



Evaluation de différents substrats dans la production de blanc-de semis et de carpophores de *Pleurotus populinus* souche locale (KD005) du Mali

Mahamoudou Traoré^{1,2*}, Karim Dagno², Moussa Kanté³, Seydou Diallo¹, Laya Kansaye¹

1. Département Science technique Agricole (STA), Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou, Mali ;

2. Laboratoire de Phytopathologie, Institut d'Economie Rurale (IER), Mali ;

3. Faculté d'Agronomie et de Médecine Animale (FAMA), Université de Ségou (US), Mali

Abstract: Edible wild mushrooms represent a source of local food and monetary income for rural populations. These mushrooms, very rich in micronutrients, grow randomly in small quantities in forests and are threatened with extinction due to climate change. This study aims to promote the cultivation of a local strain from Mali, *Pleurotus populinus*, which is highly valued and profitable, on local by-products. The trial of the cultivation of the local strain was conducted on PDA medium and tested on different substrates. The "seedling spawn" was used to inoculate the fruiting substrates based on rice straw, corn cobs, sawdust, tea grounds and coffee grounds. pasteurized in a 200 liters barrel for 2 hours and 30 minutes. The obtained results showed that the substrates including paddy rice, tea grounds, sorghum and millet were the best invasion substrates for the mother whites production compared to coffee grounds and corn. The highest average of sporophore yields were recorded in rice straw substrates and sawdust with 81,8 g and 39,9 g respectively.

Keywords: edible mushroom; mycelium, stump; seed spawn; fruiting substrate; Mali.

Résumé : Les champignons sauvages comestibles représentent une source d'alimentation locale et de revenus monétaires pour les populations en milieu rural. Ces champignons très riches en micronutriments poussent dans les forêts en faible quantité de façon aléatoire et sont menacés de disparition à cause du changement climatique. Cette étude vise à promouvoir la culture sur des sous-produits locaux d'une souche locale du Mali, *Pleurotus populinus* très appréciée et rentable. L'essai de la culture de la souche locale a été conduit sur milieu PDA (Potato Dextrose Agar) et testées sur différents substrats. Le « blanc de semis » a été utilisé pour ensemercer les substrats de fructification à base de Paille de riz, rafle de maïs, sciure de bois, marc de thé et marc de café pasteurisé dans un baril de 200 litres pendant 2 h 30 mn. Les résultats obtenus ont montré que les substrats constitués de riz paddy, marc de thé, de sorgho et le mil, représentent les meilleurs supports d'envahissement pour la production de blanc-mères par rapport au marc de café et le maïs. Les rendements moyens les plus élevés en sporophores ont été enregistrés avec les substrats à base de paille de riz avec 81,8 g et la sciure de bois avec 39,9 g.

Mots clés : champignon comestible, mycélium, souche, blanc de semis, substrat de fructification, Mali.

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.15776983>

1 Introduction

Les écosystèmes tropicaux regorgent d'énormes ressources naturelles notamment les produits forestiers non ligneux (Pitta et al., 2020). Le plus souvent, ils sont utilisés pendant les périodes de soudure, pour remplacer la viande, le poisson et les légumes. Face au rôle indéniable attribué aux champignons dans la vie des populations locales dans le monde en général et l'Afrique subsaharienne en particulier, plusieurs études scientifiques conduites au cours de ces dernières décennies, ont contribué à la valorisation de ces champignons sauvages comestibles (Yian et al., 2020).

Dans les pays en développement, la production du mycélium est le facteur limitant, car elle requiert un laboratoire stérile performant et des connaissances spécifiques (Makanua et al., 2015a).

En Afrique tropicale, les champignons sauvages comestibles constituent une source d'aliments, de médicaments et de revenus pour les populations rurales (Hama et al., 2019). Ainsi, en dehors de leur valeur marchande, ils sont très recherchés pour leur valeur nutritionnelle et leur saveur inégalable (Hama et al., 2019). En effet, ces espèces contiennent des vitamines, des sels minéraux, des lipides et des protéines et elles pourraient remplacer la viande en milieu rural pour les populations à faibles revenus (Hama et al., 2019).

