associées à des signes pathognomoniques de certaines pathologies, ou d'intoxications soit elle restent toujours asymptomatiques et nécessite l'intervention du laboratoire pour la confirmation de l'agent causale et l'établissement du diagnostic. Nous manquons, à ce jour, d'informations bien distinctes sur le degré d'atteinte de nos abeilles par ces maladies. Pour cela, une enquête a été menée afin d'identifier la situation sanitaire du cheptel apicole au niveau de trois wilayas de l'Ouest algérien (Tiaret, Relizane et Mostaganem). Au total, 255 apiculteurs répartis dans les trois régions ont été enquêtés. Les résultats obtenus montrent que la varroase occupe la première position parmi les maladies signalées, suivie par la loque européenne et la nosémosse présentant une faible. Aucune déclaration sur la loque américaine ou l'acariose n'a été signalée par la direction des services vétérinaires de chaque wilaya. La fausse teigne est le prédateur le plus signalé par les apiculteurs (50%), bien qu'il affecte les colonies déjà affaiblies par les maladies. L'usage abusif des pesticides principalement les insecticides cause des mortalités importantes pour les apiculteurs. La situation sanitaire des abeilles doit être prise en considération, et des solutions de lutte et de traitement doivent être mises à la disposition des vétérinaires et des apiculteurs.

Mots-clés: abeille, Ouest algérien, mortalité, varroase, pesticides.

Introduction

L'apiculture, qui signifie élevage des abeilles, a été pratiquée depuis l'antiquité et encore largement répandu dans le monde. Pratiqué sur tous les continents, cette activité diffère selon le climat, la flore, la variété d'abeilles et le niveau économique de développement (Tamali *et al.*, 2019).

L'acteur principal de cette filière est effectivement l'abeille. Le service crucial et la valeur économique de la majorité des pollinisateurs API et non-API ont été examinés et largement débattu (Aebi *et al.*, 2012; Vanbergen *et al.*, 2013). Les abeilles (*Apis Mellifera*), à la fois sauvage et domestique, sont responsables de la pollinisation de nombreuses cultures et plantes, contribuant non seulement à la sécurité alimentaire, mais également à l'économie (Klein *et al.*, 2007; Allsopp *et al.*, 2008; VanEngelsdorp et Meixner, 2010).

Depuis quelques années, l'abeille et l'apiculture souffrent de nombreuses difficultés en Europe et en Amérique du Nord surtout (Aymé, 2014). Le déclin du nombre d'abeille est alarmant compte tenu de leur rôle important dans les services écosystémiques (Neumann et Carreck, 2010; Vanbergen *et al.*, 2013). Le « CCD » (Colony Collapse Disorder) qui a été décrit pour la première fois aux États-Unis est l'un des causes catégorisées par la disparition de la majorité des ouvrières dans

une ruche avec des preuves limitées d'abeilles mortes, quelques abeilles nourricières, mais beaucoup de nourriture et de reines dans la colonie (Yao *et al.*, 2018). La symptomatologie compliquée et très distincte des autres épidémies de perte a fait l'objet de confusion pour les scientifiques.

Plusieurs hypothèses pour déterminer l'origine de cet effondrement figurent dans la liste suggérée par les chercheurs du domaine telles que les problématiques liées aux agents pathogènes, la pollution causée par l'usage des pesticides l'anthropisation des milieux et les modifications structurelles des paysages, des pratiques apicoles stressantes, d'une façon générale, l'apiculture n'a jamais autant semblée menacée à l'échelle mondiale que maintenant (Aymé, 2014).

Comme il a été signalé par Adjan en (2012), les études sur la situation sanitaire du cheptel apicole en Algérie sont rares malgré le déclin non justifié des abeilles rapporté par plusieurs apiculteurs dans des différentes parties du pays. A ce jour, aucune investigation de type scientifique n'avait été réalisée pour obtenir le bilan de l'état sanitaire de la filière apicole dans les régions de l'Ouest du pays.

L'objectif principal de ce travail s'inscrit dans cette démarche de synthèse visant à établir et à décrire d'une manière aussi

réaliste et exhaustif que possible le statut sanitaire de la filière apicole dans trois régions de l'Ouest algérien et des connaissances scientifiques acquises jusqu'à ce jour.

Matériel et méthodes

Méthode d'enquête

Pour faciliter la collecte des données, l'enquête a été menée à l'aide d'un questionnaire portant sur les différents aspects caractérisant la pratique de l'apiculture dans la zone d'étude. Le recueil des données auprès des apiculteurs choisis d'une manière aléatoire est procédé soit directement sous la forme d'un entretien personnel de plusieurs heures avec chaque apiculteur, ou par téléphone. L'enquête a démarré en 2018 au niveau de trois wilayas de l'Ouest algérien, Tiaret, Relizane et Mostaganem.

Le questionnaire de l'enquête porte essentiellement sur plusieurs volets qui visent à décrire l'aspect sanitaire le plus contraignant, car mal maîtrisé par les apiculteurs par manque de formations spécifiques dans le domaine. Des questions sur la présence du déclin d'abeille, son intensité, les maladies qui se trouvent au sein du rucher ainsi les traitements appliqués et l'usage des pesticides sur les lieux du butinage par les agriculteurs voisins ont été posées sur l'ensemble des interrogés.

L'investigation touche l'ensemble des apiculteurs exerçant au leur activité dans la zone d'étude (Tiaret, Relizane et Mostaganem). Des listes d'apiculteurs préalablement établies par la direction des services agricoles (DSA) de chaque wilaya nous ont été fournies. Cette étape aide non seulement au dénombrement des apiculteurs, en indiquant la répartition des sites où l'activité de l'apiculture est fortement intense. Les apiculteurs qui ont refusé de participer à l'enquête ou ceux qui ont abandonné leur activité apicole ont été exclus de la liste finale. La répartition géographique des apiculteurs était aléatoire. Au total, 255 apiculteurs dont 4 apicultrices ont participé à l'enquête.

Résultats et discussion

Présence de maladies

Le statut sanitaire des abeilles est la clé de réussite de l'apiculteur, il en ressort de nos investigations que le niveau sanitaire du cheptel apicole signalé par les apiculteurs eux-mêmes, dans les trois régions étudiées est très médiocre. En Algérie, la varroase, la loque américaine, la loque européenne, la nosérose et l'acariose des abeilles représentent les cinq pathologies qui se trouvent dans la liste des maladies à déclaration obligatoire selon le décret exécutif no 95-66 du 15 mars 2006.

1. La varroase

Selon l'enquête, la varroase est en tête de liste des maladies les plus fréquentes signalées par les apiculteurs dans la zone d'étude. Le nombre de déclarants s'élève respectivement à 63, 61 et 55 apiculteurs dans la wilaya de Tiaret, Relizane et Mostaganem qui affirment la présence de cette maladie au sein de leurs ruchers. L'acarien *Varroa destructor* est l'agent principal responsable de la pathologie « la varroase ». Cette

maladie est devenue la cause essentielle provoquant la perte et l'affaiblissement des colonies des abeilles (Fries *et al.*, 1994 ; Rosenkranz *et al.*, 2010). Avec une telle prévalence mondiale, la varroase est l'animatrice de multiples dommages pour les deux niveaux individuel et collectif (colonies), du fait de l'acte de l'association du parasite avec plusieurs virus de l'abeille (Rosenkranz *et al.*, 2010), c'est ce qu'on l'appelle notamment la surinfection qui aggrave de plus en plus la situation. Cet acarien existe en Algérie depuis 1981 (De Favaux, 1984) ou il cause plusieurs dégâts au niveau des parcs ruchers du pays malgré les mesures de préventions et de traitement réalisées de la part des apiculteurs (Adjlane et Doumandji, 2011). Généralement, cette situation se traduit par la présence d'abeilles incapables de voler au niveau du plancher de la ruche.

Nos observations et constats sont en accord avec ceux signalées précédemment par Adjlane *et al.* (2012), qui ont rapporté dans la région médioséptentrionale de l'Algérie qui regroupant les wilayas de Tipaza, Blida, Alger, Boumerdes, Tizi-Ouzou et Bouira, que le degré d'infestation par la varroase au niveau du couvain a dépassé le seuil tolérable estimé à 15% dans une colonie saine (Wilkinson et Smith, 2002). L'atteinte par cette maladie varie entre 65% et 100% dans les différentes régions de la wilaya de M'sila. Les apiculteurs ont exprimé leur inquiétude envers cette situation qui se traduit par la mort des abeilles et l'échec du rucher (Ziane et Brikat, 2020).

Selon Bouguettou (2016), tous les apiculteurs de la wilaya de Blida ont déclaré la présence de cette parasitose au sein de leurs ruchers. Le même constat a été signalé dans la plaine de Mitidja. (Ouakli, 2019)

Les ravages causés par cet agent sont signalés. en Espagne ; Witters (2003) a déclaré que l'acarien *V. destructor* a détruit un million de ruches par an, ce qui engendre l'augmentation des frais de traitement et l'accroissement des taches de manipulations concernant les ruches.

En 2010, à Madagascar, les autorités locales ont réagi très rapidement suite à l'apparition du parasite. Ils ont pris une série de mesures afin de limiter la propagation de la maladie au sein de l'île ou sur les îles aux alentours encore indemnes, comme la Réunion. Le transport des colonies, des reines, des paquets d'abeilles ou du matériel apicole entre districts malgaches est impraticable. Actuellement, l'acarien est confiné sur la côte Nord-Est autour du port principal de l'île et les régions des hauts-plateaux autour de la capitale.

La loque européenne et américaine

En dehors de la varroase, 2 apiculteurs de la wilaya de Relizane, et 2 autres à Mostaganem ont signalé dans leurs exploitations, la présence de la loque européenne ou américaine. La maladie de la loque européenne touche les trois castes de la colonie, elle affecte le couvain plus précisément avant l'operculation. C'est au niveau de la ruche que les larves se contaminent en ingérant les germes avec la nourriture. Les larves représentent la caste la plus exposée à cette maladie, essentiellement ceux âgés de moins de 2 jours ; au-delà de cet âge leur contamination sera difficile. Les abeilles adultes montrent une résistance remarquable envers la pathologie (Bailey et Ball, 1991). Les nourrices détectent et éliminent la plupart des larves malades, ce qui engendre la formation d'un

couvain lacunaire, dit en « mosaïque » dont le couvain est composé des cellules vides et d'autres pleines réparties aléatoirement sur le cadre (OIE, 2008a).

La loque américaine est la maladie qualifiée de « loque maligne », contrairement à la loque européenne « loque bénigne ». Cette loque est la maladie du couvain de l'abeille domestique la plus dangereuse, elle engendre des pertes économiques considérables, par la mort importante des colonies. La loque américaine avec sa distribution mondiale est causée par une bactérie *Paenibacillus larvae* subsp. *larvae*. Les larves s'infectent oralement par l'ingestion des spores d'origine multiple.

Il y a peu de signes au début de cette pathologie car les larves atteintes sont détectées par les nourrices, ces capacités sont dépassées à un certain seuil de la maladie, et les symptômes apparaissent (GDSA 27b, 2014). Les stades avancés de la maladie se caractérisent par l'installation d'une odeur ammoniacale et l'évolution mène à la mort de la colonie.

Contrairement à nos résultats, l'étude de Adjlane (2012), a révélé que la loque américaine est présente dans 20% des ruchers étudiés. Les résultats du diagnostic de laboratoire réalisé sur des abeilles adultes ont révélés la présence de 45% d'abeille infectées par l'agent causale de la loque américaine (*P.larvae*) dans les cinq régions, Tipaza, Alger, Boumerdes, Blida et Bouira.

Le même constat est rapporté dans la plaine de Mitidja (Ouakli, 2019), où 13,33% des apiculteurs signalent la loque européenne et 30% d'entre eux ont rapporté la présence de la loque américaine. Cette dernière est la plus vulnérable car une fois la maladie est confirmée par le diagnostic de laboratoire, la ruche et son contenu sont immédiatement détruits (Peacock, 2011). En cas d'apparition de quelques traces de loque européenne, l'apiculteur peut régler le problème en transférant la colonie dans une nouvelle ruche.

2. La nosérose

Une autre maladie s'ajoute à la liste des maladies signalées par les apiculteurs, la nosérose. Deux apiculteurs au niveau de la wilaya de Relizane et 1 apiculteur dans la wilaya de Tiaret ont déclaré la présence de cette pathologie dans leurs ruchers.

L'atteinte par la nosérose a été signalée par 30% des apiculteurs dans différents lieux de Mitidja (Ouakli, 2019) ; ce taux est supérieur à celui signalé dans la présente étude. En effet, cette pathologie se trouve dans le monde entier, elle est causée par des micro-organismes unicellulaires qui infectent l'épithélium de la paroi de l'intestin de l'abeille des trois castes (Faucon, 2005). La symptomatologie de la maladie se résume à l'apparition des diarrhées (Webster, 1993) qui se traduit par des tremblements chez les imagos d'abeilles et par l'incapacité à voler ce qui provoque un déclin de la colonie jusqu'à sa disparition (Fries, 1988).

Toutefois, la nosérose est asymptomatique dans la plupart du temps, on l'appelle le « tueur silencieux », en raison de son développement insidieux (Aurière, 2001) ; c'est avec la présence de facteurs favorisants que les symptômes se déclenchent.

La nosérose figure dans la liste des facteurs menaçant la survie des colonies d'abeilles locales *Apis mellifera intermissa* dans la région centre de l'Algérie, ces symptômes typiques ont été constatés chez 17% des ruchers visités. La présence des spores de *Nosemasp* était confirmée par les analyses de laboratoire (Adjlane et al., 2012).

Finalement, selon Bailey et al. (1983), une corrélation étroite existe entre la densité des colonies et la fréquence des maladies chez les abeilles. Ces mêmes auteurs ont expliqué que la densité élevée excède la probabilité de transmission et diminue la possibilité de l'alimentation. Cependant, la forte densité des colonies d'abeilles et le nombre important d'apiculteurs caractérisent déjà la région septentrionale de l'Algérie.

3. La fausse teigne

Près de 26% des apiculteurs enquêtés déclarent la présence de ce prédateur, soit 30 professionnels au niveau de la wilaya de Tiaret, 10 au niveau de Relizane et 26 dans la wilaya de Mostaganem. La fausse teigne n'est pas considérée véritablement comme une maladie. Actuellement, c'est un ravageur des abeilles qui cause des dégâts surtout en milieu tropical, car sa prolifération n'est pas freinée par le froid comme en milieu tempéré.

Ce papillon pond ses œufs dans les anfractuosités de la ruche, l'amas des œufs qui peut contenir jusqu'à 150 œuf est difficilement visible à l'œil nu, vue sa petite taille, ainsi que le lieu de ponte qui reste non apparent (GDSA 27b, 2014).

Le délai d'éclosion des œufs dépend de la température interne de la ruche. Après l'éclosion, les larves sont nourries principalement de cire et à une moindre mesure de pollen, de miel et parfois même du couvain. A cet égard, elles creusent des tunnels dans la cire tout en tissant un réseau de soies pour les protéger et les isoler des ouvrières.

