



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
المدرسة الوطنية العليا للفلاحة الحراشالجزائر
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE EL-HARRACH –ALGER

Mémoire

En vue de l'obtention de diplôme Master en Agronomie

Département : Zoologie Agricole et Forestière

Spécialité : Zoologie Agricole et Forestière – entomologie

THEME

Contribution à la production artificielle et à l'optimisation
de l'élevage de la mouche soldat noire *Hermetia illucens*
(Diptera : Stratiomyidae)

Présenté par : Hidjeb Amar

Jury :

Président : Mr. BENZAHRA Abdelmadjid

Professeur E.N.S.A.

Promoteur : M. BOUKRAA Slimane

Maitre de Conférences B. E.N.S.A.

Examineurs : M. CHAKALI Ghadab

Professeur E.N.S.A.

M. GUESSOUM Mouhamed

Maitre-Assistant A. E.N.S.A.

Promotion : 2015/2020

Table des matières.

<u>Remerciement</u>	2
<u>Liste des figures</u>	5
<u>Liste des tableaux</u>	7
<u>Table des matières</u>	9
<u>Résumé</u>	13
<u>Introduction</u>	16
<u>Références bibliographiques</u>	19
<u>Chapitre I : Place de la mouche soldat noire (<i>Hermetia illucens</i>) (BSF) et sa contribution dans l'entomophagie animale et la valorisation des déchets agricoles et organiques</u>	24
<u>1. La mouche soldat noire</u>	25
<u>1.1. Morphologie</u>	25
<u>1.2. Biologie</u>	26
<u>1.3. Distribution</u>	28
<u>1.4. Ecologie</u>	29
<u>1.5. Substrats attractifs</u>	30
<u>2. Destination et avantages des produits issus de la BSF</u>	31
<u>3. L'entreprenariat associé à la production à base de la BSF</u>	33
<u>4. Elevage de la BSF</u>	37
<u>5. Les conditions optimales pour l'élevage de la BSF</u>	40
<u>5.1. La température</u>	40
<u>5.2. L'humidité</u>	41
<u>5.3. Le régime alimentaire/alimentation</u>	42
<u>5.4. Les besoins en espace</u>	44
<u>5.5. Les besoins en eau</u>	45
<u>6. Apport nutritif des produits de la BSF</u>	47
<u>6.1. Les larves et la farine</u>	49
<u>6.2. Le fertilisant organique</u>	50
<u>7. L'effet antibactérien diffusé par la BSF</u>	51
<u>8. L'effet de la BSF sur la réduction des effectifs d'insectes vecteurs de pathogène</u>	53
<u>9. La contribution de la BSF à la production du biodiesel</u>	54
<u>10. Contribution de la BSF dans la gestion, le recyclage et la diminution des déchets agricoles et agro-alimentaires</u>	55
<u>11. Le Potentiel de la contribution de la BSF à la sécurité énergétique durable et renouvelable</u>	59

12.	<u>Les conditions d'une domestication artificielle des insectes, le rôle des facteurs génétiques dans cette sélection, et leurs applications sur le modèle de l'élevage de la mouche soldat noire (BSF)</u>	60
13.	<u>Les avantages et inconvénients, ainsi que les connaissances requises sur la technologie de la BSF</u>	63
	Références bibliographiques	66
	Matériel et méthode	80
	A. <u>Matériel biologique</u>	80
1.	<u>La systématique de la mouche soldat noire <i>Hermetia illucens</i>. (Linnaeus, 1758)</u>	80
2.	<u>L'origine de la souche de la mouche soldat noire <i>Hermetia illucens</i> utilisée dans ce dispositif d'élevage</u>	81
	B. <u>Matériel et méthode</u>	82
3.	<u>Laboratoire d'élevage</u>	82
4.	<u>Le matériel d'élevage</u>	83
4.1.	<u>Le dispositif utilisé pour l'élevage des adultes de <i>Hermetia illucens</i></u>	84
4.1.1.	<u>Les cages d'élevage</u>	84
4.1.2.	<u>Les pondoirs</u>	85
4.1.3.	<u>Quelques outils supplémentaires sont à citer</u>	87
4.2.	<u>Le dispositif utilisé pour l'élevage des larves de <i>Hermetia illucens</i></u>	89
4.2.1.	<u>Les bacs d'élevage</u>	89
4.2.2.	<u>Le support d'élevage</u>	91
4.2.3.	<u>Un Chauffage électrique</u>	92
4.3.	<u>Le matériel accessoire</u>	95
4.3.1.	<u>Une balance de précision</u>	95
4.3.2.	<u>Le microscope optique</u>	95
5.	<u>Le protocole d'élevage, son suivi, et son entretien</u>	96
5.1.	<u>Les objectifs du protocole expérimental</u>	96
5.2.	<u>Le déroulement du protocole expérimental</u>	97
5.2.1.	<u>La préparation des cages d'émergence</u>	97
5.2.2.	<u>La maintenance d'une colonie d'adultes émergés</u>	99
5.2.3.	<u>La ponte et son suivi</u>	102
5.2.4.	<u>La mise en place des éclosiers</u>	104
5.2.5.	<u>La mise en place du système d'élevage des larves</u>	105
5.2.6.	<u>La migration des prépupes, leur collecte, et leur pupaison</u>	109
5.2.7.	<u>Destination de la matière organique produite après passage et bioconversion de la mouche soldat noire <i>Hermetia illucens</i></u>	110