La cueillette et la consommation de champignons sauvages comestibles, quoique toujours importantes en milieu rural, semblent toutefois diminuer au fil du temps dans la sous-région, confrontée à une urbanisation grandissante et à la disparition de ses habitats naturels (De Kesel et al., 2024). Les pleurotes sont des champignons alimentaires, classés en 3ème position comme champignon le plus cultivé dans le monde après les espèces du genre *Agaricus* et *Lentinula* (Siham, 2020). Ils sont connus pour leurs hautes qualités gustatives, nutritionnelles et médicinales de même que sa culture est plus facile et présente un bon développement dans des conditions rudimentaires (Siham, 2020). Ainsi notre étude constitue une contribution à la mise en culture des souches locales indigènes de champignons comestibles de la collection du Mali par des méthodes simples et moins coûteuses.

2 Matériel et Méthodes

2.1 Matériel

2.1.1 Site de l'étude

Notre étude a été conduite dans la Station de Recherche Agronomique de Sotuba au niveau du laboratoire de phytopathologie. L'expérimentation a été réalisée dans la serre du Centre Régional de Recherche Agronomique (CRRRA) de Sotuba.

2.1.1 Matériel fongique

Le matériel biologique est constitué d'une souche KD005 de *Pleurotus populinus* issue de la Collection Nationale du Mali. Elle appartient au cortège classique des espèces saprophytes, abondantes dans le sous-bois de la forêt de la partie sud du Mali.

2.1.2 Matériel végétal et additifs

Pour la production des blancs de semis les substrats utilisés ont été le sorgho, le mil, le riz paddy, le maïs, le marc de café et marc de thé. Quant aux carpophores la paille de riz, la rafle de maïs, la sciure de bois, le marc de café et le marc de thé ont été utilisés comme substrats.

Les additifs utilisés étaient composés du calcaire, la mélasse et le son de riz.

2.1.3 Matériel de laboratoire

Le matériel de laboratoire utilisé était constitué de : l'autoclave, hotte lumineuse, étuve, boîte à Pétri, bocaux, erlenmeyer, scalpel, PDA, para film, bec bunsen, bague, balance de précision.

2.2 Méthodes

2.2.1 Obtention de la culture pure

La souche *Pleurotus populinus* a été isolée sur le Potato Dextrose Agar (PDA). Il a été préparé en se référant à la dose du fabricant (39 g/l). La préparation a été faite suivant le protocole commun en vigueur au laboratoire de phytopathologie de Sotuba (Dagno et al., 2011). Le mélange a été stérilisé dans l'autoclave à 120°C pendant 20 min. Le milieu est ensuite coulé dans des boîtes de Pétri sous hotte lumineuse qui est un milieu stérile, soit 1 litre pour 50 boîtes de Pétri. Ensuite, un millimètre d'une culture de 3 mois conservée à 5°C a été prélevé puis déposé sur la surface du milieu gélosé et incubé dans l'obscurité pendant une période de 7 à 10 jours.

2.2.2 Production du blanc de semis

2.2.2.1 Stérilisation des substrats pour la production de blanc de semis

La production des blancs de semis à partir des cultures pures isolées sur des grains de céréales apparaît comme la technique la mieux adaptée aux conditions locales (Traoré, 2021). Pour la préparation des blancs de semis nous avons utilisé six traitements à savoir le sorgho, le maïs, le petit mil, le riz paddy, marc de thé et le marc de café. Elle consistait à peser 3 kg de substrats, ensuite trempé dans 3,5 litres d'eau potable pendant 24 heures. Après trempage, nous avons procédé à l'égouttage pendant 12 heures dans l'ombre pour évacuer l'eau contenu. Ensuite, les grains ont été directement amenés à l'autoclave pour la stérilisation à 120° pendant 20 minutes.

2.2.2.2 Inoculation et incubation

Les substrats contenus dans des bocaux de 350 ml soit 100 g par bocal ont été refroidi à la sortie de l'autoclave. Les fragments de mycélium pur sur milieu gélosé ont été ensuite inoculés aux grains de céréales contenu dans les bocaux sous hotte lumineuse puis enfermés avec du papier d'aluminium. Les bocaux ont été ensuite placés sous incubation dans l'obscurité totale à une température de 25°C ± 2 (Dicko, 2018).