Nos constats sur ce ravageur rejoignent ceux de Ouakli et al (2019) qui ont enregistré une atteinte par la fausse teigne de 76.6% des ruchers dans la région de Mitidja. Les données sur le degré d'infestation de nos cheptels par la fausse teigne n'ont pas été développées ni par les services techniques de la direction des services agricoles (DSA) ni par les autres structures représentant les associations professionnelles et/ou les coopératives. Malgré cela, les apiculteurs de différentes wilayas du territoire national affirment la présence de ce prédateur responsable de pertes importantes du cheptel apicole.

La lumière et le vent dérangent l'installation, voire le développement de la fausse teigne. Le stockage des cadres se fait de préférence de manière à assurer une bonne circulation de l'air. La congélation des cadres doit se faire soit pendant 2 heures à -15°C ou pendant 4,5 heures à -7°C ; cela reste le meilleur outil pour se débarrasser de la fausse teigne (GDSA 27b, 2014).

Usage des pesticides

L'utilisation des traitements phytosanitaires contre les ravageurs des cultures est devenue la technique de lutte la plus utilisée à l'heure actuelle. Son usage s'accroît de jour en jour et son application est devenue incontrôlable, abusive et néfaste pour les abeilles. Les pesticides sont d'ailleurs les plus

fortement impliqués dans les pertes infligées à la faune pollinisatrice (Tasei, 1996).

Les résultats de l'enquête sont illustrés dans la figure 1. L'usage des pesticides sur les lieux de butinage qui entourent les ruchers sur un rayon de 3km a posé un problème pour les apiculteurs dans les wilayas Relizane et Mostaganem. La wilaya de Tiaret y est relativement épargnée.

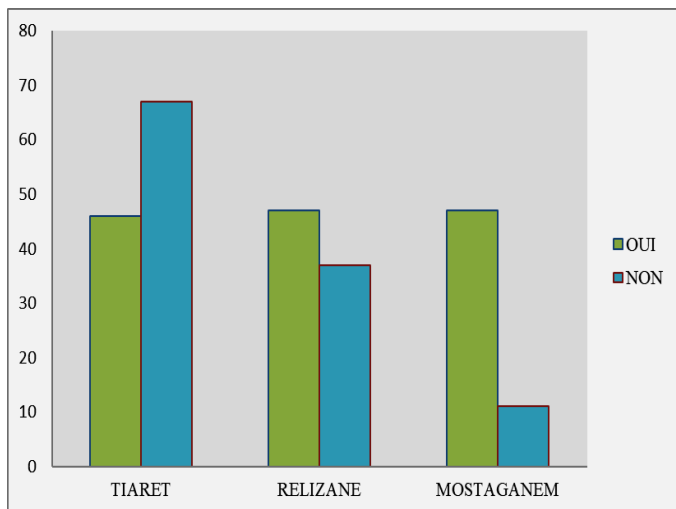


Figure 1. L'usage des pesticides dans les wilayas de la zone d'étude

Selon les résultats du tableau 1, 11 apiculteurs de Mostaganem et 47 autres de Relizane affirment que les agriculteurs autour de leurs exploitations utilisent des pesticides, et en particulier les insecticides et les herbicides, pour protéger leurs cultures contre les multiples attaques. Malheureusement, en Algérie, aucune loi ne protège les abeilles contre les pesticides. Ce problème a été signalé par les apiculteurs au niveau national et dans plusieurs Wilayas. Adjlane (2012) rapporte dans une étude menée sur cinq wilayas du centre de l'Algérie que 11% des apiculteurs se déclarent victimes de ces traitements, avec des pertes de colonies d'abeilles

Selon Tamali et Özkirm (2019), Ouakli et al., (2019), l'utilisation incontrôlée de pesticides dans les zones agricoles affecte gravement la productivité des abeilles et le rendement des colonies (Firatli et al., 2010). Ainsi, il est impératif de limiter ces utilisations abusives de pesticides à proximité des ruchers et de prendre consciences du rôle des abeilles dans la pollinisation des vergers.

Tableau 1. Nombre de cas d'utilisation des pesticides selon la région.

	Tiaret	Relizane	Mostaganem
OUI	46	47	47
NON	67	37	11

A la Réunion (France), les traitements phytosanitaires ont toujours été en tête de liste des principales causes de mortalité des abeilles, avec un nombre de citation égale à 35 sur 50 apiculteurs interrogés. D'ailleurs, ce ne sont pas des maladies, mais les pesticides principalement les insecticides qui sont cités (Aymé, 2014).

Conclusion

L'enquête menée auprès des apiculteurs a permis de collecter pour la première fois dans la zone étudiée, un certain nombre de données relatives à l'état sanitaire de l'activité apicole dans l'Ouest algérien. La varroase représente la principale pathologie qui envahit les exploitations de ces régions. Parmi les pesticides, les insecticides représentent la classe la plus utilisée par les agriculteurs qui affecte très gravement les abeilles, la mortalité relevée par la présence des abeilles mortes au niveau de la rentrée de la ruche a été rapporté par certain apiculteurs, et constitue un déclin alarmant de cet insecte

L'accompagnement de ce type d'enquête par des prélèvements destinés aux laboratoires de diagnostics vétérinaires sera plus bénéfique, car l'identification avec précision de l'agent pathogène responsable, aide non seulement à l'instauration du traitement adéquat, mais aussi à la lutte contre les maladies contagieuses, et par conséquent, la limitation de champ d'infestation. La disponibilité sur le marché de médicaments contre ces maladies doit être assurée régulièrement, et l'usage des pesticides doit être régit par une loi qui souligne les conditions d'usage, telle que la période ainsi que les doses d'utilisation. Toute entrave à ces règles engendrera des pénalités.

L'organisation des campagnes de sensibilisation pour la lutte contre ces maladies, leurs modalités de prévention et de traitements, les effets néfastes des pesticides et leur danger, doivent être pris en considération si l'on veut présenter au consommateur un produit de la ruche sain sans aucune présence de résidus pouvant altérer la qualité du miel.

Références

1. Adjlane, N., Doumandji, S. 2011. La varroase : biologie, diagnostic et traitement ; situation actuelle de la varroase en Algérie. *Pratique vétérinaire* 9 : 8-11.
2. Adjlane, N., Doumandji, SE., Haddad, N. 2012. Situation de l'apiculture en Algérie : facteurs menaçant la survie des colonies d'abeilles locales *Apis mellifera intermissa*. *CahAgric* 21 : 235-41. doi : 10.1684/agr.2012.0566.
3. Aebi, A., Vaissière, B.E., vanEngelsdorp, D., Delaplane, K.S., Roubik, D.W., Neumann, P. (2012) Back to the future: *Apis* versus non-*Apis* pollination—a response to Ollerton et al. *Trends Ecol. Evol.* 27(3), 142–143.
4. Allsopp, M.H., de Lange, W.J., Veldtman, R. 2008. Valuing insect pollination services with cost of replacement. *PLoS One* 3, e3128.
5. Aurière, C. 2001. Nosémose, prudence en sortie d'hiver. *La santé de l'abeille* 182 : 96-8.
6. Aymé, A. 2014. Synthèse des connaissances sur l'apiculture réunionnaise et enjeux pour la filière. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2014, 147 p.
7. Bailey, L., Ball, B.V. 1991. *Honey Bee Pathology*. Academic Press, London - New York, 125 p.
8. Bailey, L., Ball, BV., Perry, JN. 1983. Honey bee paralysis: its natural spread and its diminished incidence in England and Wales. *Journal of Apicultural Research* 22 : 191-5.
9. Bouguettouf, R.G. 2016. Les pratiques apicoles et l'évaluation de la gestion sanitaire. Projet de fin d'étude afin d'obtenir le diplôme de docteur vétérinaire.

10. De Favaux, M., 1984. Les acariens et les insectes parasites et prédateurs des abeilles *Apis mellifera* intermissa en Algérie. Bulletin de Zoologie Agricole INA 8 : 13-21.
11. Faucon, JP. 2005. La nosérose. La santé de l'abeille 209 : 343-67.
12. Firatli, C., Karacaoglu, M., Gencer, H.V., Gurel, F., Koc A.U. 2010. Structural Analysis of Turkish Beekeeping. TMMOB Chamber of Agricultural Engineers, Turkey, Agricultural Engineering VII. Technical Congress, 11-15 January 2010, p. 707-717, Ankara, Turkey.
13. Fries, I. 1988. Infectivity and multiplication of *Nosemaapis Z.* in the ventriculus of the honey bee. *Apidologie* 19 : 319-28.
14. Fries, I. 1994. *Nosemaapis* : A parasite in the honey bee colony. *Bee World*, 74: 5 -19.
15. GDSA 27b, 2014. Groupement de défense sanitaire des abeilles de l'Eure. La fausse teigne. 8p. En ligne : <http://gdsa27.free.fr/spip.php?article104>.
16. Klein, A.M., Vaissiere, B.E., Cane, J.H., SteffanDewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. R. Soc. Biol. Sci. Ser. B*274, 303 –313.
17. Neumann, P., Carreck, P. 2010. Honey bee colony losses. *Journal of Apicultural Research*, 49(1), 1–6. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.49.1.01>.
18. OIE .2008a. Loque européenne des abeilles mellifères. In Manuel terrestre de l'OIE 2008. p.443-447. En ligne http://www.oie.int/fileadmin/Home/fr/Health_standards/tahm/Chap%202.2.3._Loque%20Europ_2008.pdf.
19. Ouakli Khalissa., NeggacheSoumia., Mefti-kortebyHakima., Bencherchali Mohamed. 2019. Diversité des modalités de production apicoles dans la plaine de Mitidja (Algérie). *Revue Agrobiologia* (2019) 9(2): 1694-1700.
20. Peacock, P. 2011. Apiculture : Mode d'emploi. Ed. Marabout, Paris, 144.
21. Rosenkranz, P.A., Pia Aumeier, B., Ziegelmann, B. 2010. *Journal of Invertebrate Pathology* 103: 96–119. 38.
22. Tamali, H S; Özkirm, A. 2019. Beekeeping Activities in Turkey and Algeria, *Mellifera*, 19(1):30-40.
23. Tasei J-N.1996. Impact des pesticides sur les abeilles et les autres pollinisateurs. *Courrier de l'environnement de l'INRA* n°29, p. 9-18. En ligne : <http://www7.inra.fr/lecourrier/assets/C29Tasei>.
24. Vanbergen, A.J., Baude, M., Biesmeijer, J.C., Britton, N.F., Brown, M.J.F., et al.2013. Threats to an ecosystem service: pressures on pollinators. *Front. Ecol. Environ.* 1, 251 – 259.
25. vanEngelsdorp, D., Meixner, M.D. 2010. A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. *J. Invertebr. Pathol.* 103, S80 –S95.
26. Webster, TC. 1993. *Nosemaapis* spore transmission among honey bees. *American Bee Journal* 133 : 869-70.
27. Wilkinson, D., Smith, G.C. 2002. Modeling the efficiency of sampling and trapping *Varroa destructor* in the drone brood of honey bees (*Apis mellifera*). *American Bee Journal* 142 : 209-11.
28. Witters, S. 2003. Apiculture en Espagne. In : Des abeilles et des hommes. Miel et commerce équitable : l'exemple du miel Maya au Mexique. Liège (Belgique) : Miel Maya Honin
29. Yao, S.K., James, H.K., Yeboué-Kouamé, B.Y., Joseph, S., Assanvo J. E.2018. Study of pesticides use conditions in cashew production in Côte d'Ivoire. *J. Toxicol. Environ. Health Sci.* DOI: 10.5897/JTEHS2018.0427.
30. Ziane, H., Brikat, M. 2020. Enquête sur la situation de la filière apicole en Algérie, cas de la wilaya de M'sila. Thèse de master. Université Mohamed Boudiaf - M'sila

Research Article

Effect of botanical extract of garlic (*Allium sativum* L.) on larvae of tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)

KRACHE Farial^{1,*}, BOUALEM Malika¹, ABDELLAOUI Ameur², OULD MOUSSA Hassane², BENABDELMOUMENE Djilali³ and KEDDAR Fayza⁴

¹ Plant Protection Laboratory, Department of Agricultural Sciences, Faculty of Natural and Life Sciences, University Abdelhamid Ibn Badis of Mostaganem 27000, Algeria

² Laboratory of biotechnology applied to agriculture and the preservation of the environment Higher School of Agronomy. Mostaganem 27000. Algeria

³ Applied Animal Physiology Laboratory, Department of Agricultural Sciences, Faculty of Natural and Life Sciences, University Abdelhamid Ibn Badis of Mostaganem 27000, Algeria;

⁴ Local Natural Bioresource Laboratory (LBRN), Faculty of Natural and Life Sciences, Hassiba Benbouali University of Chlef, 02000

*Contact farial.krache.etu@univ-mosta.dz

Received: 9 Avril 2022/ Accepted: 25 April 2022/ Published online: 30 June 2022

Abstract

Tuta absoluta is one of the most devastating invasive pests affecting tomato crops in Algeria. Synthetic chemical pesticides to control this leaf miner, produce harmful effects on all organisms, they increase the risk rate for public health and the environment for this the present study aims to propose alternative solutions based on the use natural products “bioinsecticide”, in order to fight against this bioaggressor. This study concerns the *in vitro* evaluation of the insecticidal activity of *Allium sativum* extract on the larvae of *T. absoluta*. The results of this test showed that garlic extract has remarkable larvicidal properties. Indeed, the L₁ and L₂ larval stages are the most sensitive towards all the concentrations, especially the concentration 30 which was the most influential. On the other hand, the requested plant requires an LD₅₀ which exceeds 21.91% and an LD₉₀ which exceeds 37.34% to kill 50 and 90% of the insects detected. The results obtained suggest that these natural compounds of plant origin could be successfully used in integrated pest management programs for *T. absoluta*.

Keywords: *Tuta absoluta*, tomato, bioinsecticide, *in vitro*, *Allium sativum*.

Introduction

Tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) is one of the most important vegetables with a very high production potential. However, with its various vitamins, organic substances and minerals, it is very important in human health and nutrition (Waheed *et al.*, 2020). Significant pests have been recorded during production, which may affect production directly or indirectly. Among these pests, tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) has been identified as the main pest of tomato today. The damage is caused by larval feeding on aerial plant parts, which may lead to 100% of crop loss (Biondi *et al.*, 2018), thereby affecting food security and livelihood of millions of growers and consumers (Fiaboe *et al.*, 2020).

Farmers have responded to this pest pressure through the sole injudicious use of chemical pesticides. However, this method of control is expensive, not effective (owing to reported insecticide resistance) and has potential adverse effects on the environment (including humans). To mitigate this, more environmentally friendly, bio-based and sustainable alternatives need to be put in place. Natural substances, for example, the use of pesticidal plant extracts, naturally

occurring antagonists and related substances, can be used in this regard (Tarusikirwa *et al.*, 2020).

Botanicals are natural resources used to control different agricultural pests for long period of time. Crude extracts from seeds, leaves, bark, bulbs, and fruits of the different plant species have been extensively tested on agricultural pests for bioactivity worldwide (Isman and Seffrin, 2014).

