

RÉSUMÉ

de la thèse de doctorat intitulée:

CARACTÉRISATION PAR TECHNIQUES MOLÉCULAIRES DE CHAMPIGNONS MYCOTOXINOGENES ISOLÉS DES ALIMENTS POUR ANIMAUX

Doctorand: **Asawir Esamaldeen Ebrahim MOHAMED**

Coordonateur scientifique: **Prof. Univ. Dr. Calina Petruta CORNEA**

MOTS CLÉS: *Mycotoxines, Aliments pour animaux, Contamination, Technique RFLP-PCR, Soudan*

Les aliments pour animaux sont essentiels dans la nutrition des animaux de ferme, mais ils sont souvent affectés par la contamination fongique et la production de mycotoxines, des toxines dangereuses produites par des espèces de champignons comme *Aspergillus*, *Fusarium* et *Penicillium*. Ces champignons peuvent coloniser les aliments pour animaux lors de la récolte, du transport et du stockage, favorisant la production de mycotoxines dans des conditions climatiques défavorables et une humidité élevée.

Les mycotoxines affectent la santé des animaux et des oiseaux, provoquant divers effets indésirables allant de la réduction des performances de croissance à l'immunosuppression et à la mortalité. La consommation d'aliments contaminés peut entraîner la bioaccumulation des mycotoxines dans les produits d'origine animale, représentant un risque significatif pour la santé humaine.

La surveillance et le contrôle de la contamination par les mycotoxines sont cruciaux pour protéger la santé publique et le bien-être des animaux, et sont essentiels dans les initiatives internationales pour la sécurité alimentaire et la santé mondiale. En Afrique, y compris au Soudan, les conditions climatiques et les pratiques agricoles sous-optimales augmentent les risques de contamination par les mycotoxines dans les aliments pour animaux, nécessitant des interventions urgentes pour gérer ces problèmes.

La thèse de doctorat intitulée "Caractérisation par techniques moléculaires de champignons mycotoxino-gènes isolés dans les aliments pour animaux" représente une étude approfondie des champignons contaminant les aliments pour animaux. Le travail se concentre sur l'analyse de quatre types d'échantillons : grains de sorgho, arachides décortiquées, farine d'arachide et son de blé. Le projet implique des processus d'isolement, de purification et de culture de ces champignons en milieu de culture, ainsi que leur caractérisation et identification morphologique et moléculaire. De plus, la thèse propose des expériences et des solutions pour inhiber la croissance de ces champignons en laboratoire, assurant ainsi un matériel biologique plus sain.

La structure de la thèse de doctorat comprend sept chapitres et est divisée en deux sections. La première section comprend une introduction concise du problème étudié et une analyse documentaire de l'état actuel de la recherche dans le domaine thématique. La deuxième section présente les propres recherches menées.

Le Chapitre I se concentre sur les principaux genres et espèces de champignons mycotoxino-gènes et sur les méthodes d'identification de ceux-ci. Ce chapitre présente les caractéristiques des champignons mycotoxino-gènes des genres *Aspergillus* et *Fusarium*, y compris leurs caractéristiques biologiques et écologiques. Il aborde également les caractéristiques moléculaires des champignons des genres *Aspergillus* et *Fusarium*, en mettant l'accent sur les gènes impliqués dans la production de mycotoxines et sur les méthodes modernes d'identification moléculaire. Le chapitre offre un aperçu de la contamination par les champignons mycotoxino-gènes et/ou les mycotoxines en Afrique, et en particulier au Soudan, mettant en évidence les spécificités régionales et l'impact sur la santé publique et la sécurité alimentaire dans cette région.

Le Chapitre II se concentre sur les méthodes de traitement pour réduire les mycotoxines dans les aliments pour animaux, y compris les approches physiques, chimiques et biologiques. Ces méthodes sont essentielles pour améliorer la sécurité alimentaire et les performances des animaux de ferme. En conclusion du travail, l'importance de la poursuite de la recherche et du développement dans ce domaine est soulignée pour optimiser l'efficacité de ces techniques et les adapter aux conditions spécifiques de production.

Dans le Chapitre III, l'isolement, la purification et la culture de champignons contaminants provenant de divers types d'aliments pour animaux au Soudan ont été effectués, notamment du sorgho, des arachides, du son de blé et de la farine d'arachide. L'objectif principal était d'identifier les champignons mycotoxinogènes et les mycotoxines associées. Les méthodes spécifiques d'isolement et d'identification ont permis d'obtenir plusieurs souches fongiques, notamment *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Cladosporium* et *Alternaria*. Une prédominance a été observée dans le genre *Aspergillus*, en particulier dans les échantillons d'arachides. Au total, 32 souches fongiques ont été isolées et identifiées, la majorité étant du genre *Aspergillus* (87,37 %), dont 15 souches de la section *Nigri*, 10 de la section *Flavi* et 2 associées à la section *Nidulans*. Les autres isolats comprenaient *Penicillium* sp. (1 souche), *Fusarium* sp. (2 isolats), *Cladosporium* sp. (1 souche) et *Alternaria* sp. (1 souche). Les résultats ont révélé que la plupart des isolats potentiellement mycotoxinogènes, en particulier ceux des groupes *Aspergillus* *Flavi* et *Nigri*, ont été obtenus à partir d'arachides, à la fois en grains et en farine. L'étude a également mis en évidence l'importance du groupe *Flavi* par des analyses microbiologiques détaillées qui ont confirmé la présence de l'espèce *A. flavus* dans les échantillons analysés. Ces constatations soulignent la nécessité d'une surveillance rigoureuse et de stratégies efficaces pour gérer les risques associés à la contamination par les mycotoxines dans les aliments pour animaux et, par extension, la consommation humaine au Soudan.