2.2.3 Production des carpophores

2.2.3.1 Préparation de substrat de fructification

Le dispositif utilisé a été un bloc randomisé comportant cinq traitements, testés en trois répétitions pour la production des carpophores. Les substrats ont été préparés à partir de paille de riz, rafle de maïs, sciure de bois, marc de thé et marc de café. Ils ont été choisis en fonction de leur disponibilité et de leur qualité lignocellulosique pour la production des carpophores. La paille de riz et la rafle de maïs ont été concassées et découpées en petits morceaux de 1 à 3 cm. Tous ces substrats ont été pesés à 900 g de façon homogène, mélangé avec 9 ml de mélasse et trempés dans l'eau et égouttés pendant 24 heures puis ajouter 18 g de calcaire et 90 g de son de riz. Les substrats ont été ensuite conditionnés dans de sachets en plastiques thermorésistants. Une fois remplis, ces derniers sont pasteurisés à la vapeur dans un baril pendant 2 h 30 min et refroidis pendant 24 heures.

Tableau 1. Composition des substrats

Traitement	Composition des traitements
T1	Rafle de maïs (900 g) + 18 g de calcaire + 9 ml de mélasse + 90 g de son de riz
T2	Paille de riz (900 g) + 18 g de calcaire + 9 ml de mélasse + 90 g de son de riz
T3	Sciure de bois (900 g) + 18 g de calcaire + 9 ml de mélasse + 90 g de son de riz
T4	Marc de café (900 g) + 18 g de calcaire + 9 ml de mélasse + 90 g de son de riz
T5	Marc de thé (900 g) + 18 g de calcaire + 9 ml de mélasse + 90 g de son de riz

2.2.3.2. Lardage des substrats de fructification

Le lardage s'est fait à raison de 9 g de blancs de semis pour 300 g de substrats de fructification. Les sachets sont ensuite fermés à l'aide de bouchons bourre de coton et cordelette élastique à chaque botte (Makanua et al., 2015a). L'incubation a eu lieu dans une armoire dans l'obscurité totale à 25°C ± 2 jusqu'à l'envahissement total du substrat de production par le mycélium pendant 4 semaines (Traoré et al., 2022).

2.2.3.3. Gobetage

Le gobetage consiste à apporter les bottes colonisées dans la champignonnière pendant 8 semaines, des bacs remplis de terreau dans lesquelles nous avons tranché des poquets selon la taille des ballots puis placer les bottes et ensuite les couvrir avec une fine couche de terre tout en maintenant les conditions de lumière, d'humidité et de températures $25^{\circ}\text{C} \pm 2$ (Traoré, 2021).

2.2.3.4. Efficacité biologique (E.B)

Le calcul des rendements d'efficacité biologique de production des carpophores a été effectué grâce à la formule proposée par Makanua et al. (2015) ci-dessous :

Rendement de l'efficacité (%) = $\text{PT}/(\text{PS} \times \text{PL}) \times 100$

D'où PT = Production totale de sporophores (g) ; PS = Masse du substrat (g) ; PL = Masse du lardon (g).

Selon Makanua et al. (2015) le rendement d'efficacité biologique variant entre 15 à 30 %, peuvent être considérés comme très satisfaisants.

2.2.3.5. Traitement et analyse des données

Les données collectées sur la souche *Pleurotus populinus* ont été saisies, vérifiées avec un tableur Excel version 2016. Le même logiciel Excel a servi aussi pour établir les histogrammes. Les résultats obtenus sont soumis à une analyse statistique de la variance à un seul facteur de classification, cette analyse nous a permis de comparer le comportement de la souche sur les différents substrats testés. Lorsque cette analyse montre une différence significative, elle est complétée par le test de Student- Newman-Keuls (SNK) au seuil de 5%. Le test SNK permet de constituer des groupes homogènes de traitement par comparaison de moyennes. Ces analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel Genstat (RELEASE 12.1).