Phytochemicals have two categories i.e., primary and secondary constituents. Primary constituents involve chlorophyll, proteins sugar and amino acids whereas secondary constituents contain flavonoids, steroids, alkaloids, resins, fatty acids, tannins and phenol compounds, etc. Due to the presence of these secondary constituent’s medicinal plants show anti-insecticide activities (Ahmad *et al.*, 2017).

Taking into account the fact that for more than 5000 years, garlic has been recognized as a medicinal plant (Wu *et al.*, 2015). Garlic bulbs, which come from the plant *A. sativum* (family Amaryllidaceae), are a common flavoring ingredient in a range of recipes. It’s also well-known for its therapeutic benefits. The garlic bulb and its numerous preparations, such as garlic oil, garlic powder, and various garlic extracts, are referenced in various traditional medical systems for their

therapeutic effects (Adaki *et al.*, 2014). Garlic's remarkable biological activities include oxidative radical scavenging potential, cardioprotective abilities (Boonpeng *et al.*, 2014 ; Lee *et al.*, 2016), anti-glycating, antioxidant, and protein structural stability (Khan *et al.*, 2022), antimicrobial (Woods-Panzaru *et al.*, 2009; Bourgoin *et al.*, 2017; Steglinska *et al.*, 2022), antifungal (Sharma *et al.*, 2017) and insecticidal (Shiberu and Getu, 2017).

This study aims to propose alternative solutions based on the use of natural products "bioinsecticide" against the tomato leaf miner, *T. absoluta* (Meyrick), which is considered a serious threat to tomato production, and to study the chemical composition of methanolic extract of *A. sativum*.

Material and methods

Methanolic extract preparation

60g of garlic bulb was subjected to extraction by using 600 ml methanol as solvent in a Soxhlet apparatus. Then, the heating was stopped after 5 cycles and the mixture from the distillation flask was collected and cooled. After that this mixture was filtered and concentrated by using evaporator at a temperature of 45°C. The extract was stored in amber colored glass jar in a freezer and was used for further experiments (Raaman, 2006; Bichra *et al.*, 2012).

Determination of total phenolic content

The total polyphenol contents were determined using the Folin-Ciocalteu method (Miliauskas *et al.*, 2004). Nearly 1mL of extract was mixed with 5 mL Folin-Ciocalteu reagent (diluted 10 times with distilled water). After 5 min, 4 mL of sodium carbonate solution (7.5%) was added. Gallic acid was used as standard for the calibration curve. After 60 min, the absorbance was measured at 765 nm. The total phenolic content in garlic extract was determined from the calibration plot and expressed in milligram gallic acid equivalent per 1 g fresh weight (mg GAE/g fw) of garlic.

Insecticidal activity

The bioassays were carried out in the laboratory in Petri dishes 90 mm in diameter at a temperature of $17.5 \pm 5^\circ\text{C}$, $52 \pm 10\%$ RH and a 12:12 h L:D photoperiod.

A healthy tomato leaflet is placed in a Petri dish with a bottom covered with a layer of moistened absorbent paper to keep the leaflet fresh, allowing the proper development of the larvae during the observation period. Five larvae of *T. absoluta* of the same larval stage in good condition were gently deposited on the leaflet in several Petri dishes and this for each larval stage.

Six concentrations (5, 10, 15, 20, 25 and 30%) of methanolic extract were tested. In addition, control insects were maintained under the same conditions without any extract. For the positive control groups acetone (10%) was used, for the negative control distilled water. The number of dead insects in each Petri dish was counted after 24hours until the end of 10 days exposure period.

Statistical analysis

Statistical analysis was performed using ANOVA analysis (STATBOX 6.01) followed by the Newman Keuls test. The differences were considered significant at $P < 0.05$. All the variables studied and the lethal concentration (LC₅₀ and LC₉₀) values of the methanolic extract were determined by probit analysis (Finney 1971).

Results and discussion

Extraction yield and total polyphenols content

The yield obtained from the methanolic extract of *A. sativum* bulbs is around 11.7% and the phenolic compound content of our methanolic garlic extract is (1.20 mg GAE/G FW). The latter is weaker compared to those obtained by Ciric *et al.* (2019) who detected a TPC of the garlic bulbs collected from Spain (26.44 mg GAE/g), followed by those from China (25.57 mg GAE/g fw) and those from Slovenia (14.44 mg GAE/g fw). However, the TPC of the samples were higher than those reported by Nuutila *et al.* (2003), who detected a TPC of 0.075–0.080 mg GAE/g in different *Allium* species.

Plant extracts are composed of the plant cells' secondary metabolites. Although the quality and quantity of these compounds depend on plant species, environmental growth conditions, pathogen incidence, harvesting season (Šrnaite, 2017; Jiménez-Reyes *et al.*, 2019).

Larvicidal activity of garlic extract on *T. absoluta*

The results indicated that tomato leaf miner populations showed variable responses to different insecticide concentrations (Fig.1). The toxicity results of the extract of *A. sativum* on the different larval stages show a significant effect ($P < 0.05$) on treated individuals compared to untreated ones (Tab. 01). The populations in the negative control batches continuously increased to reach an average maximum of (36%) on the last day of the test; garlic at different concentrations tested significantly reduced *T. absoluta* populations compared to the control. An amplification of the mortality rate is noted after two days for all concentrations; 72 hours after the application of the extract, the mortality rate reached 40% for the 5% concentrations; 10% and 20%, while the result obtained by the 25% concentration was less important with a mortality rate of 28%.

Four days after the treatment, the mortality rates recorded showed quite interesting proportions for the 20% and 30% concentrations, with rates of 55% and 57% followed by the 5% and 10% concentrations also causing mortality rates above 50% with 53% and 51% respectively. An interesting mortality rate (44%) was recorded for the 25% concentration. Whereas for the controls (positive and negative), mortality rates of 39% and 31% were noted respectively, highlighting the action of natural regulation factors which remains a non-negligible means of control. From the fifth day, we were able to observe a remarkable increase in the mortality rate for all concentrations, reaching a maximum of 97% for the 30% concentration, proving the effectiveness of the latter compared to the others. Garlic extract contain insecticidal properties that are lethal to a wide range of insects (Oparaeke 2007). Our work related to

contact toxicity bioassay was showed that the methanolic extract of *A. sativum* has an interesting insecticidal potential.

The insecticidal activities garlic extract have previously been evaluated against different larval stages of the tomato leaf miner (Shiberu and Getu, 2017). Indeed, the results obtained in this work were in agreement with those reported by Ghanim and Abdel Ghani (2014), who showed that highest effects of garlic on *T. absoluta* second instar larvae under laboratory conditions. In another hand, Hussein *et al.* (2015) studied the insecticidal potential of some plant extracts against *T. absoluta*. The results show that the highest reduction in the population of this insect was obtained after tomato plants treated with garlic extract. Also, garlic leaf lectin (ASAL) has been found to have detrimental effect on growth and survival of two important homopteran insect pests, *Lypaphis erysimi*, commonly known as aphids and *Dysdercus cingulatus* (red cotton bug) (Bandyopadhyay *et al.*, 2001). They reported that garlic extract was characterized by more polar compounds of phenolic, steroidal origin (glycosylated and flavonoids) which showing interesting pharmacological properties (Hussein *et al.*, 2015).

Determination of the DL₅₀ and the DL₉₀

The analysis of the Probits (Finney, 1971) carried out on the corrected mortalities displays a lethal dose DL50 of the order of 21.91% and while the DL100 is around 37.34% (Fig. 2).

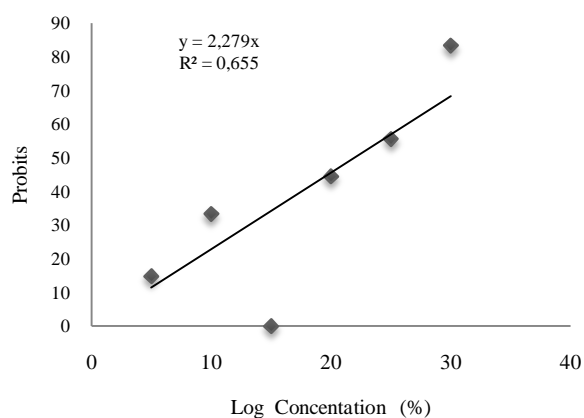


Figure 2. Effect of garlic methanolic extract against fourth instar larvae of *T. absoluta*: probits of corrected mortality as function the decimal logarithm of tested concentrations (R2: determination coefficient)

The rate of transformation of larvae into pupa

During the bioassays, the transition from the fourth larval stage to pupa was quite low. Indeed, a maximum rate of around 12% was recorded on the sixth and eighth day (Fig.3). The insecticidal effect of the extract of *A. sativum* with regard to larval individuals of *T. absoluta* is therefore confirmed following the results obtained.

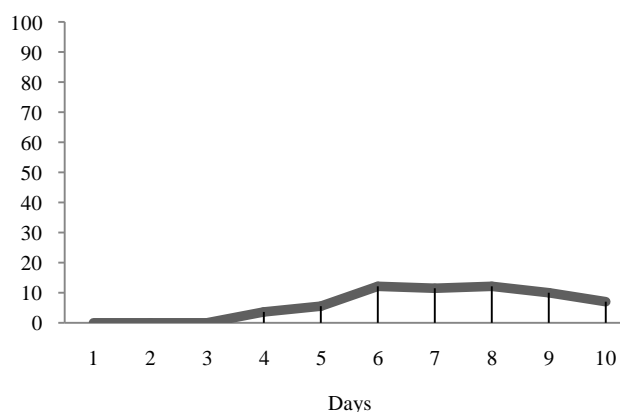


Figure 3: The larvae transformation rate into nymph during the test

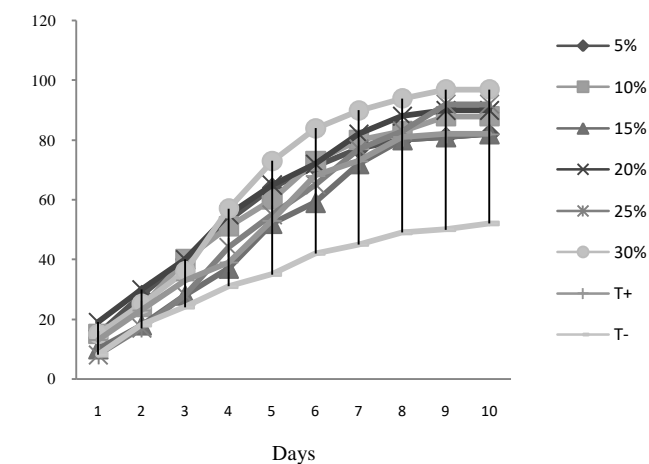


Figure 1: Cumulative mortality rate of *T. absoluta* larvae

Table 1. Abundance of dead *T. absoluta* individuals recorded in the *in vitro* test

	L1	L2	L3	L4
Positive control	3,37±0,32 ^b	3,12±0,36 ^b	2,74±0,42 ^c	1,41±0,47 ^d
Negative control	2,95±0,46 ^c	2,21±0,3 ^c	1,54±0,52 ^d	0,83±0,84 ^c
5%	4,14±0,31 ^a	3,01±0,32 ^b	2,06±0,49 ^c	2,63±1,01 ^c
10%	3,39±0,24 ^b	2,96±0,68 ^c	3,21±0,75 ^b	2,52±0,96 ^c
15%	3,45±0,4 ^b	3,17±0,21 ^b	2,37±0,30 ^c	1,75±0,65 ^d
20%	3,99±0,31 ^b	2,94±0,49 ^c	3,12±0,80 ^b	2,48±1,46 ^c
25%	3,92±0,42 ^b	2,52±0,83 ^c	2,34±0,36 ^c	2,57±0,33 ^c
30%	3,83±0,27 ^b	3,79±0,44 ^b	2,41±0,56 ^c	3,16±0,12 ^b

Means in columns followed by different letters are different ($P \leq 0.05$)

Conclusion

The present study proved also the sensitivity of *T. absoluta* to *A. sativum* methanolic extract. This sensitivity varies according to the larval stage as well as the relative concentration and the exposure time. Lethal concentrations of 21.91% and 37.34% were estimated for 50 and 90% larval mortality, respectively. The results for this extract are more or

less satisfactory for a concentration of 30%. The effectiveness of the latter on *T. absoluta* larvae was also observed during pupation, where only 12% of the larval population was able to reach the pupal phase. At the end of this study and depending on the results obtained, the methanolic extract of garlic showed a significant insecticidal effect, it can be used as a source of biological and natural treatment against the tomato leaf miner.

