



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Évaluation nutritionnelle du champignon *Pleurotus geesteranus* issu de différentes périodes de récolte

N^ozué Kouadio Christian OKA¹, Adam Camille KOUAMÉ^{2*}, Yao Denis N^oDRI¹ et N^oguessan Georges AMANI¹

¹Laboratoire de Biochimie Alimentaire et de Transformation de Produits Tropicaux, UFR Science et Technologies des Aliments, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Abidjan, Côte d'Ivoire.

²Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Direction régionale de Bouaké, 01 BP 633 Bouaké 01, Bouaké, Côte d'Ivoire.

*Auteur correspondant ; E-mail: kadamcamille@gmail.com; camille.kouame@cnra.ci; Tel: +22507765139

RESUME

En culture hors-sol, plusieurs récoltes sont effectuées pour une production commerciale des champignons. Cependant, la qualité nutritionnelle réelle des fructifications après chaque récolte sur le même substrat reste encore méconnue. La présente étude a donc examiné la composition nutritionnelle du champignon *Pleurotus geesteranus* sur trois récoltes. L'analyse nutritionnelle des échantillons a été faite selon les méthodes d'analyses standards. Les teneurs en protéines brutes, cendres totales, fibres brutes, sucres réducteurs et sucres totaux ont diminué significativement de la 1^{ère} récolte à la 3^{ème} récolte. En revanche, les teneurs en calcium, fer, lipide, humidité, vitamine C, glucides totaux et sodium ont augmenté de manière significative. D'autres composés comme les lipides bruts et la vitamine C ont augmenté de la 1^{ère} récolte à 2^{ème} récolte puis ont baissé à la 3^{ème} récolte. Les teneurs en glucides totaux, polysaccharides et sodium ont connu une évolution inverse. L'analyse en composante principale (ACP) des données physicochimiques ont permis de distinguer les champignons récoltés au 1^{er} jour (PG1), au trentième jour (PG2) et au soixantième jour (PG3), tous indépendants les uns des autres. On pourrait ainsi dire que le champignon *Pleurotus geesteranus* conservent tout son potentiel nutritionnel et ce, quel que soit la récolte.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Qualités nutritives ; composition chimique ; champignon *Pleurotus geesteranus* ; récolte périodique

Nutritional assessment of the mushroom *Pleurotus geesteranus* from different harvest periods

ABSTRACT

In soil-less cultivation, several harvests are carried out for the commercial production of mushrooms. However, the actual nutritional quality of the fruiting bodies after each harvest on the same substrate is still unknown. This study therefore examined the nutritional composition of the mushroom *Pleurotus geesteranus* over three harvests. Nutritional analysis of the samples was carried out according to standard analytical methods. The contents of crude protein, total ash, crude fibre, reducing sugars and total sugars decreased significantly from the 1st harvest to the 3rd harvest. On the other hand, the contents of calcium, iron, lipid, moisture, vitamin C,

total carbohydrates and sodium increased significantly. Other compounds such as crude lipids and vitamin C increased from the 1st harvest to the 2nd harvest and then decreased at the 3rd harvest. Total carbohydrates, polysaccharides and sodium levels showed the opposite evolution. Principal Component Analysis (PCA) of the physicochemical data made it possible to distinguish between mushrooms harvested on day 1 (PG1), day 30 (PG2) and day 60 (PG3), all independent of each other. We thus could say that the *Pleurotus geesteranus* mushroom retains its full nutritional potential whatever the harvest.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Nutritional qualities; chemical composition; mushroom *Pleurotus geesteranus*; periodic harvesting

INTRODUCTION

Le *Pleurotus geesteranus* (*P. geesteranus*) est un champignon basidiomycète cultivé à grande échelle pour sa consommation dans bien de pays. Son corps fruitier est fortement apprécié pour ces qualités sensorielles (Zhang et al., 2019a). Au plan nutritionnel, le *P. geesteranus* est reconnue pour être un excellent pourvoyeur en protéines de haute valeur biologique, en fibres alimentaires et en oligo-éléments, mais il est aussi reconnu pour sa faible teneur en matières grasses (Xiao-Yu et al., 2016). Ce champignon pourrait contribuer à enrichir la diète des populations vulnérables issues des zones rurales ou en situation de malnutrition (Li et Shah, 2016). Outre son potentiel nutritionnel, le *P. geesteranus* contient également certains composés bioactifs comme les polysaccharides non amylacés et les flavonoïdes, identifiés pour leurs activités anticancéreuses et antioxydantes (Xiao-Yu et al., 2016). Sur ce sujet, une étude récente révèle que ces champignons ont été considérés comme des aliments fonctionnels (Adebayo et Oloke, 2017). Sur le plan environnemental, c'est un produit qui pourrait permettre de valoriser les déchets d'origine végétale tout comme le *Pleurotus sajor-caju* qui, à la base de la pollution environnementale dans nos sociétés (Mpadi et Bangala, 2019).