<u>6. Les tests réalisés dans le protocole expérimental pour optimiser le cycle de <i>Hermetia illucens</i></u>	111
6.1. <u>Test numéro 1 : La nature de la lumière optimale pour l'élevage des adultes de la mouche soldat noire, et pour le succès de leur accouplement</u>	112
6.2. <u>Test numéro deux : la nature des pondoirs qui assurent le plus grand succès lors de la ponte des œufs par des femelles de la BSF, et leur position dans la cage d'élevage.</u>	114
6.3. <u>Le calcul du poids moyen des prépuces des deux populations de la mouche soldat noire, celle élevée au laboratoire de l'ENSA et celle importée de la faculté de Gembloux.</u>	115
6.4. <u>Test numéro 4 : Le suivi de la ponte des œufs par les femelles de la BSF dans les différentes conditions d'éclairage de la cage d'élevage des adultes.</u>	116
6.5. <u>Test numéro 5 : Le suivi de l'émergence des adultes de la mouche soldat noire dans les différentes conditions d'éclairage de la cage d'élevage.</u>	116
6.6. <u>Test numéro 6 : suivi de l'éclosion des œufs des deux populations de la mouche soldat noire</u>	116
<u>Résultats et discussion</u>	118
7.1. <u>La nature de la lumière optimale pour l'élevage des adultes de la mouche soldat noire, et pour le succès de leur accouplement</u>	118
7.2. <u>La nature des pondoirs qui assurent le plus grand succès lors de la ponte des œufs par des femelles de la BSF, et leur position dans la cage d'élevage.</u>	120
7.3. <u>Le calcul du poids moyen des prépuces des deux populations de la mouche soldat noire, celle élevée au laboratoire de l'ENSA et celle importée de la faculté de Gembloux.</u>	121
7.4. <u>suivi de la ponte des œufs par les femelles de la BSF dans les différentes conditions d'éclairage de la cage d'élevage des adultes.</u>	124
7.5. <u>suivi de l'émergence des adultes de la mouche soldat noire dans les différentes conditions d'éclairage de la cage d'élevage.</u>	127
7.6. <u>suivi de l'éclosion des œufs des deux populations de la mouche soldat noire</u>	128
<u>Références bibliographiques</u>	130
<u>Conclusion et perspectives</u>	132

Résumé

Le marché de l'alimentation animale connaît de grands enjeux primordiaux. Ils sont dus essentiellement à la demande ascendante de ressources végétales, alternant ainsi avec les produits destinés à l'alimentation humaine, un déséquilibre qui inflige progressivement des risques pour la sécurité alimentaire dans le monde. Les déchets organiques sont en outre un autre fléau qui s'impose où leurs accumulations posent un grand défi à l'environnement et à la santé humaine, et qui se traduisent par de grandes pertes économiques s'ils ne sont pas intégrés dans des programmes de recyclage performants. La mouche soldat noire *Hermetia illucens*, de par sa capacité à bioconvertir ces déchets, et de les valoriser, en les transformant en une source alimentaire complète, et de très bonne qualité, se présente comme une solution perspicace pour réduire le taux de génération des déchets organiques, et servir d'aliment alternatif pour le bétail. Sa valeur nutritionnelle lui a permis d'être proposé comme un modèle alimentaire intégrale pour la volaille et les élevages aquacoles. La démarche expérimentale actuelle va dans ce sens, et se focalise sur l'optimisation de l'élevage de la mouche soldat noire à petite et à moyenne échelle, et envisage de travailler sur l'amélioration du rendement des différentes phases du cycle biologique dans des conditions contrôlées. Cette étude montre que l'élevage des adultes est mieux productif quand ces derniers sont exposés à une lumière naturelle où le poids des pontes qui atteint les 2.94g dans une seule cage confirme ces données. Nos résultats révèlent aussi que les pondoirs confectionnés avec un support en carton ondulés sont plus efficaces pour attirer plus de femelle à pondre dans leurs entraves que les pondoirs fabriqués en bois, et cela dans les deux conditions d'éclairage testées. Les résultats montrent aussi que la longévité et la précocité de l'émergence des adultes sont plus importantes quand les cages d'élevage sont mises sous des conditions d'éclairage naturel.