References

- Adaki, S., Adaki, R., Shah, K., Karagir, A. (2014). Garlic: Review of literature. *Indian J. Cancer* 51, 577–581.
- Ahmad W., Shilpa S., Sanjay K. (2017). Phytochemical screening and antimicrobial study of *Euphorbia hirta* extracts. *J. Med. Plant Stud.*, 2: 183-186.
- Bandyopadhyay S., Roy A. and Das S. (2001). Binding of garlic (*Allium sativum*) leaf lectin to the gut receptors of homopteran pests is correlated to its insecticidal activity. *Plant science*. 161, 5, 1025-1033.
- Bichra, M., El modafar, C., El boustani, E and Benkhalti F. (2012). Antioxidant and anti-browning activities of *Mentha suaveolens* extracts. *African Journal of Biotechnology* 11(35): 8722-8729.
- Biondi, A., Guedes, R.N.C., Wan, F.H. & Desneux, N. (2018). Ecology, worldwide spread, and management of the invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*: past, present, and future. – *Annual Review of Entomology* 63: 239–258.
- Boonpeng, S., Siripongvutikorn, S., Sae-Wong, C., Sutthirak, P. (2014). The antioxidant and anti-cadmium toxicity properties of garlic extracts. *Food Sci. Nutr.* 2, 792–801.
- Ciric, Andrija, Krajnc, Bor; Heath, David; Ogrinc, Nives (2019). Response surface methodology and artificial neural network approach for the optimization of ultrasound-assisted extraction of polyphenols from garlic. *Food and Chemical Toxicology*.
- Fiaboe, K. R., Agboka, K., Agboyi, L. K., Koffi, D., Ofoe, R., Kpadonou, G. E., & Fening, O. K. (2021). First report and distribution of the South American tomato pinworm, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Togo. *Phytoparasitica*, 49(2), 167-177.
- Finney, D.J. (1971). *Statistical methods in biological assay*. 2nd ed. London: Griffin, 333p.
- Ghanim NM, Abdel Ghani SB (2014). Controlling *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) and *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) by aqueous plant extracts. *Life Sci. J.* 11(3): 299-307.
- Hussein, N.M., Hussein, M.I., Gadel Hak, S.H., Hammad, M.A (2015). Effect of two Plant extracts and Four Aromatic Oils on *Tuta absoluta* Population and Productivity of Tomato Cultivar Gold Stone. *Nature Sci.* 12(7):108-118.
- Isman, M., Seffrin, R. (2014). Natural Insecticides from the Annonaceae: A Unique Example for Developing Biopesticides. *Biology*.
- Jiménez-Reyes, M.F., Carrasco, H., Olea, A.F., Silva-Moreno, E. (2019). Natural compounds: A sustainable alternative to the phytopathogens control. *J. Chil. Chem. Soc.* 64, 4459–4465.
- Khan, M.W.A., Otaibi, A.A., Alsukaibi, A.K.D., Alshammari, E.M., Al-Zahrani, S.A.; Sherwani, S., Khan, W.A., Saha, R., Verma, S.R., Ahmed, N. (2022). Biophysical, Biochemical, and Molecular Docking Investigations of Anti-Glycating, Antioxidant, and Protein Structural Stability Potential of Garlic. *Molecules* 27, 1868. <https://doi.org/10.3390/molecules27061868>.
- Lee, H.S.; Lim, W.C.; Lee, S.J.; Lee, S.H.; Lee, J.H.; Cho, H.Y. (2016). Antiobesity effect of garlic extract fermented by *Lactobacillus plantarum* bl2 in diet-induced obese mice. *J. Med. Food* 19, 823–829.
- Miliauskas, G., Venskutonis, P.R., et Van Beek, T.A., (2004). Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extract. *Food chemistry*. 85:231- 237.
- Nuutila, A. M., Puupponen-Pimiä, R., Aarni, M., Oksman-Caldentey, K.M., (2003). Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. *Food Chem.* 81, 485–493. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00476-4](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00476-4).
- Oparaeke, A.M. (2007). Toxicity and spraying schedules of a biopesticide prepared from *Piper guineense* against two cowpea pests. *Plant Protection Sci.* 43:103-108.
- Raaman, N. (2006). *Phytochemical Techniques*. New India Publishing Agency; Pitam Pura, New Delhi.
- Šernaite, L. (2017). Plant extracts: Antimicrobial and antifungal activity and appliance in plant protection (Review). *Sodininkystes ir Daržininkyste*. 36, 58–68.
- Sharma, A., Rajendran, S., Srivastava, A., Sharma, S., Kundu, B. (2017). Antifungal activities of selected essential oils against *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici 1322, with emphasis on *Syzygium aromaticum* essential oil. *J. Biosci. Bioeng.* 123, 308–313.
- Shiberu, T; Emanu, Getu., E (2017). Effects of crude extracts of medicinal plants in the management of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) under laboratory and glasshouse conditions in Ethiopia. *Journal of Entomology and Nematology*, 9(2), 1–. doi:10.5897/JEN2017.0169.
- Steglinska, A., Bekhter, A.; Wawrzyniak, P., Kunicka-Styczyńska, A., Jastrzabek, K., Fidler, M., Smigielski, K., Gutarowska, B. (2022). Antimicrobial Activities of Plant Extracts against *Solanum tuberosum* L. Phytopathogens. *Molecules* 27, 1579.
- Tarusikirwa, V.L, Machekano, H., Mutamiswa, R., Chidawanyika, F., Nyamukondiwa, C (2020). *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on the “offensive” in Africa: Prospects for integrated management initiatives. *Insects* 11: e764.
- Waheed, K., Nawaz, H., Hanif, M. A., & Rehman, R. (2020). Tomato. In *Medicinal Plants of South Asia* (pp. 631-644). Elsevier.
- Woods-Panzaru, S., Nelson, D., McCollum, G., Ballard, L.M., Millar, B.C., Maeda, Y., Goldsmith, C.E., Rooney, P.J., Loughrey, A., Rao, J.R. (2009). An examination of antibacterial and antifungal properties of constituents described in traditional Ulster cures and remedies. *Ulst. Med. J.* 78, 13.
- Wu, X., Santos, R.R., Fink-Gremmels, J. (2015). Analyzing the antibacterial effects of food ingredients: Model experiments with allicin and garlic extracts on biofilm formation and viability of *Staphylococcus epidermidis*. *Food Sci. Nutr.* 3, 158–168.

Research Article

Effet insecticide de l'extrait phénolique de *Pelargonium zonale* sur les larves de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*

KEDDAR Fayza^{1*}, BOUALEM Malika², BRADA Moussa³ et KRACHE Fariâl²

¹Laboratoire de bioressources naturelles locales (LBRN), Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université Hassiba Ben Bouali, 02000, Chlef, Algérie

²Laboratoire de Protection des Végétaux, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, 27000, Algérie

³Laboratoire de Valorisation des Substances Naturelles, Université Djilali Bounaama de Khemis-Miliana, Route de Theniet El-Had, 44225, Aïn-Defla, Algérie

*contact: fayzakeddar63@gmail.com

Reçu: 9 Mars 2022/ Accepté: 12 Avril 2022/ Publié: 30 Juin 2022

Résumé

L'objectif de cette étude consiste à déterminer l'efficacité du traitement de *Tuta absoluta* Meyrick (la mineuse de la tomate) avec un bio-insecticide d'origine végétale issu de l'extraction des feuilles de *Pelargonium zonale* dans la région de Mostaganem. Le rendement d'extraction obtenu était de 3,6 %. A faible concentration, et un temps d'exposition réduit, l'extrait EMAE de *P. zonale* présentait une forte toxicité contre les larves L1 de *T. absoluta*, et pourrait donc constituer un moyen de lutte très intéressant. En revanche, la plante étudiée nécessite une DL50 dépassant 4,48%, et une DL90 supérieure à 9,34%, pour tuer respectivement 50% et 90% des insectes traités.

Mots-clés: *Pelargonium zonale*, *Tuta absoluta*, métabolites secondaires, contrôle biologique

Introduction

La tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) est une plante de la famille des Solanacées. Elle est originaire des Andes d'Amérique et elle est très cultivée pour son fruit consommé à l'état frais ou transformé (Chaux et Foury, 1994). Cette solanacée occupe une place privilégiée dans le secteur maraîcher en Algérie dont la production nationale annuelle a dépassé les 975000 T en 2013 (FAO Stat, 2016).

Parmi les ravageurs de la tomate, un redoutable bioagresseur est signalé en culture sous serre et en plein champs, connu par ses pertes considérables, il s'agit de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Chougar, 2011 ; Boualemet *et al.*, 2012), un microlépidoptère de la famille des *Gelichiidae* (Desneux *et al.*, 2010).

En Algérie sa première apparition fut à Mostaganem au mois de Mars 2008, ensuite elle s'est propagée dans le reste du pays (Guenauoui, 2008, Berkani et Badaoui, 2008). Ce ravageur se caractérise par un potentiel de reproduction élevé et son hôte principal est la tomate, mais il s'attaque aussi aux autres cultures de Solanacées. Les plantes de tomates peuvent être contaminées de l'état de plantule à celui de plante mature (Arno et Gabarra, 2011).

La lutte contre ces deux ravageurs est limitée à l'application des insecticides chimiques bien que ce moyen de lutte présente un grand danger pour l'environnement et le consommateur. Les extraits des végétaux peuvent constituer une importante

alternative à cette méthode de lutte. En effet, notre pays dispose d'un grand patrimoine de plantes médicinales (Lakhdari *et al.*, 2016; Ozenda, 1983).

Le géranium rosat est un exemple éloquent d'espèce qui contient des métabolites secondaires utilisés en médecine et en cosmétologie. Originaire du Cap (Afrique du Sud), cette plante a été introduite en Algérie au 19^{ème} siècle où elle a acquis des proportions gigantesques durant la période coloniale (Heuze, 1859).

Le contrôle par voie chimique est une stratégie efficace utilisée de manière intensive dans la vie quotidienne. Cependant, l'utilisation généralisée des insecticides synthétiques a eu de nombreuses conséquences négatives, ce qui a accru l'attention portée aux produits naturels (Pirali-Kheirabadi *et da Silva*, 2010). En effet, le recours à l'utilisation de plantes comme insecticides peut minimiser, les dangers des pesticides synthétiques (Ghnimi *et al.*, 2014).

Plusieurs travaux de recherche ont axé leurs essais de lutte à l'égard des populations de la mineuse de la tomate *T. absoluta* par l'utilisation de substances d'origine végétale comme alternative aux pesticides. Des extraits éthanoliques de *Arganiaspinosa* et *Thymus vulgaris* ont été testés sur les larves de ce micro-lépidoptère, un taux de mortalité de 90% a pu être enregistré avec l'extrait de *A. spinosa* (Ait Taadaouit *et al.*, 2011). De même, Allal-Benfkih *et al.* (2011) ont obtenu un taux de mortalité dépassant 75% de la population traitée avec les extraits aqueux de *Inulaviscosa*, *Salvia officinalis* et

Urticaurens. Dans une autre étude, [Konan et al. \(2014\)](#) ont obtenu une mortalité de 100% parmi les populations larvaires de *T. absoluta*, après seulement 4j de l'application des extraits éthanoliques d'*Azadirachtaindica* et *J. curcus*.

Matériel et méthodes

Le matériel animal est représenté par les stades larvaires de la mineuse de la tomate *T. absoluta*. Ces derniers ont été récoltés sur des feuilles de tomate infestées poussant sous serre au niveau de la ferme expérimentale de l'Université de Mostaganem.

Pelargonium zonale a été récolté au mois de Mars, d'un jardin de la commune de Sidi Ali, wilaya de Mostaganem (36° 6' 2" Nord, 0° 25' 12" Est.). La plante est identifiée par le Dr. Sekkal botaniste à l'Université de Mostaganem.

L'extraction des polyphénols a été effectuée au laboratoire conformément au protocole de [Mokhtar et al. \(2014\)](#). L'extraction a été réalisée selon les étapes suivantes : Pour 100g de plante fraîche et broyée, on ajoute 150ml de solvant en raison de (10/90) ; 10% Hcl à 0.05% et 90% de Méthanol, avec ce protocole le solvant va contenir 135ml de Méthanol et 15ml de HCl. On couvre le mélange avec du papier aluminium pour éviter la dégradation des polyphénols par la lumière, et on le place sous agitation à température ambiante pendant 30min. Le mélange est filtré pour obtenir la première solution. Le reste de la plante récupéré après filtration passe par les mêmes étapes précédentes avec le remplacement du méthanol par l'acétate d'éthyle. Les deux solutions sont mélangées pour les faire passer au Rotavapor à 45°C afin de séparer les polyphénols. Après évaporation, les polyphénols sont récupérés et placés dans des tubes à essai pour être conservé à moins de 4°C. Le rendement a été déterminé selon la formule de [Clémence et Dongmo \(2009\)](#).

$$R(\%) = (\text{Mext}) \times 100 / \text{Mech}$$

R : Rendement (en %)

Mext : est la masse de l'extrait après l'évaporation du solvant en g

Mech : est la masse de l'échantillon végétal en g.

Les dilutions considérées dans la présente étude ont été comme suit : 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35% et 40%. La préparation de la solution mère a nécessité l'utilisation de la règle de 1/10 c'est-à-dire pour 1g de polyphénol, il faut 10ml de solution pour obtenir une solution concentrée à 100%.

Pour le test biologique, nous avons déposé dans des boîtes de Pétri, des feuilles de tomate saine sur des disques de papier absorbant imbibé d'eau minérale sur lesquelles sont été mises trois larves de *T. absoluta*, avec six répétition pour chaque doses testées. Pour chaque dilution notre extrait est pulvérisé sur les larves de *T. absoluta* à l'aide d'un mini pulvérisateur. Par la suite, les boîtes de Pétrie sont soigneusement fermées et les feuilles de tomate sont changées une fois sur deux. Le papier absorbant qui se trouve dans la bote est imbiber d'eau afin d'assurer l'humidité nécessaire pour le maintien des feuilles de tomate en bon état et de permettre aux larves de *T. absoluta* de continuer de s'alimenter et éviter ainsi tout facteur de mortalité hors l'extrait testé.

Le suivi des larves s'est fait quotidiennement durant 8 jours successifs, où a été noté le nombre de larves vivants et morts.

Résultats et discussion

Un rendement de 3.6% a été obtenu pour l'extrait phénolique des feuilles fraîches de *P. zonale*. Cette valeur est inférieure au rendement de 5% obtenu par [Fornet \(2016\)](#). Il est à noter que les différences aussi minimales qu'elles soient sont dues essentiellement à plusieurs facteurs, notamment le milieu de culture et le mois de récolte. La récolte du géranium s'est faite aux mois d'Aout, Septembre, Octobre et Novembre, tandis que les prélèvements de nos échantillons ont été réalisés au mois de Février.

La mortalité des larves a été observée, pour toutes les concentrations, après les premières 24 heures. En revanche, la mortalité dans le témoin négatif a débuté après 72 heures du traitement.

D'après les observations, l'extrait utilisé n'affecte pas le développement et la croissance des larves, mais il présente un autre effet, il s'agit de la modification des cellules nerveuses. C'est un phénomène par lequel les substances végétales contenues dans l'extrait sont capables, même à une faible concentration, de ralentir ou d'arrêter le fonctionnement des organes des larves de *T. absoluta*. Par conséquent après leur exposition à l'extrait, les larves n'arrivent plus à se nourrir et présentent une hypoactivité, et ne bougeant presque plus, elles perdent leur activité et mobilité. Les larves de *T. absoluta* sont restées sur cet état avec un changement de couleur (du vert au marron foncé) jusqu'à 48 heures avant leur mort.

La figure 1, illustre l'évolution des taux de mortalité cumulée des larves de *T. absoluta* par rapport aux témoins en fonction du temps et de la dose de l'extrait des feuilles de *P. zonale* utilisées. On observe une variation du taux de mortalité avec les doses de l'extrait testé et le temps d'exposition.

Comparées au témoin, les 8 doses montrent un effet insecticide plus ou moins important après 72 heures de l'exposition. Le taux de mortalité de 65% a été estimé pour la dose 5%, 66% pour la dose 10%, 77% pour la dose 15%, 74% pour la dose 20%, 77% pour la dose 25%, 70% pour la dose 30%, 66% pour la dose 35%, 85% pour la dose 40%, en revanche la mortalité du témoin a été estimée à 14% après 72 heures de l'exposition.

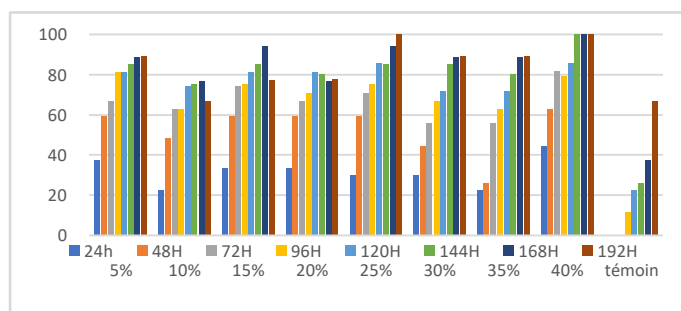


Figure 1 : L'évolution du taux de mortalité corrigé de *Pelargonium zonale* Vis-à-vis des larves de *T. absoluta*

A partir de l'équation de la droite de régression représentée dans la figure 2 qui montre les taux de mortalité corrigée en fonction des concentrations de l'extrait de *P. zonale* sur les larves de *T. absoluta*, la DL50 obtenue a été de 4,48% et la DL90 a été de 9,34%, ce qui signifie que l'extrait de *P. zonale* est fortement efficace pour le traitement des larves de *T. absoluta*.