3. Résultats

3.1. Production de blanc de semis

Le temps d'envahissement des mycéliums de la souche sur les substrats à base de sorgho, de mil, de riz paddy, de maïs, de marc de café et de marc de thé est consigné dans les figures ci-dessous. Le temps d'incubation des substrats à 50% de colonisation, l'analyse de la variance a montré une différence hautement significative entre les substrats avec $P < 0,001$ au seuil 5 % avec trois groupes homogènes. Nous avons observé les plus courtes durées d'incubation sur le riz paddy, le marc de thé, le sorgho et le mil respectivement avec 7 ; 7,67 ; 8 ; 8 jours et la plus longue sur le maïs avec 26,67 jours.

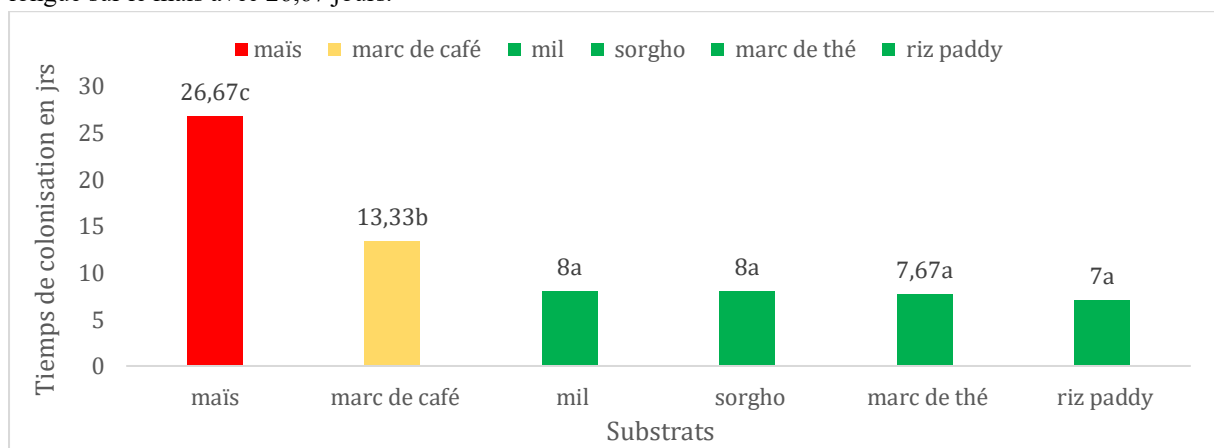


Figure 1. Colonisation à 50% de blanc de semis

Pour le temps d'incubation à 100% des substrats de colonisation, l'analyse de la variance a montré une différence significative entre les substrats avec $P = 0,003$ au seuil 5 % avec deux groupes homogènes. Nous avons observé les temps d'incubation les plus courts sur le marc de thé, riz paddy, sorgho, mil et marc de café respectivement : 9,33 ; 9,67 ; 10,33 ; 15,33 ; 19,33 jours et le plus long sur le maïs avec 30 jours.