La production du *P. geesteranus* peut se faire en culture hors-sol. Cette technique exige l'usage d'un substrat nutritif (carbone, d'azote et de composés inorganiques) et des conditions écologiques adéquates pour une meilleure croissance (Urben, 2004 ; Oei, 2005). Des études indiquent que les substrats utilisés pour la culture des champignons modifient les caractéristiques chimiques et fonctionnelles des fructifications, de même que leurs

propriétés sensorielles (Oyetayo et Ariyo, 2013 ; Zhang et al., 2019a). En effet, les travaux de Zhang et al. (2019a) ont rapporté que la substitution des grains de coton par les coquilles de *Camellia oleifera* pourrait augmenter les teneurs en protéines, en fibres et en acide aminée de *P. geesteranus*. Des résultats similaires ont été également obtenus par Zhang et al. (2019b) lorsque les coquilles de *Carya cathayensis* ont été ajoutées à celles des graines de coton.

En culture hors-sol, le *Pleurotus* extrait les nutriments du substrat (herbes, bois et rebuts agricoles) à travers son mycélium pour obtenir les substances nécessaires à son développement (Urben, 2004 ; Ngezimana et al., 2008). Cela implique une réduction de manière progressive des réserves nutritives du milieu de culture après la récolte des fructifications. Selon la littérature, trois à quatre récoltes sont indiquées pour une production commerciale des champignons (Oei, 2005 ; Intiaj et Rahman, 2008). Les multiples récoltes, nous interpellent sur la qualité nutritionnelle réelle des fructifications du champignon *P. geesteranus* après chaque récolte. Cette qualité reste encore méconnue, d'autant plus que la récolte se fait sur le même substrat. Ainsi, cette étude s'est donnée comme objectif d'évaluer la composition nutritionnelle du champignon *P. geesteranus* de différentes récoltes.

MATERIEL ET METHODES

Site et collecte des échantillons

L'échantillonnage a porté essentiellement sur des champignons de l'espèce *P. geesteranus*. Les champignons ont été collectés dans la champignonnière FESAAP (Femmes Solidaires pour l'Action et

l'Auto-Promotion) située à Dabou en Côte d'Ivoire (5°19'18,9''N 4°23'54,7''W). Après fructification, trois récoltes ont été réalisées, une première récolte au jour 1 (PG1), une deuxième récolte au jour 30 (PG2), c'est à dire trente jours après la première récolte et la troisième récolte au jour 60 (PG3), c'est à dire trente jours après la deuxième récolte. Les récoltes ont été réalisées sur les mêmes substrats de culture. Après chaque récolte, les résidus de stipe ont été enlevés et les champignons ont été acheminés au Laboratoire Biochimie et de Transformation des Produits Tropicaux pour des analyses physicochimiques. Ces analyses ont été réalisées au département des Sciences et Technologies des Aliments de l'Université Nangui Abrogoua (Abidjan-Côte d'Ivoire).

Composition proximale

Les champignons frais ont été séchés à l'étuve (Thitec 250, France) à 105 °C pendant 24 h afin de déterminer la teneur en matières sèches (AOAC, 1990). Pour la détermination de la teneur en cendre, les échantillons séchés ont été incinérés dans un four à 550 °C (AOAC, 1990). Pour les autres analyses biochimiques, les champignons séchés ont été broyés à l'aide d'un mixeur (Bimby mod. 2200, Vorwerk, Wuppertal, Germany). Les teneurs en protéines brutes ont été calculées à partir des teneurs en azote (N×6,25) obtenues en utilisant la méthode Kjeldahl (AOAC, 1990). Les teneurs en matières grasses ont été déterminées par extraction continue dans un appareil Soxhlet pendant 8 h en utilisant l'hexane comme solvant (AOAC, 1990). La méthode décrite par Dubois et al. (1956) a été utilisée pour la l'analyse de la teneur totale en sucre. Les teneurs en sucres réducteurs ont été déterminés selon la méthode de Bernfeld (1955) en utilisant des acides 3,5 dinitrosalicyliques. La teneur en glucides totaux a été déterminée par différence, c'est-à-dire en déduisant les valeurs moyennes des autres paramètres qui ont été déterminés à partir de 100. Par conséquent, % de glucides = 100 - (% d'humidité + % protéines brutes + % de matières grasses brutes + fibres brutes + % de cendres).