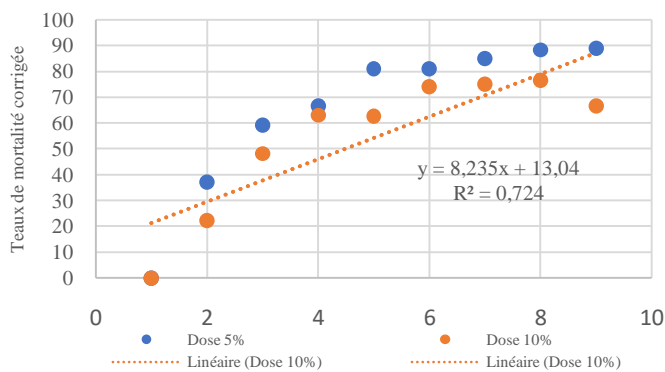


Figure 2 : L'évolution de la mortalité corrigée de *Pelargonium zonale* à l'égard de *Tuta absoluta*

Les résultats obtenus laissent supposer que la quantité d'eau peut avoir un effet sur l'efficacité du traitement utilisé. En effet, lors des tests expérimentaux, il a été noté que l'extrait de *P. zonale* était plus efficace à la concentration de 5% après 24 heures que celles de 15% et 20%. Cela pourrait être expliqué par la composition chimique des extraits hydro-alcoolique et la propriété de solvabilité de l'eau. Selon (Reginald, *et al.*, 2000), la nature extrêmement polaire de l'eau fait qu'elle est un excellent solvant des substances ionisables comme les sels, et non ionisables mais polaire (les oses, les alcools simples, et les molécules à fonction carbonyle, aldéhydes et cétones)

Conclusion

Les plantes synthétisent plusieurs substances de métabolisme secondaire. Ces molécules peuvent avoir différents effets chez les insectes : répulsif, attractif, perturbateur du développement, inhibiteur de la reproduction, etc. Leur toxicité peut être directe ou indirecte sur les organes cibles (organes sensoriels, système nerveux, système endocrines, appareil digestif et appareil reproducteur, etc.).

Sur la base des résultats obtenus, on peut conclure que l'extrait phénolique des feuilles de la plante aromatique *P. zonale* pourrait servir comme insecticide contre le ravageur *T. absoluta* avec quelques corrections par certains adjuvants pour mieux valoriser sa composition en métabolites secondaires. La plante étudiée est prometteuse comme source de bioinsecticide et se prête bien à des investigations dans le domaine de la lutte biologique.

Références bibliographiques

- Afnor. 2000. « Recueil de normes: les huiles essentielles. Tome 2. Monographies relatives aux huiles essentielles ». AFNOR, Paris, , 661-663.
- Ait Taadaoui N., Nilahyane A., Hsaine M., Rochdi A., Hormatallah A., Bouharoud R. 2011. l'effet des extraits végétaux sur la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) acte de premier congrès International de l'Arganier, Agadir 15 – 17, Décembre 2011. 411-417.
- Allal L., Benfekhifi., Bellatreche M., Bounaceur F. et Tail G., 2011. Première approche de l'utilisation d'extraits aqueux d'*Inula viscosa*, *Csalvia officinalis* et *Urtica urens* contre les stades endophytes de *Tuta absoluta* (Lepidoptera, gelechiidae) ravageur tomate en Algérie, 683p.
- Arno J. and Gabarra R. 2011. Side effects of selected insecticides on the *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) predators *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae). J Pest Sci., 84(4): 513-520.
- Bennazedine S. 2010. Activité insecticides de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sipophiloryzae* (Coleoptera ; Cuculionidea) et *Tribolium confusum* (Coleoptera ; Tenebrionidae). Ecole nationale supérieure agronomique El Harrache. Alger.
- Berima E.M. et Osman A.A. 2014. The Impact of Hexane and Ethanol Extracts of Jatropha Seeds, Arqel Stems and Malathion on Mortality and Fecundity of Tomato Leaf Miner *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), 93p.
- Berkani A. et Badaoui M.I. 2008. La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae). Annales de l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie, Juillet 2008. pp 16.
- Boualam M., Allaoui H., Hamadi R., Medjahed M. 2012. EPPO bulletin, 2012
- Chaux et Foury. 1994. Cultures légumières et maraichères. Tome III. : Légumineuses potagères, légumes fruites. Tec et Doc Lavoisier, Paris 563p.
- Chougar S. 2011. Bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (MEYRICK, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés de tomate sous serre (Zahra, Dawson et Tavira) dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Mémoire de Mag. Université de Tizi-Ouzou, 122p
- Clémence, R., Dongmo, M. 2009. Clinique et pharmacologie évaluation de l'activité antidermatophytique des extraits au méthanol et fonction d'*Acalypha manniana*
- Desneux N., Wajnberg E., Wyckhuys K., Burgio G., Arpaia S., Narvaez-Vasquez C., Gonzalez-Cabrera J., Catalan-Ruescas D., Tabone E., Frandon J., Pizzol J., Poncet C., Cabello T., Urbaneja A. 2010. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. Journal of Pest Science 3:197–215
- Fao Stat. 2016. (<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/F>)
- Ghanim N.M. and S.B. Abdel Ghani. 2014. Controlling *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) and *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) by aqueous plant extracts. Life Science Journal, 11(3): 299-307.
- Ghnimi W., Dicko A., Khouja M., Larbi. 2014. Larvicidal activity, phytochemical composition, and antioxidant properties of different parts of live population of *Ricinus communis* L. industrial crops and products, Vol. 56. 43-51p.
- Guenauou Y., 2008. Première observation de la mineuse de la tomate invasive, dans la région de Mostaganem, au printemps 2008. Phytoma, N° 617, pp 18 -19.
- Heuze G. « Les plantes industrielles ». Librairie de L.Hachette et Cie, 1859, Paris, pp : 282-285 http://www.ummo.dz/IMG/pdf/Tuta_absoluta.pdf
- Pirali-Kheirabadi K., da Silva J.A.T. 2010. *Lavandula angustifolia* essential oil as a novel and promising natural candidate for tick (*Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*) control. Experimental Parasitology Vol126, Issue 2, 184-186, 10.1016/j.exppara.2010.04.012
- Konan. E. M., A.K.C Taha and M. E. E. Mahmoud. 2014. Effects of Botanical Extracts of Neem (*Azadirachta indica*) and Jatropha (*Jatropha curcas*) on Eggs and Larvae of Tomato Leaf Miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Persian Gulf Crop Protection, 3 (3): 41-46.
- Lakhdari W., Dehliz A., Acheuk F., Mlik R., Hammi H., Doumandji-Mitiche B., Gheriani S., Berrekbia M., Guermit K. et Chergui S., 2016- Ethnobotanical study of some plants used in traditional medicine in the region of Oued Righ (Algerian Sahara). Journal of Medicinal Plants Studies, 4(2):204-211.
- Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae). J Pest Sci., 84(4): 513-520
- Mokhtar M., Soukup J., Donato P., Cacciola F., Dugo P., Riaz A., Jandera P., Mondello L. 2014. Determination of the polyphenolic content of a Capsicum annum L. extract by liquid chromatography coupled to photodiode array and mass spectrometry detection and evaluation of its biological activity. Journal of Separation Science (37): 1–25. Mostaganem (Algeria), p268-274.
- Ozenda P. 1983. Flore du Sahara. Paris: CNRS, 622 p. Lis-Balchin (ed.), GERANIUM AND PELARGONIUM, the genera Geranium and Pelargonium, CRC Press, 2002.
- Reginald H. Garret, Charles M. Grisham. 2000. biochimie. Tradition de la 2ème édition américaine par Bernard Lubochinsky (1999). Ed de Boeck Supérieur, 2000. P 35-38. ISBN: 2744500208, 9782744500206
- Trottin Caudal Y., Chabriere C., Terrentroy A. 2010. *Tuta absoluta* Biologie du ravageur et stratégies de protection: Situation actuelle et perspectives. Carquefou, 29p.

25. Wallace Hayes, A. 2008. Principle and methods of toxicology, fifth edition, ed *Taylor and Francis*, New York. ISBN: 084933778X, 9780849337789. 2296p.

Research Article

Evaluation of the physico-chemical and microbiological parameters of a yogurt prepared from goat and sheep milk during storage

BOUCHIBANE Malika^{1,*}, YABRIR Ben Alia², CHERIGUENE Abderrahim³, CHOUGRANI Fadela³, AIT SAADA Djamel¹

¹Laboratory of Food Technology and Nutrition, Abdelhamid Ibn Badis University, Mostaganem, Algeria

²Laboratory of Microbiology, University Ziane Achour, DJELFA, Algeria

³Laboratory of Bioeconomy, Food and Global Health, University Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, Algeria

*Contact: malika.bouchibane.etu@univ-mosta.dz/ malika.bio22@gmail.com

Received: 8 May 2022/ Accepted: 25 May 2022/ Published: 30 June 2022

Abstract

This study consists in characterizing the production of yogurt-based on small ruminants' milk. First, the microbiological and the physicochemical quality of the raw material was studied. The finished product was tested for quality and stability. The latter was evaluated during refrigerated storage. On the physico-chemical level, the analyses concerned the pH, acidity, density, total dry extract, and fat content. On the microbiological level, the analyses concerned the enumeration of the following germs "total germs, total and fecal coliforms, yeasts and moulds, lactic acid bacteria" and the search for *Staphylococcus aureus* and Salmonella. The tested kinds of milks as well as the finished product present a very good microbiological quality and are very satisfactory on the hygienic and sanitary levels. The physicochemical parameters are in conformity with the standards and are in accord with the literature. The viable lactic flora is present in the number defined by the regulation, streptococci are dominant compared to lactobacilli. From an organoleptic point of view, very good quality and stability of the organoleptic properties were noted during the storage period at 6°C.

Keywords : milk, small ruminants, yogurt, quality, stability

Introduction

Milk and dairy products are very popular in Algeria. The nutritional interest of milk resides in its richness in basic nutrients (proteins, lipids and carbohydrates), it is one of the few foods that is suitable for different age groups where it can be consumed as is in a fresh state or in the form of processed product, including yogurt. In our country, we consume mainly dairy products from cow's milk. This is mainly due to the availability of cow's milk and the massive importation of bovine milk powder. Milk from small ruminants is consumed as is by nomadic populations or rarely transformed into dairy products such as D'han (butter) or fermented milk.

Yogurt, one of the dairy products whose technology is easy to implement, is very appreciated by the consumer. However, it is a fragile and perishable product, as it constitutes a favorable environment for the development of microorganisms, which requires rigorous hygienic conditions during its manufacture, its conservation and a good quality of raw material. Cold is considered the best way to ensure the safety and stability of yogurt (Gret 2002). It is in this context and in order to satisfy the needs of the consumer, diversify production and improve the development of the production of dairy products based on milk of small ruminants

in our country, we conducted our study which is interested in first characterizing the production of a yogurt based on sheep and goat milk, then to evaluate the stability of products obtained during refrigerated storage.

Material and Methods

Our study was conducted at the laboratory of quality control "Research and Development" and Microbiological Analysis, Physico-chemical in the dairy Trèfle (Blida province) and at the laboratory of hygiene of the same province. The milk samples come from two species of small ruminants (goat and sheep). The sampling was conducted during the spring among farmers located in the wilaya of Medea. The milk samples were taken from healthy goats and sheep, they are transported in a freezing box to the laboratory where they are immediately analyzed.

The tests involved physico-chemical and microbiological analyses on the one hand, and on the other hand the stability of the product during refrigerated storage (+4°C to +6°C). Each sample was divided into three aliquots. One for physico-chemical analysis, one for microbiological analysis and one for yogurt production. The pH values were measured using a previously calibrated pH meter. The density was carried out using the thermolactodensimeter. The acidity

was determined using an alkaline solution (NaOH) in the presence of the phenolphthalein color indicator (AOAC Standard 2000). Total dry extract was determined according to the thermobalance and desiccator methods by heating at 103°C for 3 hours using the following formula (NA 679, NA1130 (ISO 5534).

$$\text{EST (\%)} = (M_0 - M_1) / P \times 100$$

Fat was determined according to Gerber method using butyrometers (NA15019, 2008 : ISO11870). The methods of enumeration and research of microorganisms in milk and finished products were carried out according to the internal practices of the Trèfle unit and the official journal. The microbiological germs studied with the media used are represented in Table I. The ingredients of the yogurt prepared from the two types of milk are shown in Table II. The control of the organoleptic quality of the experimental yogurts is carried out each morning in front of a tasting team on a scale of notation from (1 to 4 points) in order to appreciate the following organoleptic characteristics : odor, color, texture, and taste.

Results and Discussion

Physicochemical analysis of small ruminant milk

Sheep milk has a lower pH than goat's milk. For goat milk, the pH value recorded is comparable to that reported by Gaddour et al. (2013) with a pH equal to 6.77 noted on the milk of local goats in Tunisia. For sheep milk, the pH value found is close to that mentioned by Pirisi et al. (2001) for milk produced in Italy and is slightly higher than that produced in Bulgaria and Greece (Baltadjieva et al., 1982). The titratable acidity of sheep's milk slightly exceeds the range established by FAO (1998). The results obtained show the richness of sheep milk in dry extract and fat compared to goat milk, The milk fat content recorded for goat milk is slightly higher than those found by El Otmani et al. (2013) (3.36%). For sheep milk, it corresponds to that recorded by Abd Allah (2011) (5.62%) but lower than that found by Mierlita et al. (2011) (6.84%).

Physicochemical analysis of yogurt during storage

We observed a remarkable decrease in the pH values for yogurt made from sheep's milk. According to Beal and Sodini (2003), the decrease in pH value is favored by the activity of lactic ferments which results in the mass production of lactic acid. A slight increase in pH was noted on day D+10

for the yogurt based on goat's milk, which reached a value of 5,0. The values recorded indicate that the pH of our yogurts is moderately acidic. A decrease in acidity is observed for both types of yogurt on day D+10, and an increase on day D+20 for the yogurt based on goat's milk. The acidity reaches 110°D. This variation is due to a too short incubation or a too low temperature (Gret, 2002).

It is observed that the fat content, independently of the type of yogurt, remains constant during the first ten days of storage and then slowly decreases at the end of storage. This is probably due to low lipolytic activity of the lactic ferments, which justifies a slight variation of the fat content for the two yogurts (Leyral and Vierling, 2001). We noticed a slight difference in the TSE for the two types of yogurt. According to Alais et al. (2008), a high total dry extract conditions a good consistency of the yogurt. We noticed that there is a decrease at D +20 for yogurt based on sheep's milk which reaches a value of 27.85%. According to Lorient and Philippe, (1998), proteolysis by protease enzymes that hydrolyze milk caseins into smaller constituents (polypeptides, peptides, and amino acids) implies a decrease in total dry matter.

Microbiological analysis

The lactic flora evolves and increases in number to reach its maximum at the end of ten days of conservation in the two manufactured products. Beyond that, we notice a decrease in the number of lactic ferments at the end of conservation. According to Beal and Sodini (2001), this progressive decrease can be explained by the self-inhibition of the ferments by the pH. The number of streptococci is higher than that of lactobacilli, however, the number of *Lactobacillus bulgaricus* is reversed at day D+20 for yogurt made from goat's milk. According to Vierling (2008), Streptococci grow faster and are non-acidifying than lactobacilli.