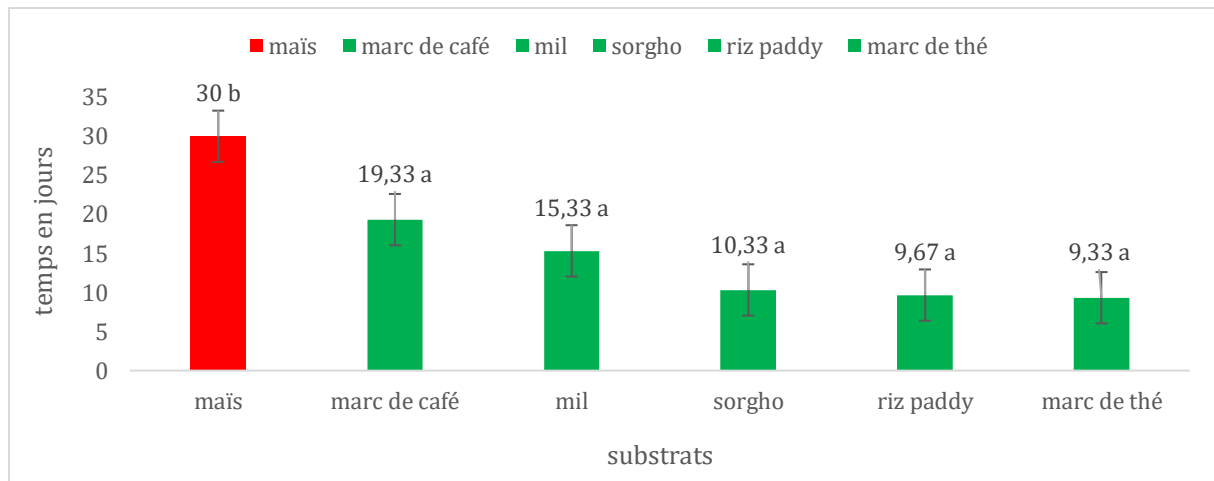


Figure 2. Colonisation à 100% de blanc de semis

3.2. Production des sporophores

3.2.1. Temps d'apparition des carpophores

A l'exception du marc de thé et du marc de café qui n'ont pas pu fructifier parmi les substrats utilisés, la Rafle de maïs, la Paille de riz et la sciure de bois ont tous fructifiés de la souche *Pleurotus populinus*. Les résultats de l'analyse de la variance ont montré une différence significative de leurs apparitions phénologiques avec $P < 0,001$ au seuil 5 %. La paille de riz, rafle de maïs, sciure de bois ont fructifié respectivement au temps de jours suivants : 17 ; 22 ; 39 jours tandis que le marc de thé et le marc de café n'ont pas fructifier jusqu'au-delà d'une observation de 60 jours. Les temps d'apparition des premiers boutons fructifères (en jours), sont représentés dans la figure ci-dessous.

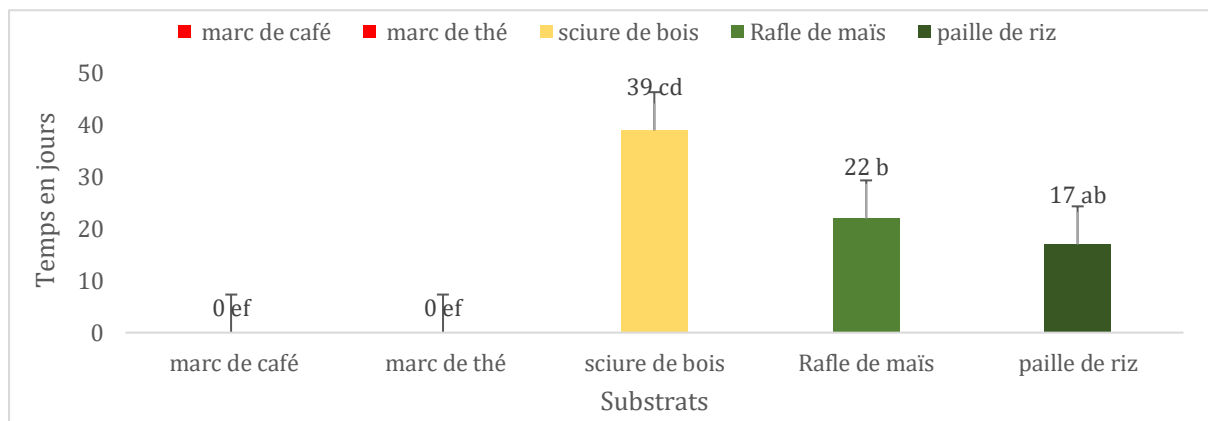


Figure 3. Temps d'apparition des carpophores

3.2.2. Rendement

Les résultats des rendements en carpophores de la souche sur les substrats de production sont consignés dans la figure 4 ci-dessous. De l'analyse de la figure nous constatons que la souche a enregistré une différence significative des rendements moyens en fonction des substrats avec respectivement 81,8 g sur la paille de riz ; 39,9 g sur la sciure de bois et 24,3 g sur la rafle de maïs avec $P = 0,003$ au seuil 5 %. Les résultats de rendement sur les substrats (marc de café et marc de thé) sont nuls.