Dans le Chapitre IV, l'étude des champignons filamenteux dans les aliments pour animaux a utilisé des méthodes avancées telles que l'extraction de l'ADN, l'amplification avec des amorces spécifiques à l'espèce et l'ITS-RFLP pour l'identification des espèces, y compris *Aspergillus*, *A. flavus* et *A. niger*. Les résultats ont mis en évidence la prédominance de ces espèces et la présence d'autres telles que *Penicillium*, *Fusarium* et *Alternaria* dans les échantillons d'aliments pour animaux. Les évaluations génomiques avec RAPD et SCoT ont révélé une diversité significative chez *Aspergillus*, soulignant leur adaptabilité dans l'environnement alimentaire et contribuant à l'optimisation des techniques d'analyse moléculaire.

Dans le Chapitre V, le potentiel mycotoxinogène des isolats fongiques des aliments pour animaux a été évalué, en mettant l'accent sur *Aspergillus* et *Penicillium*. Les méthodes comprenaient la culture sur des milieux de détection de mycotoxines telles que les aflatoxines, ainsi que l'utilisation de la chromatographie sur couche mince (TLC) et de la PCR pour identifier les gènes impliqués dans leur biosynthèse. Les résultats ont montré que toutes les souches d'*Aspergillus flavus* ont produit des aflatoxines sur divers milieux de culture, la méthode au lait de coco étant efficace pour leur détection. La TLC a identifié l'AFB1, l'AFB2 et l'AFG1 chez plusieurs souches, l'AFB1 étant prédominant chez *A. flavus* D3-2. Pour *Penicillium polonicum* A3-4 et *Aspergillus niger*, la production d'ochratoxine et de patuline a été confirmée par TLC et PCR. Les gènes impliqués dans la biosynthèse des aflatoxines ont été identifiés chez *A. flavus* D3-2, soulignant son potentiel mycotoxinogène. En conclusion, l'étude a montré que les souches d'*Aspergillus flavus* et *Penicillium polonicum* isolées des aliments pour animaux au Soudan présentaient un potentiel mycotoxinogène, avec une production variable d'aflatoxines, d'ochratoxine et de patuline. Les résultats suggèrent la nécessité d'une

surveillance rigoureuse et de stratégies efficaces de contrôle pour minimiser les risques associés à la contamination par les mycotoxines dans les chaînes alimentaires de cette région.

Dans le Chapitre VI, l'utilisation de bactéries lactiques pour réduire la contamination par les mycotoxines dans les aliments pour animaux a été étudiée. L'efficacité de celles-ci dans l'inhibition de la croissance de champignons, y compris du genre *Aspergillus*, responsable de la production d'aflatoxines, a été analysée. Les méthodes expérimentales ont inclus la détection des aflatoxines par chromatographie sur couche mince (TLC). Les résultats ont montré que l'ajout de souches de bactéries lactiques dans les aliments pour animaux a conduit à l'absence d'aflatoxines produites par *Aspergillus flavus* A3-5, contrairement aux aliments

non traités. Cette approche prometteuse peut contribuer à réduire les risques pour la santé animale et la sécurité alimentaire, avec le potentiel de minimiser les pertes économiques associées à la contamination des aliments pour animaux.

Dans le Chapitre VII, Conclusions Générales, l'étude a mis en évidence plusieurs aspects importants qui devraient être inclus dans le résumé :

- L'identification et l'isolement de champignons mycotoxinogènes à partir de diverses matières premières utilisées dans l'alimentation animale au Soudan, y compris le sorgho, les arachides, le son de blé et la farine d'arachide, soulignant la prédominance du genre *Aspergillus* et des espèces des sections *Flavi* et *Nigri*, connues pour leur capacité à produire des aflatoxines.
- L'importance des méthodologies avancées telles que l'ITS-RFLP et le séquençage des nucléotides dans l'identification précise des espèces de champignons mycotoxinogènes, contribuant à une évaluation plus précise des risques de contamination.
- L'efficacité démontrée des bactéries lactiques dans la réduction de la contamination par les aflatoxines dans les aliments pour animaux, suggérant qu'elles peuvent représenter une solution viable et durable dans l'industrie de l'alimentation animale.
- Des recommandations pour la mise en œuvre d'un système de surveillance rigoureuse de la qualité des aliments pour animaux, y compris l'utilisation de souches de bactéries lactiques dans les processus de production et l'éducation des agriculteurs pour minimiser les risques de contamination par les mycotoxines.

Ces aspects soulignent l'impact de la recherche sur le contrôle et la prévention de la contamination par les mycotoxines dans l'alimentation animale, avec des implications significatives pour la santé publique et la sécurité alimentaire. La mise en œuvre de ces recommandations pourrait contribuer à améliorer les pratiques agricoles et les réglementations, réduisant ainsi les risques liés à la consommation d'aliments pour animaux contaminés au Soudan et dans d'autres régions similaires.

Le travail expérimental décrit dans cette thèse a été réalisé au Laboratoire de Biologie Moléculaire de la Faculté de Biotechnologies de l'Université des Sciences Agronomiques et de Médecine Vétérinaire (USAMV) de Bucarest.

La bibliographie de cette thèse doctorale comprend 118 sources spécialisées, tant nationales qu'internationales, comprenant des livres, des articles, des mémoires, des revues, des thèses doctorales et des pages web accréditées.

Les résultats des recherches menées au fil des ans et pendant la période doctorale ont été publiés dans des revues scientifiques spécialisées, indexées dans ISI (Institute for Scientific Information) et BDI (Bibliographic Databases), conformément à la Liste des Publications jointe.