The results of the microbiological analysis of the fermented milk products show the total absence of all pathogenic or spoilage germs sought during the entire shelf life, indicating that the product has a good microbiological quality.

Very good quality and stability of the organoleptic properties were noted during the first ten days of storage at 6°C. However, a small change in taste and a slight serum in the texture were perceived at the end of the experiment. The change in taste is due to the increase in acidity and microbial activity that is not completely inhibited (Apfelbaum et al., 2004). The tasting panels judged that the experimental yogurt prepared with sheep's milk was better than the yogurt prepared with goat's milk.

Table I. Microbiological germs tested

Tested germs	Media used	Incubation
Total germs	Plat Count Agar (PCA)	30°C for 72h
Total coliforms	Violet Red Bile Lactose Agar (VRBL).	30°C for 24/48h
Fecal coliforms	Violet Red Bile Lactose Agar (VRBL).	44°C for 24/48h
<i>Staphylococcus aureus</i>	Giolitti Cantoni, Tellurite de potassium, Chapman.	37°C for 24/48h
<i>Salmonelles</i>	Eau Peptonée Tamponnée (EPT), Hektoen.	37°C for 24h
Yeasts and fungi	Sabouraud.	25°C for 5j
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Gélose de Man –Rogosa-Sharpe (MRS).	37°C for 72h
<i>Streptococcus thermophilus</i>	Agar (M17).	37°C for 48h

Table 2. Ingredients involved in the manufacture of yogurt made from the milk of small ruminants "goat-sheep".

(Source: Head of the "Research and Development" laboratory, Trèfle).

Ingredients	
Recipe for goat's milk	Recipe for sheep's milk
Water 595.2 ml	Eau 2075.2 ml
milk powder(PDL) 0% 200 g	milk powder(PDL)320 g
Sugar 400 g	Sugar 400 g
Ferment 0.8 g	Ferment 0.8 g
Goat's milk 2800 ml	Sheep milk 1200 ml

Table 3. Physicochemical parameters of yogurt during storage.

	pH	Acidity (°D)	Dry extract (%)	Fat content (%)	Density
Sheep milk	6,72	26	16,82	5,5	1,038
Goat's milk	6,76	17	11,5	3,9	1,03
The standards*	Sheep : 6,5-6,85 Goat's : 6,45-6,60	Sheep: 22-25 Goat's: 14-18	Sheep : 17-19% Goat's: 11-12.2%	Sheep :7.2% Goat's :3.5%	Sheep : 1,034-1,039 Goat's : 1,027-1,035

* FAO (1995)

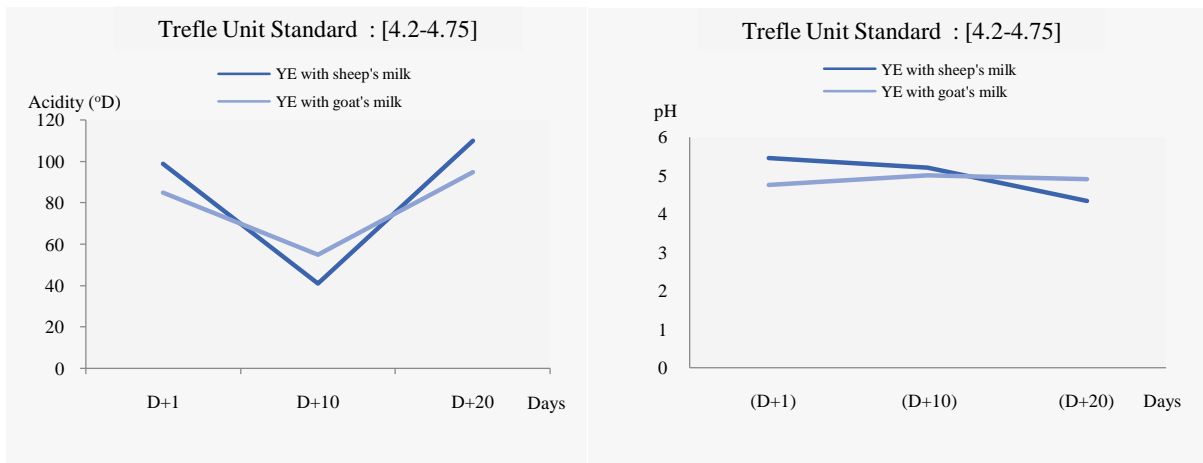
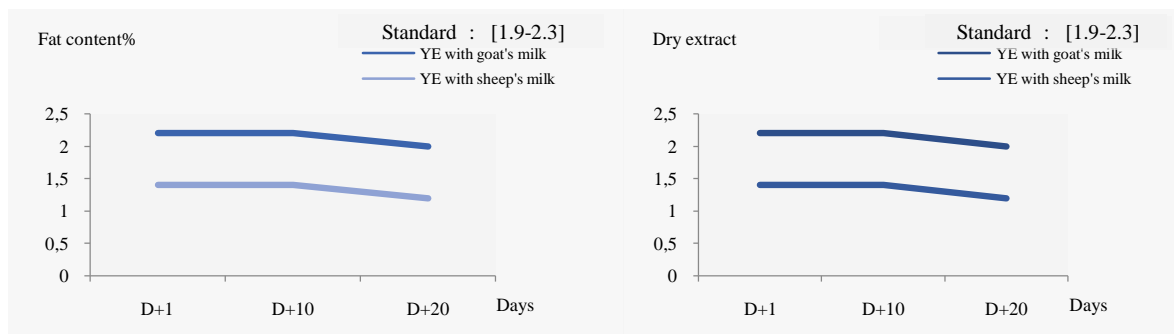
**Figure 1.** Variation of the pH and the titratable acidity**Figure 2.** Variation in fat content and dry extract content.

Table 4. Evolution of the lactic flora during refrigerated storage.

	YMS			YMG			Standards JRO
	D+1	D+10	D+20	D+1	D+10	D+20	
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	1,6 10 ⁷	2,6 10 ⁷	1,2 10 ⁷	2.1 10 ⁷	3,2 10 ⁷	2,8 10 ⁷	More than 10 ⁷ germs/ml
<i>Streptococcus thermophilus</i>	3,6 10 ⁷	4,8 10 ⁷	2,2 10 ⁷	4 10 ⁷	5 10 ⁷	1,4 10 ⁷	
Total number of ferments	5,2 10 ⁷	7,4 10 ⁷	3,4 10 ⁷	6.1 10 ⁷	8,2 10 ⁷	4,2 10 ⁷	

Table 5. Variation of the organoleptic quality of yogurts.

Type of product	Day of test	Texture	Color	Taste	Odor	Observation
YMS	D+1	4	4	4	4	Very Good and stable
YMG		4	4	4	4	
YMS	D+10	4	4	4	4	Very Good and stable
YMG		4	4	4	4	
YMS	D+20	3	4	2	4	Light serum, Good
YMG		3	4	3	4	

Conclusion

It was possible to confirm the possibility of making a yogurt-based on raw milk from species of small ruminants "goat-ewe" with the following characteristics: An acceptability on the physicochemical and organoleptic level; Compliance with microbiological standards (good microbiological quality proven by the total absence of all the germs sought; very rich by lactic ferments.

What is desirable in further studies is to carry out a similar study for the confirmation of our results obtained as well as to make a more thorough study, so we propose to determine the nutritional value of the finished product by dosing vitamins and mineral elements, and to better characterize the manufactured product by finer dosing (proteins, lactose), to be able to quantify the true energy value. Add texture agents to improve the organoleptic quality of the product. To make other tests of yogurt manufacture by cutting the kinds of milk between them or with cow's milk. To follow the microbiological and physicochemical stability of the finished products and to predict the deadline of consumption of the said products. To determine the factors that influence the composition of raw milk from small ruminants.

References

- Abd Allah M., Abbas S. F. and Allam F.M. 2011. Factors affecting the milk yield and composition of Rahmani and Chios sheep. *International Journal of Live stock Production*, 2(3), 24-30.
- Alais C., Linden G., Miclo L., 2008. *Biochimie alimentaire*. Edition Dunod, Paris, 187p.
- Apfelbaum M., Romon M. et Dudus M., (2004). *Diététique et nutrition*, 6^{ème} édition Masson, Paris : p516.
- AOAC., 2000. *Official methods of analysis*. Arlington, VA : Association of Analytical Chemists, Washington, D.C., U.S.A.
- Baltadjieva M., Veinoglou b., Kandarakis J., Edgaryan M. et Stamenova V. 1982. La composition du lait de brebis de la région de la Plovdiv en Bulgarie et d'Ioamine en Grèce. *Le lait*, 62,191-201p.
- Beal C. et Sodini I., 2001. Fabrication des yaourts et des laits fermentés. In *technique d'ingénieur, traitement agroalimentaire*. Tome 2, Lavoisier, Paris, 330-764p.
- Beal C. et Sodini I. 2003. Fabrication des yaourts et des laits fermentés. *Techniques d'ingénieur*. Paris. 330p.
- El Otmani S., Hillaal S., Chentouf M., 2013. Milk production and composition of « Beni Arouss » North Moroccan local goat. In: Chentouf M. (Ed), Lopez-Francos (Ed), n. 108, pp. 457 – 460.
- FAO., 1998. *Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine*. Collection FAO : Alimentation et nutrition no 28. Rome.
- Gaddour A., Najari S. and Ouni M. 2013. Dairy performance of the goat genetic groups in the southern Tunisian. *Agricultural Journal*. 2 (2), 248-253.
- Gret (2002). *Transformer les produits laitiers à la ferme* édition Educagri, 237p.
- Leyral G., Vierling E., 2001. *Microbiologie et toxicologie des aliments : hygiène et sécurité alimentaire* ; Edition CNDP d'aquitaine 3^{ème} édition, 572 p.
- Lorient Denis et Philippe Cayot. 1998. Structures et techno fonctions des protéines dulait, 883-892p.
- Mierlita D., Padeanu I., Maerescu Cristina, Chereji I, Halma Elena and Lup F., 2011. Comparative study regarding the fatty acids profile in sheep milk related to the breed and parity. *Analele Universitatii din Ordea, Fascicula: Ecotoxicologie, Zootehnie Tehnologii de Industrie Alimentara*, 221-232.
- NA 679, NA1130 (ISO 5534) : Laits et produits laitiers-Détermination du pH et de l'extrait sec.
- NA15019 :2008 (ISO11870 :2000) : Laits et produits laitiers-Détermination de la teneur en matière grasse. Directives pour l'utilisation des méthodes butyrométriques.
- Pirisi A., Piredda G., Scintu M. F. and Fois N.2001. Effect of feeding diets on quality characteristics of milk and cheese produced from Sarda ewes. *CIHEAM-Option Méditerranéennes, Série A*, 46, 115-119.
- Vierling E., 2008. *Aliments et boissons*, 3^{ème} édition, Edition DOIN Editeurs centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine, 38p.

Research Article

Analyse morpho-géométrique de la forme du bec chez deux génotypes de poule locale : Cou-nu et normalement emplumé

DAHLOUM Lahouari^{1, *}, BENAMEUR Qada², ARABI Abed³, BETTAHAR Satia¹¹Département d'agronomie, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université de Mostaganem, 27000, Algérie²Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université de Mostaganem, 27000, Algérie.³Département de biologie, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université de Mostaganem, 27000, Algérie*Contact: lahouari.dahloum@univ-mosta.dz

Reçu: 8 Mai 2022/ Accepté: 25 Mai 2022/ Publié: 30 Juin 2022

Résumé. Cette étude a consisté à analyser la variabilité de la forme du bec chez deux génotypes de poule locale Cou-nu (Nana) et normalement emplumé (nana), par l'utilisation de la morphométrie géométrique basée sur les points repères. Au total, 81 poules locales (Nana=21 ; nana=60) ont été utilisées dans la présente étude. Le bec de chaque oiseau a été photographié. La digitalisation des images a été réalisée à l'aide du logiciel tpsDig. La méthode de superposition Procruste a été appliquée sous MorphoJ. Treize points repères homologues ont été retenus sur la mandibule supérieure de chaque poule. L'analyse en composantes principales a permis d'extraire 3 composantes, expliquant ensemble 75,3% de l'inertie totale. L'analyse discriminante et le test de Hotelling ont permis de mettre en évidence une différence de la forme du bec ($P < 0,001$) entre les deux génotypes. L'analyse procrustéenne appliquée dans la présente étude s'est avérée précise pour identifier, et visualiser la conformation du bec chez la poule locale. Des études complémentaires devraient permettre de mieux comprendre les caractéristiques comportementales, en particulier l'adaptation à des régimes alimentaires variés chez la volaille.

Mots-clés : Poule, bec, morphométrie-géométrique, sélection

Introduction

La forme du bec est un élément souvent caractéristique d'un ordre, d'une famille ou d'un genre, ce qui en fait un paramètre qualitatif pouvant se révéler très intéressant dans le cadre d'une clé de détermination (Lebédel 2017). Le comportement de picage chez les volailles, par exemple, est en partie sous contrôle génétique. Sélectionner contre le picage pourrait donc constituer une solution, en réduisant les pertes économiques liées au phénomène, sans recourir au débéquage ou à l'élevage en obscurité, tous deux fortement contestés (Beaumont et Chapuis, 2004).

La morphologie du bec est aussi un trait important sur le plan écologique pour les oiseaux. La taille et la forme du bec sont cruciales pour l'adaptation à de nouvelles conditions d'élevage, et une utilisation optimale des sources de nourriture existantes (Dahloum et al, 2019). Les analyses de la morphométrie traditionnelle du bec chez la volaille sont généralement basées sur des mesures linéaires notamment de longueur, de profondeur, et de largeur (Foster et al, 2007). Cependant, ces mesures sont limitées car elles ne véhiculent aucune donnée géométrique sur la forme du bec, et le peu d'informations fournies dépend de la taille du bec. La morphométrie géométrique (MG) basée sur les points repères (Landmarks) a été appliquée avec succès pour étudier les différences morphologiques de la forme du bec chez certaines espèces

d'oiseaux (Moksnes 2014 ; Shao et al, 2016 ; Dalton et al, 2017 ; Bright et al, 2019). La MG est une méthode morphométrique basée sur l'analyse de la forme plutôt que les distances et les angles (Bookstein 1991 ; Tatsuta et al. 2018). Cette approche moderne bénéficie également d'une puissance statistique accrue (Bustamante et al. 2020). L'objectif de cette étude consiste, en effet, à analyser la forme du bec chez la poule locale à l'aide de la MG, pour voir comment il serait possible de sélectionner des animaux plus adaptés à des conditions d'élevage différentes.