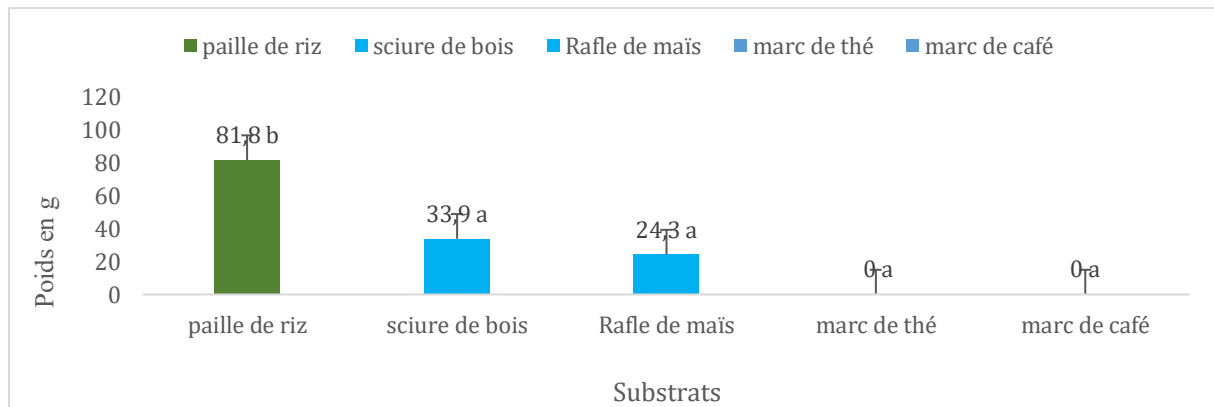


Figure 4. Rendement de la souche sur les substrats végétaux

3.2.3. Efficacité biologique

La souche *Pleurotus populinus* présente une efficacité biologique plus élevée sur la paille de riz avec 26,47%, moyenne sur la sciure de bois 10,97% et faible sur les rafles de maïs 7,86%.

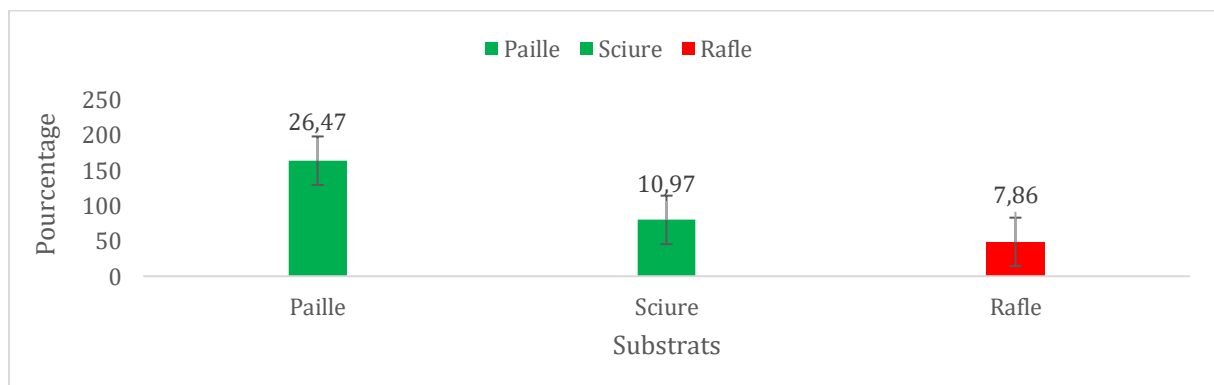


Figure 5. Efficacité biologique de la souche sur les substrats

4. Discussion

Le taux de réussite de blanc de semis de la souche *Pleurotus populinus* testée sur les substrats végétaux est élevé et cette tendance corrobore aux résultats des travaux de Kerfez & Brik (2015) et de Dicko (2018) qui ont démontré une croissance mycélienne plus élevée dans le substrat de sorgho et du mil qu'aux autres céréales (seigle, riz, le blé, et le maïs) de l'*Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* (Dagno et al., 2011). Aussi notre étude a révélé un taux similaire au résultat de Kachulire (2017) qui a montré une colonisation de *Pleurotus florida* sur le substrat à base de sorgho au bout de 4 jours.