Mots clés : Gestion Des Déchets, Alimentation Animale, Bioconversion, *Hermetia Illucens*, Elevage, BSF.

Abstract

The animal feed market is facing major challenges of the utmost importance. They are mainly due to the rising demand for plant resources, alternating with products intended for human consumption, an imbalance that is gradually inflicting risks on food safety worldwide. Organic waste is another scourge where its accumulation poses a great challenge to the environment and human health, and results in great economic losses if it is not integrated into effective recycling programs. The black soldier fly *Hermetia illucens*, because of its ability to bioconvert these wastes, and to recover them by transforming them into a complete and high-quality food source, presents itself as a perceptive solution to reduce the rate of organic waste generation, and to serve as an alternative feed for livestock. Its nutritional value has allowed it to be proposed as an integral food model for poultry and aquaculture farms. The current experimental approach is along these lines, and focuses on optimizing black soldier fly rearing on a small and medium scale, and plans to work on improving the yield of the different phases of the biological cycle under controlled conditions. This study shows that the rearing of adults is more productive when they are exposed to natural light, where the weight of the eggs laid, which reaches 2.94g in a single cage, confirms these data. Our results also reveal that nests made with corrugated cardboard supports are more effective in attracting more females to lay eggs in their hindrances than nests made of wood, and this under the two lighting conditions tested. The results also show that the longevity and early emergence of adults are greater when the rearing cages are placed under natural lighting conditions.

Keywords: Waste Management, Feed, Bioconversion, *Hermetia Illucens*, Breeding, BSF

ملخص

يواجه سوق الأعلاف الحيوانية تحديات كبيرة ذات أهمية قصوى. ويرجع ذلك بشكل أساسي إلى الطلب المتزايد على الموارد النباتية، بالتناوب مع المنتجات المخصصة للاستهلاك البشري، وهو اختلال يتسبب تدريجيًا في مخاطر على سلامة التغذية في جميع أنحاء العالم. تعتبر النفايات العضوية آفة أخرى حيث تشكل تراكمها تحديًا كبيرًا للبيئة وصحة الإنسان، وينتج عنها خسائر اقتصادية كبيرة إذا لم يتم دمجها في برامج إعادة التدوير الفعالة. دبابه الجندي الأسود *Hermetia illucens*، بسبب قدرته على تحويل هذه النفايات بيولوجيًا، واستعادتها بتحويلها إلى مصدر غذائي كامل وعالي الجودة، يقدم نفسه كحل إدراكي لتقليل معدل توليد النفايات العضوية، ويقدم خدمة كعلف بديل للماشية. وقد سمحت قيمته الغذائية بأن يتم اقتراحه كنموذج غذائي متكامل لمزارع الدواجن وتربية الأحياء المائية. النهج التجريبي الحالي هو على هذا المنوال، ويركز على تحسين تربية دبابه الجندي الأسود على نطاق صغير ومتوسط، ويخطط للعمل على تحسين إنتاجية المراحل المختلفة من دورته البيولوجية في ظل ظروف خاضعة للرقابة. تظهر هذه الدراسة أن تربية البالغين تكون أكثر إنتاجية عندما يتعرضون للضوء الطبيعي، حيث يتم وضع وزن البيض الذي يصل إلى 2.94 جم في قفص واحد. تكشف نتائجنا أيضًا أن الأعشاش المصنوعة من دعامات من الورق المقوى المموج هي أكثر فعالية في جذب المزيد من الإناث لوضع البيض في عوائقهم أكثر من الأعشاش المصنوعة من الخشب، وذلك في ظل ظروف الإضاءة المختبرة. كما أظهرت النتائج أن طول العمر والظهور المبكر للبالغين يكون أكبر عندما يتم وضع أقفاص التربية تحت ظروف الإضاءة الطبيعية.

الكلمات المفتاحية: إدارة النفايات، تغذية الحيوانات، التحويل الحيوي، *Hermetia illucens*، تربية، BSF