Matériel et Méthodes

Les photographies du bec ont d'abord été traitées par tpsUtil 1.61 (Rohlf 2015). La forme de la mandibule supérieure de chaque bec a été numérisée avec des coordonnées cartésiennes bidimensionnelles (x,y) de 13 points repères (Figure 1), à l'aide du logiciel tpsDig 2.05 (Rohlf 2005). Les coordonnées des points repères obtenues à partir du tpsDig ont été utilisées et traitées sous MorphoJ 1.07a (Klingenberg 2011). Les coordonnées cartésiennes des spécimens ont ensuite été alignées pour éliminer les variations de taille, de position et d'orientation, à l'aide de la méthode de Superposition Procruste Généralisée des moindres carrés (Bookstein 1991) (Figure 2). Afin de quantifier la variation de la forme du bec, une Analyse en Composantes Principales (ACP) a été réalisée à partir de la matrice des variances-covariances des coordonnées de la forme Procruste à l'aide du logiciel MorphoJ 1.07a (Klingenberg 2011).



Figure 1. Digitalisation de 13 points-repères sur la mandibule supérieure du bec

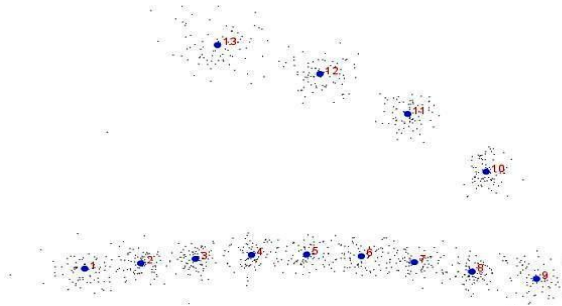


Figure 2. La forme consensus du bec obtenue par superposition Procruste.

Analyse de la variation de la taille et de la forme du bec

La taille de la mandibule supérieure du bec a été estimée par la "taille centroïde" (Sandoval-Ramirez *et al*, 2015), qui correspond à la racine carrée de la somme des distances au carré entre le centre de la configuration du landmark (ou centroïde) et chaque landmark (Bookstein 1991). La normalité de la distribution des données a été vérifiée à l'aide du test de Shapiro-Wilk. Le test de Levene a été réalisé pour vérifier l'homogénéité des variances entre les groupes. Les moyennes ont été comparées par le test T. Pour l'analyse, une transformation logarithmique a été appliquée aux valeurs de la taille centroïde. Les contributions relatives de chaque landmark dans la variation de la forme du bec ont été produites par le logiciel tpsRelw 1.36 (Rohlf 2003).

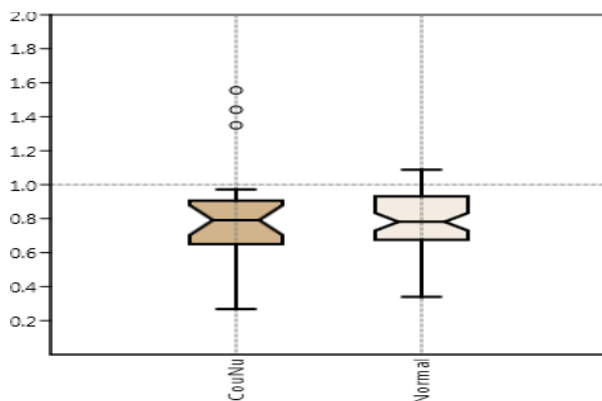


Figure 3. Box plot de la taille centroïde du bec chez les génotypes Nana et nana

L'Analyse discriminante a été utilisée pour la classification des 2 génotypes étudiés. La signification statistique de la différence de la forme moyenne du bec entre les génotypes a ensuite été analysée à l'aide du test de permutation. La procédure de classification à validation croisée a été utilisée en

complément de l'analyse discriminante pour évaluer l'exactitude de la classification, basée sur les distances Mahalanobis.

Effet allométrique

Pour estimer l'effet allométrique, nous avons ajusté séparément un modèle de régression multivariée des coordonnées Procrustéennes (variables dépendantes) sur la taille (variable indépendante) à l'aide d'un test de permutation (10000). La taille du centroïde a d'abord été transformée en son logarithme naturel pour augmenter l'ajustement du modèle, traduit ici par le pourcentage de la variance de la forme du bec expliquée par sa taille.

Résultats et Discussion

Variation de la taille du bec

Selon le test de Shapiro-Wilk, les distributions de la taille du bec chez le poulet Cou-nu et le poulet normalement emplumé ne s'écartaient pas de la normalité ($P > 0,05$). Les statistiques descriptives de la taille du bec, calculée sur la base de son logarithme décimal chez les deux génotypes sont données dans le tableau 1. Le test des égalités des variances de la taille du bec a montré une différence significative ($F=3,28$, $P < 0,05$) entre les deux groupes génétiques. Ce caractère était significativement plus hétérogène (+15% ; $T=30,13$, $P < 0,05$) chez les animaux Cou-nu, comparés à leur homologues normalement emplumés.

Variation de la forme du bec

Au total, 22 composantes principales (CP) ont été obtenues à partir des coordonnées procrustéennes des 13 landmarks retenus sur la mandibule supérieure, mais 3 composantes seulement ont été nécessaires pour expliquer près de 75,3% de la variation totale de la forme du bec (tableau 2). Les pourcentages expliqués par la CP₁, CP₂, et la CP₃ étaient respectivement 35,1%, 26,0%, et 14,1% de l'inertie totale. Des résultats similaires ont été rapportés dans une étude précédente (Dahloum *et al*, 2019), menée sur deux souches de poulet de chair Cobb500 et Hubbard classique

Tableau 1. Statistiques descriptives du Logarithme de la taille centroïde du bec chez les génotypes Nana et nana.

	Nana	nana
Effectif	(n=21)	(n=60)
Minimum	0,27	0,34
Maximum	1,55	1,08
Moyenne	0,82a	0,78b
Ecart-type	0,31	0,17
Coefficient de variation (%)	37,87	22,21

Tableau 2. Valeurs propres, pourcentage de la variance expliquée et pourcentage de la variance cumulée traduites par les 3 composantes.

CP	Valeur propre	Variance (%)	Variance cumulée (%)
CP ₁	0,0062	35,15	35,15
CP ₂	0,0046	26,00	61,14
CP ₃	0,0025	14,13	75,27

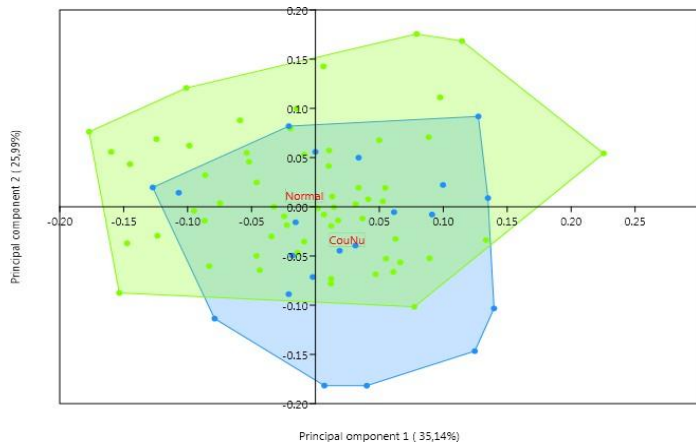


Figure 4. ACP de la configuration du bec. Cou-nu (bleu), plumage normal (vert). Axe 1 (35,14 %) ; Axe 2 (25,99%)

Bien qu'il y ait un chevauchement clair entre les individus (Figure 4), nous pouvons observer une légère séparation entre les deux groupes génétiques, à partir du nuage de points obtenu en utilisant les scores du premier plan factoriel (PC₁-PC₂). Une différence significative (10.000 permutations, $P < 0,0001$) sur la forme de la mandibule supérieure (Figure 5) a été constatée entre les deux génotypes. La distances Mahalanobis (2,197; $T^2=75,09$, $P=0,0028$) et la distance Procruste (0,001; $T^2=0,003$, $P=0,0028$) ont été très significatives ($P < 0,0001$). Des résultats similaires ont été rapportés dans une autre étude comparative menée sur la souche Cobb500 et la pondeuse IsaBrown (Données non publiées). En utilisant la MG, Moksnes (2014) a mis en évidence des effets significatifs des facteurs climatiques et génétiques sur la forme du bec chez trois groupes génétiques (le moineau italien, le moineau domestique, et leur croisement). Selon plusieurs auteurs, ces éléments génétiques ont un effet important sur le développement embryonnaire (Abzhanov *et al.* 2004 ; Mallarino *et al.*, 2011).

Dans la présente étude, la classification réalisée à l'aide du test de validation croisée (tableau 5) a donné un taux de classification de 62,9%, justifiant ainsi la fiabilité de la MG pour quantifier les différences de la forme du bec entre les deux groupes génétiques étudiés. Si on considère à la fois les deux paramètres (taille+forme). Le pourcentage d'échantillon correctement classé est légèrement amélioré (65,4%).

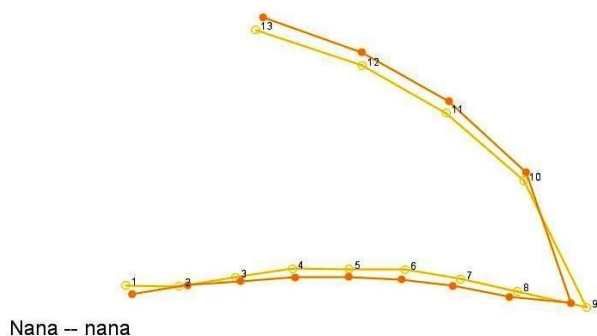


Figure 5. Différence de la forme de la mandibule supérieure entre le poulet Nana (jaune) et le poulet nana (orange).

Tableau 5. Pourcentage des individus correctement classés

Génotype	% de classification correcte
Cou-nu	57% (12/21)
Plumage normal	65% (39/60)

Les valeurs entre parenthèses indiquent le nombre d'individus correctement classés/ nombre total des individus.

Allométrie

La régression des coordonnées procrustes sur la taille centroïde du bec a montré une différence très significative ($P < 0,0001$). La relation entre la forme et la taille du bec dans chaque groupe génétique a montré que la variation de la forme du bec était significativement liée à sa taille (test de permutation 10000, $P < 0,0001$). Ainsi, le pourcentage de variation de la forme du bec expliqué par les changements de la taille était respectivement 8,1% et 0,77% chez le Cou-nu et le génotype à plumage normale.

Conclusion

La morphométrie géométrique appliquée ici, a permis de mettre en évidence une variabilité assez nette de la forme du bec chez le poulet local Cou nu. Cette variabilité pourrait être utile pour mieux comprendre le comportement alimentaire des animaux, et considérer la forme du bec comme nouveau critère de sélection de volailles plus adaptées aux conditions d'élevage différentes, et réduire les dommages causés par le picage.

Références

1. Abzhanov, A., Protas, M., Grant, B. R., Grant, P. R. *et al.* (2004). Bmp4 and morphological variation of beaks in Darwin's finches. *Science* (New York, N.Y.), 305(5689), 1462–5.
2. Beaumont C., Chapuis H., 2004. Génétique et sélection avicoles : évolution des méthodes et des caractères. *INRA Prod. Anim.*, 17, 35-43
3. Bookstein FL. 1991. *Morphometric Tools for Landmark Data: Geometry and Biology*. Cambridge University Press, New York:435 pp.
4. Bright J A, Marugán-Lobón J, Rayfield E J. and Samuel N. Cobb (2019). The multifactorial nature of beak and skull shape evolution in parrots and cockatoos (Psittaciformes), *BMC Evolutionary Biology* 19:104
5. Bustamante T, Baiser B, Ellis JD. 2020. Comparing classical and geometric morphometric methods to discriminate between the South African honey bee subspecies *Apis mellifera scutellata* and *Apis mellifera capensis* (Hymenoptera: Apidae). *Apidologie* (Celle) 51: 123-136. DOI: 10.1007/s13592-019-00651-6.
6. Dahloum L, Soltani F, Arabi A , Fassih A , Bettahar S , Belaiche Z , Halbouche Miloud (2019). Analyse Procruste Généralisée de la forme du bec chez le poulet de chair. 9èmes Journées Nationales de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Mostaganem, les 6 et 7 novembre 2019
7. Dalton HA, Wood BJ, Widowski TM, Guerin MT, Torrey S (2017) An analysis of beak shape variation in two ages of domestic turkeys (*Meleagris gallopavo*) using landmark-based geometric morphometrics. *PLOS ONE* 12(9): e0185159. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185159>
8. Foster DJ, Podos J, Hendry AP. A geometric morphometric appraisal of beak shape in Darwin's finches. *J Evol Biol.* 2007;21: 263–75. pmid:18021202
9. Klingenberg CP. 2011. MorphoJ: An integrated software package for geometric morphometrics. *Mol Ecol Resour* 11:353-357.
10. Lebédel A. (2017). Etude ostéomorphologique et clé de détermination de têtes osseuses de l'avifaune autochtone non captive de France. *Cahiers d'Anatomie Comparée*, 2017 (NS²): 1-35, C@C Tous droits réservés.
11. Mallarino, R., Grant, P. R., Grant, B. R., Herrel, A. *et al.* (2011). Two developmental modules establish 3D beak-shape variation in Darwin's finches. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(10), 4057–62.
12. Mendez DA, Rodríguez NO, Otálora-Luna F, Aldana, E. J. 2015. Morphometric analysis of the host effect on phenotypical variation of *Belminus ferroae* (Hemiptera: Triatominae). *Psyche*:1-12. DOI: 10.1155/2015/613614
13. Moksnes J (2014). The Effect of Hybridization on Beak

Morphology in the House Sparrow (*Passer domesticus*) and Italian Sparrow (*P. italiae*), Master of Science Thesis, Trykk: Reprosentralen, Universitetet i Oslo

14. Rohlf FJ. 2005. tpsDig, digitize landmarks and outlines, version 2.05. Department of Ecology and Evolution. State University of New York at Stony Brook, NY.
15. Rohlf FJ. 2015. tpsUtil, fileutility program. version 1.61. Department of Ecology and Evolution. State University of New York at Stony Brook, NY.
16. Sandoval Ramirez CM, Nieves Blanco EE, Gutiérrez Marin R, Jaimes Rohlf FJ. 2003. tpsRelw-Relative Warp Analysis, version 1.36. Stony Brook University, Stony Brook, NY.
17. Shao S, Quan Q , Cai T, Song G , Qu Y and Lei F (2016). Evolution of body morphology and beak shape revealed by a morphometric analysis of 14 Paridae species. *Frontiers in Zoology* 13:30 . DOI :10.1186/s12983-016-0162-0

Research Article

Comparative study of the physicochemical characteristics of three local durum wheat varieties (Chain S, Vitron R1 and Vitron)

Faouzia HAFFARI^{1*}, Malika BOUALEM¹, Saida BERGHEUL¹, Abdelkrim DJABER², Aicha MERZOUG¹

¹ Plants protection laboratory, Faculty of Natural and Life Sciences, Department of Agronomy, Abdelhamid Ibn Badis University BP 300, Mostaganem, Algérie 27000

² Laboratoire de séchage solaire de l'Unité de Recherche en Energies Renouvelables en Milieu Saharien Adrar, Algérie

* Contact: faouzia.haffari@univ-mosta.dz

Received: 13 April 2022/ Accepted: 29 May 2022/ Published: 30 June 2022

Abstract

Cereals constitute an important food resource for humans and breeding animals. Durum wheat (*Triticum durum*) is one of the most used species, hence its socio-economic interest. In Algeria, durum wheat is one of the strategic crops that guarantee food security. This study was carried out with the aim of studying the physicochemical properties of local durum wheat; three varieties collected from 2018/2019 production were the subject of these analyses. The choice of these varieties is justified by their availability in the storage facilities (CCP Adrar and UCA Mostaganem). Those are Chaine S and Vitron R1 cultivated in Adrar region, in arid climate, and Vitron from Ain Témouchent region in semi-arid Mediterranean climate. This study was realized at the vegetables protection laboratory of Mostaganem University and the solar drying laboratory of the Research Unit for Renewable Energy in the Saharan environment (URERMS) of Adrar. The studied parameters are summarized in the specific weight, thousand grain weight, humidity rate, ash rate, fatty acidity, protein rate and lipid rate. The results showed that Vitron R1 variety had a maximum specific weight of 79.8kg/hl, a weight of 49.23g per thousand grains, 14.32% of relative humidity rate, 0.78% of ash, 0.01% of fat acidity, 1.36% of lipids and 15.16% of proteins. While Vitron recorded a weight of 77kg/hl, a weight of 48.84g per thousand grains, a relative humidity rate of 13.02%, 1.71% of ash, a fatty acidity of 0.02%, 1.36% of lipids and 14.25% of proteins. On the other hand, Chaine S recorded a weight of 78.9 kg/hl, a weight of 49.67 g per 1000 grains and rates, ash, fatty acidity, proteins and lipids rates respectively of 15.28%, 1.18%, 0.02%, 15.96% and 1.44%. The results obtained during this study revealed that the durum wheat varieties studied showed an important physicochemical compound, thus revealing a good quality of wheat in the both regions Adrar and Mostaganem.