Le temps d'apparition des carpophores de la souche *Pleurotus populinus* est variable suivant les substrats, soit une moyenne de 17 jours pour la paille de riz jusqu'à 39 jours pour la sciure de bois. La plus longue durée d'apparition reflète la température et l'humidité relative de la champignonnière mais cette différence peut s'expliquer par le fait que la paille de riz soit plus facilement dégradable en termes de nutriments pour le champignon que la rafle de maïs et la sciure de bois, ce qui corrobore aux travaux de Amrane & Belkacemi (2017) sur l'apparition des premiers primordia qui a eu lieu 3-4 semaines après inoculation.

Par rapport au marc de thé et de café qui n'ont pas fructifiés ; l'hypothèse la plus probable est que ces deux substrats ne contiennent pas les constituants qu'il faut pour la fructification des champignons car ces résultats sont en phase avec ceux de Traoré (2021) et Chaffai et al. (2019) qui ont enregistré des résultats nuls sur le marc de café et marc de thé pour la production des carpophores.

L'analyse du rendement a montré une variabilité en fonction du substrat. Ainsi, la paille de riz est favorable à une bonne production de *Pleurotus populinus*. Nos résultats sont similaires aux travaux de Yian et al. (2020) qui ont

montré que la paille de riz offre un bon rendement en carpophores de *P. oestreatus*. Tandis que Kiyuku & Bigawa (2013) ont également montré un bon rendement de *Pleurotus oestreatus* sur la paille de riz.

Le *P. populinus* a pu fructifier sur la paille de riz avec un rendement d'efficacité biologique de 26,47% que nous pouvons considérer comme excellent suivi respectivement de la sciure et la rafle de maïs avec respectivement 10,97% et 7,86% que nous pouvons considérer comme insuffisant. Ces résultats corroborent aux travaux de Makanua et al. (2015) qui ont affirmé que les rendements en sporophores obtenus à partir de souches locales Kis 1113 Pc de *Pleurotus cystidiosus* avoisinant 15 à 30 %, peuvent être considérés comme très satisfaisants.

5. Conclusion

Les résultats de cette étude montrent que la culture de la souche de champignon sauvage comestible est possible au Mali où les substrats de production sont diversifiés et disponibles suffisamment. La production de champignon sauvage comestible peut se faire sur les différents substrats d'origine végétale avec un meilleur résultat sur la paille de riz. Les fumures organiques obtenus du processus de productions sont utilisables en maraichage.

Ainsi, la technique de production des champignons par gobetage pourrait être adaptée aux conditions des organisations féminines (maraichages) et facilitera non seulement l'adoption de l'innovation mais surtout sa large diffusion pour contribuer à la lutte contre la malnutrition et la pauvreté.