Keywords: Algeria, Durum wheat, Varieties, Physicochemical analysis.

Introduction

Cereals are the main sources of human and animal nutrition in the world. Wheat ranks first in world production and second, after rice, as a source of food for human populations (Naceur 2016). The cereal sector is one of the main agricultural production sectors in Algeria. Cereals and their derivatives are the backbone of the Algerian food system, providing more than 60% of the calorific intake and 75 to 80% of the protein intake of the food ration (Abderrazak and Fouad, 2020 ; Djermoun 2009).

Durum wheat is the third most cultivated cereal in the world, it is adapted to more diverse environments than bread wheat, and it performs very well in semi-arid regions. World production of durum wheat represents 5-8% of bread wheat production. Durum wheat grain is generally very hard with high protein content, amber in color and glassy (Kadkol and Sissons, 2015). About 60% of the world's durum wheat production is concentrated in

the Mediterranean basin, including parts of Western Asia, Northern Africa and Southern Europe (Grant *et al.*, 2012). Wheat is the main ingredient that contributes to the nutritional properties of all these products. Also it is the main source of carbohydrates, protein, fibers, minerals and vitamins in the human diet (Jribi *et al.*, 2019).

The basic chemical composition of mature wheat grains varies within a relatively narrow range and depends on both genetic factors (species and variety) and growing conditions (e.g. soil, climate and fertilization) (Wieser *et al.*, 2020).

Genetic improvement of durum wheat dates back to the end of the 19th century and has always focused on improving yield, resistance to biotic and abiotic stresses and improving physicochemical properties to meet the needs of farmers, processors and consumers. Although the traits conditioning productivity and quality of durum wheat are genetically controlled, several

authors report a preponderant effect of the environment on these traits (Melki *et al.*, 2015).

In recent years, several researches have been carried out on the genetic, yield and quality improvement of durum wheat for adaptation to environmental conditions (biotic and abiotic), to ensure food security and good technological quality. In Algeria the climatic diversity ensures a varied production of durum wheat during a year, and a different nutritional quality. The main objective of this work is to study the quality of physico-chemical compositions of local durum wheat varieties and the influence of the planting region.

Materials and methods

Plant materials

Three varieties collected from the 2018/2019 production in the storage facilities of CCLS Adrar and UCA Mostaganem. Namely, Chaine S and Vitron R1 grown in the Adrar region, under an arid climate; and the Vitron variety from a production in the Ain Témouchent region under a semi-arid Mediterranean climate. The parameters determined in this study are physico-chemical analyses of durum wheat grains.

Weight per hectolitre

The mass per hectoliter, known as the density, commonly called "specific weight" (SP), corresponding to the mass of wheat contained in one hectoliter. The PS is determined according to the NF V03-719 standard (1988).

The weight of 1000 grains (PMG) (g)

The PMG is determined in accordance with standard N.F. 731 (1989) and OJ N^o 01 (2013). It is the mass of 1000 grains counted with a NUMIGRAL type photoelectric counter.

Water content

The determination of the water content was carried out in accordance with standard NA: 1.1.32 (1990) and OJ N^o. 08 (2013), the uncovered capsule containing 5g of semolina, the test sample for each variety and the lid were placed in the oven set at $130 \pm 3^\circ\text{C}$ for 2 hours.

The water content expressed as a percentage and by mass of the product as given by the following formula:

$$H (\%) = (M_1 - M_2 / M_0) \times 100$$

H: moisture content; M_0 : is the mass, in grams, of the test sample; M_1 : is the mass, in grams, of the cap, lid and test sample before drying; M_2 : is the mass, in grams, of the cap, lid and test sample after drying.

$$\text{Dry matter} (\%) = 100 - H (\%)$$

Fat acidity

The acidity was determined by titrimetric determination to determine the total natural acid content of the samples according to NF. ISO 7305 (1986) and OJ N^o. 08 (2013). An alcoholic extract was prepared from 5g of semolina incubated for 24h in a 95° alcohol solution at laboratory temperature, centrifuged and an aliquot of the supernatant titrated with 0.05N sodium hydroxide. The acidity expressed in grams of sulphuric acid per 100g of material as follows:

$$A (\%) = 7.35 \times (V_1 - V_0) \times T / m$$

A: fat acidity; V_1 : volume, in milliliters, of the sodium hydroxide solution used for the determination; V_0 : is the volume, in milliliters, of the sodium hydroxide solution used for the blank test; m: mass, in grams of the test sample; T: exact titer of the sodium hydroxide solution used.

Ash content

The ash content of the samples to be analysed is determined according to ISO 2171 (2007) and OJ N^o. 35 (2006), by incinerating 5g of semolina of each variety at 550°C for 4 hours until complete combustion of the organic matter; the residue obtained is then weighed. The ash content, as a mass fraction in relation to the wet matter expressed as a percentage, is given by the equation:

$$TC (\%) = (m_2 - m_1) \times 100 / m_0$$

m_0 : mass in grams of the test sample; m_1 : mass in grams of the incineration capsule; m_2 : is the mass in grams of the incineration capsule and the incineration residue; H: water content, in percentage by mass of the sample.

Total protein content

The total protein content is determined according to AFNOR NF V03-05, by determining the total nitrogen content according to the method of Kjeldahl (1973), which is based on the wet mineralization of the sample using sulphuric acid in the presence of a catalyst that facilitates and accelerates the reaction (potassium sulphate). The nitrogen content in relation to the wet matter is given by the following formula.

$$N (\%) = 0.014 \cdot T (V_1 - V_0) \cdot 100 / m$$

N: nitrogen content; T: normality of the sulphuric acid used for the titration; V_1 : volume, in milliliters, of the sulphuric acid solution poured by the titrate during the assay; V_0 : volume, in milliliters, of the sulphuric acid solution poured by the titrate during the blank test; m: mass, in grams, of the test sample.

$$\text{Protein content (g/100g)} = N (\%) \cdot K$$

K: 5.7 in the case of wheat

Lipids

The total lipid content is determined according to NF. ISO 734 - 1 (2000); 10g of semolina is placed in an extraction cartridge, covered with a grease-free cotton wool pad and subjected to continuous extraction with petroleum ether or any appropriate solvent in a Soxhlet extractor.

Statistical analysis

Data on the physicochemical composition of the three reconstructed durum wheat varieties were subjected to analysis of variance (ANOVA) using SPSS 26 software.

Results and discussion

The results of the physical parameters (Table 1) showed that the three local durum wheat varieties scored well by national and international standards. The results of thousand-kernel weight of Chaine S Vitron R1 and Vitron are higher than the Algerian standards ($\text{PMG} \leq 45\text{g}$). According to Zouaoui (1993) and Chaker (2003), the environmental conditions in Algeria have an influence on the 1000-grain weight. All analyses of variance are highly significant ($P < 0.05$). Furthermore, the specific weight values vary between 77 and 78.6kg/hl for the three varieties

studied. These data are in accordance with Codex STAN (1995), FAO (2007) and the Algerian standards (PS>78 of durum wheat).

Table 1: The physical parameters of the three local durum wheat varieties.

Parameter	Durum wheat varieties		
	Chaîne S	Vitron R1	Vitron
Lang (cm)	0.7±0.05	0.8±0.08	0.7±0.08
Width (cm)	0.3±0.05	0.4±0.05	0.3±0.05
Ps (Kg/hl)	78.6±1.06	78.4±1.09	77±1.04
PMG(g)	48.89±0.35	49.84±0.13	47.72±0.16

Values are means± standard deviation (n=3)

Table 2 shows the different chemical components for the three local durum wheat varieties. The moisture content or grain moisture has values of 15.28%, 14.33% and 14.16% respectively for Chain S, Vitron R1 and Vitron. These values are lower than the maximum value required by Codex STAND 178-1991 (14.5 to 15%), which shows that all varieties are within the standards for moisture percentage.

For the ash content and in comparison with the Algerian norms (1.6 to 2.1 %), we indicate that they are in conformity with the indicated standards. Indeed, the ANOVA test showed that there was no significant difference between the three local durum wheat varieties. The high dry matter content of the tested varieties ensures a very good storage life.

The protein content of the durum wheat grain is the most important criterion for quality assessment, and according to the authors, this content is conditioned on the one hand by the genotype factor and on the other hand by the cultivation conditions (Feillet 2000). In the set of varieties analyzed we observed a significant difference ($P < 0.05$) in the protein value of 15.96% and 15.16%, it is highly significant for Chaîne S and Vitron R1. Both varieties are considered as "good quality" semolina; Vitron is rich in protein with a highly significant value of 14.25%. The protein content of cereal grains is around 10%, with large variations depending on the variety and growing conditions (e.g. the content varies between 9 and 16% in wheat). Protein content is an important quality of wheat and flour. The higher protein content, the more likely it is that the flour will be used to make bread and pastries. The lower the protein content, the more likely it is to be used for biscuits (Saulnier 2012).

According to Cherit (2000), the protein content has a double interest, one nutritional and the other technological, and is considered as a quality index.

Table 2: The chemical parameters of the three local durum wheat varieties.

Parameter	Varieties		
	Chaîne S	Vitron R1	Vitron
Protein (%)	15.96±0.17 ^c	15.16±0.36 ^{bc}	14.25±0.61 ^b
Ash (%)	1.18±0.20 ^{ab}	0.78±0.13 ^a	1.71±0.56 ^{ab}
Fat acidity (g/100g)	0.02±0.01 ^a	0.01±0.01 ^a	0.02±0.0 ^a
Lipides (%)	1.44±0.08 ^a	1.36±0.04 ^a	1.36±0.13 ^a
Dry matter (%)	84.72±3.63 ^a	85.67±0.49 ^a	85.84±0.81 ^a
Water (%)	15.28±0.27 ^a	14.33±0.48 ^a	14.16±0.99 ^a

Values are means± standard deviation (n=3); ^{a,b,c} significant difference ($p < 0.05$)

Fat shows significance ($P < 0.05$) at 1.44%, 1.36% and 1.36% respectively of Chaîne S, Vitron R1 and Vitron. Lipids can be defined as chemical compounds with pronounced hydrophobicity, soluble in non-polar organic solvents and insoluble in water. Wheat grains contain about 1.5-2.5% lipids

(Wieser *et al.*, 2020). This wealth may have a positive effect on the quality of the final product of local varieties.

The results obtained for the different analyses carried out for Chain S, Vitron R1 and Vitron, it can be deduced that they are rich in nutrients and have very important physico-chemical properties. These results can be integrated in the food safety management to ensure the quality of stored wheat and their stored food derivatives.

Acknowledgment

We would like to thank Dr. MAAMAR M. of the Union of Agricultural Cooperative of Mostaganem (UAC) and Dr. HAMADAT K. of the Cooperative of Cereals and Pulses of Adrar (CCP) who provided us samples of the two varieties of wheat studied.

References

1. Abderrazak, F., and Fouad, C. (2020). La filière de production blé face à la mondialisation : Cas de l'Algérie. 10.
2. Chaker, A. (2003). Etude de l'effet des stress thermiques (chaleur et froid) sur quelques paramètres physiologiques et biochimiques du blé dur (*Triticum durum* Desf.). Mémoire. Magistère. Univ. Annaba.
3. Cheriet, G. (2000). Etude de la galette : différents types, recette et mode de préparation Thèse de magister. Option : science alimentaire. INATAA. Université de Constantine, 99 P.
4. Codex Alimentarius 178-1991, Norme codex pour la semoule et la farine de blé dur, CODEX STAN (Rév. 1-1995), Céréales, légumes secs, légumineuses et matières protéiques végétales, 1991, 3 p
5. Djermoun, A. (2009). La production céréalière en Algérie: les principales caractéristiques. Pages, 45(June 2009), 53.
6. Feillet, P. (2000). Le grain de blé, composition et utilisation, ed : INRA, Paris, 303 P.
7. Grant, C. A., Di Fonzo, N., & Pisante, M. (2012). Agronomy of Durum Wheat Production. In Durum Wheat Chemistry and Technology: Second Edition (Second Edi). AACC International, Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-1-891127-65-6.50008-8>
8. Jribi, S., Sahagùn, M., Debbabi, H., & Gomez, M. (2019). Evolution of functional, thermal and pasting properties of sprouted whole durum wheat flour with sprouting time. International Journal of Food Science and Technology, 54(9), 2718–2724. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14192>
9. Kadkol, G. P., & Sissons, M. (2015). Durum Wheat: Overview. In Encyclopedia of Food Grains: Second Edition (2nd ed., Vols. 1–4, Issue May 2019). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394437-5.00024-3>
10. Melki, M., Samaali, S., Mechri, M., & Saidi, W. (2015). Étude qualitative et quantitative de la production du blé dur (*Triticum durum* Desf.) conduit sous différentes modalités de fractionnement de nitrate d'ammonium. 20(6), 810–817.
11. Saulnier, L. (2012). Les grains de céréales : diversité et compositions nutritionnelles. Cahiers de nutrition et diététique, 47, S4-S15.
12. Wieser, H., Koehler, P., & Scherf, K. A. (2020). Chemical composition of wheat grains. In Wheat - An Exceptional Crop. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-821715-3.00002-2>
13. Zouaoui, G. (1993). Etude en F1 et F2 des hybrides issus du croisement de 05 variétés de blé dur : détermination génétique des principaux caractères a intérêt agronomique. Mem. Ing. D'Etat. I.N.R.A El Harrach. Alger. 7p.