REFERENCE

- [1] B. M. S. Pitta, G. C. Yian, A. Adjessi, et M. S. Tiébré, « Développement de la culture des champignons sauvages comestibles en Côte d'Ivoire : production des semences et tests de croissance des carpophores sur quatre substrats organiques », *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, vol. 13, p. 8-14, 2020.
- [2] G. C. Yian, B. M. S. Pitta, et M. S. Tiébré, « Champignons sauvages comestibles et pharmacopée traditionnelle en zone forestière de la Côte d'Ivoire », *IOSR Journal Of Pharmacy And Biological Sciences (IOSR-JPBS)*, vol. 15, p. 35-45, 2020, doi: 10.9790/3008-1502023545.
- [3] I. D. Makanua, S. D. Mpulusu, J. L. Kasali, et J. Degreef, « Culture de trois espèces fongiques sauvages comestibles du Groupement de Kisantu (RD Congo) sur des substrats ligno-cellulosiques compostés », *Afrique Science : Revue Internationale des Sciences et Technologie*, vol. 11, n° 3, p. 241-261, 2015.
- [4] O. Hama, P. P. Daniëls, M. Baragé, D. Ibrahim, et F. Infanté, « Diversité et connaissances ethnomycologiques des champignons supérieurs utiles au Sudouest du Niger, Afrique de l'Ouest », *Afrique Science*, vol. 15, n° 1, p. 186-200, 2019.
- [5] A. De Kesel, A.-A. Boukary, N. S. Yorou, et J. Degreef, « Champignons comestibles d'Afrique de l'Ouest », 2024, Consulté le : 11 mai 2024. [En ligne]. Disponible sur : https://www.researchgate.net/profile/Andre-Kesel2/publication/379873970_Champignons_comestibles_d'Afrique_de_l'Ouest/links/661fed0c43f8df018d162922/Champignons-comestibles-d'Afrique-de-l'Ouest.pdf
- [6] M. M. Siham, « Effet de la composition du substrat sur la culture des champignons comestibles du genre *Pleurotus* », Mémoire de Master en Sciences Agronomiques, Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers Département d'Agronomie, 2020.
- [7] K. Dagno, R. Lahlali, M. Diourté, et H. Jijakli, « Production and oil-emulsion formulation of *Cadophora malorum* and *Alternaria jacinthicola*, two biocontrol agents against water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) », *African Journal of Microbiology Research*, vol. 5, n° 8, 2011, Consulté le: 3 mars 2025. [En ligne]. Disponible sur: <https://orbi.uliege.be/handle/2268/93448>
- [8] M. Traoré, « Evaluation des sous-produits agricoles dans la production de blanc-mères et de carpophores de 4 espèces de champignons sauvages comestibles du Mali », Mémoire de Master 2, Université Nazi Boni De Bobo Dioulasso (UNB), Burkina Faso, Institut Du Développement Rural (IDR), 2021.
- [9] A. Dicko, « Tests de production des blancs de semis et de carpophores de 3 espèces de champignons comestibles sauvages de la collection du Mali. », Mémoire du diplôme d'Ingenieur, Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou, Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou, 2018.
- [10] M. Traoré, M. Kante, et K. Dagno, « Evaluation du potentiel de production en sporophores de 4 espèces de champignons sauvages comestibles sur des substrats lignicoles au Mali : Production de Champignons comestibles au Mali », *Sciences Naturelles et Appliquées*, vol. 41, n° 1, p. 191-205, 2022.

- [11] I. D. Mekanua, S. D. Mpulusu, J. L. Kasali, et J. Degreef, « Culture de trois espèces fongiques sauvages comestibles du groupement de Kisanu (RD Congo) sur des substrats ligno-cellulosiques compostés », *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, vol. 11, n° 3, p. 241-261, 2015.
- [12] K. Kerfez et O. Brik, « Culture et clonage d'un tissu de champignon de paris », Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master, Université des Frères Mentouri Constantine, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 2015. Consulté le : 14 août 2023. [En ligne]. Disponible sur : [https://www.google.com/search?q=Kerfez\(2015\).+Champignons+sauvages+comestibles&oq=Kerfez\(2015\).+Champignons+sauvages+comestibles&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIHCAEQIRigATIHCAIQIRigAdIBCTIwMTAxajBqN6gCALACAA&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=Kerfez(2015).+Champignons+sauvages+comestibles&oq=Kerfez(2015).+Champignons+sauvages+comestibles&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIHCAEQIRigATIHCAIQIRigAdIBCTIwMTAxajBqN6gCALACAA&sourceid=chrome&ie=UTF-8)
- [13] P. R. Kachulire, « Essai de production et de multiplication du mycélium de *Pleurotus florida* à partir des spores sur différents milieux de culture à base des ingrédients locaux », *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 19, n° 3, p. 576, 2017.
- [14] T. Amrane et T. Belkacemi, « Valorisation de résidus agricoles par la culture d'une souche locale d'un champignon comestible », PhD Thesis, Université Mouloud Mammeri, 2017. Consulté le : 3 mai 2024. [En ligne]. Disponible sur : <https://dspace.ummto.dz/items/680dda65-2a2d-4a8b-9d2d-4926486237a3>
- [15] B. Chaffai, M. Ouchene, et M. Hamitou, « Essai de culture et multiplication de champignon de paris *Agaricus bisporus* et de pleurote *Pleurotus citrinopileatus* à l'échelle de laboratoire », 2019.
- [16] P. Kiyuku et S. Bigawa, « Production de *Pennisetum* sp. et son utilisation pour la culture de *Pleurotus ostreatus* au Burundi », *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*, n° Hors-série 17, 2013, Consulté le : 2 mars 2025. [En ligne]. Disponible sur : <https://journals.openedition.org/vertigo/13948>