Dosage des polysaccharides bruts

La teneur en polysaccharides a été déterminée en utilisant la méthode de Yap et Ng (2001).

Dosage de vitamine C

La vitamine C a été déterminée par la méthode de titrage du 2,6-dichloro phénolindophénol (AOAC, 1995).

Composition minérale

Les minéraux (calcium, le fer et le sodium) ont été dosés à partir des cendres des échantillons de champignons frais selon la méthode décrite par Onwuliri et Anekwe (1992) avec un spectrophotomètre à absorption atomique (Pye-Unicam 969, Cambridge, Royaume-Uni).

Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel XLSTAT (Addinosoft Inc.). Une analyse de variance ANOVA à un facteur, suivie du test de comparaison multiple des moyennes (TUCKEY) avec un niveau significatif $\alpha = 0,05$ ont été effectuées. Les variations observées dans les compositions proximales des échantillons ont été examinées par l'analyse en composantes principales (ACP) afin de déterminer leurs niveaux de relations. Toutes les données ont été rapportées dans les tableaux sont des valeurs moyennes issues de trois déterminations.

RESULTATS

Composition physico-chimique

Les données du Tableau 1 présentent la composition en macronutriments, en minéraux et en vitamine C du champignon *P. geesteranus* récolté respectivement à PG₁, PG₂ et PG₃. Une diminution des teneurs en humidité, en cendre total, en protéine brute, en fibres brutes, en sucres totaux et en sucres réducteurs a été observée de la première de récolte (PG1) à la dernière récolte (PG3). Cependant, les teneurs en calcium et en fer ont augmenté significativement au cours des mêmes périodes. D'autres composés comme les lipides bruts et la vitamine C ont augmenté de PG₁ à PG₂ puis ont baissé à PG₃. Les teneurs

en glucides totaux, en polysaccharides et en sodium ont connu une évolution inverse.

Analyse des composantes principales

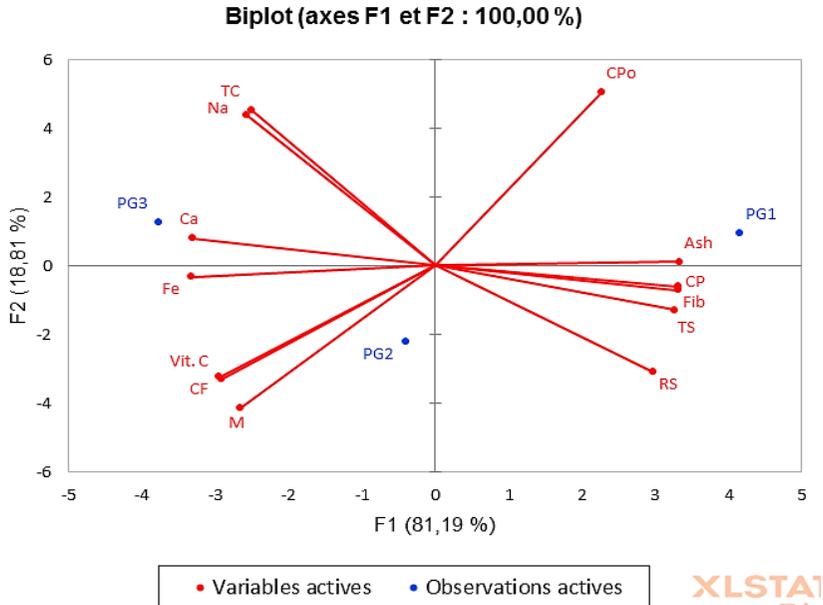
L'analyse des composantes principales a permis d'obtenir deux axes F1 et F2 exprimant respectivement 81,19 et 18,81% de la variance totale des données (Figures 1 et 2). La représentation graphique oppose les récoltes PG₁ (situé à droite) à PG₃ (situé à gauche) qui sont corrélées à l'axe F1. Quant à la récolte PG₂, elle est corrélée négativement à l'axe F2. La distribution des variables montre que les variables cendres totales, protéines brutes, fibres brutes, sucres totaux et sucres réducteurs corrélés positivement à l'axe F1 caractérisent

au mieux la récolte PG₁. La récolte PG₃ est caractérisée par les variables calcium, fer, vitamine C, lipide brute, humidité, sodium et glucides totaux qui ont une corrélation négative avec l'axe F1. Ces observations impliquent qu'au cours des récoltes périodiques, il y'a une diminution progressive des teneurs en cendre total, en protéine brute, en fibres brutes, en sucres totaux, en sucres réducteurs dans le champignon cru. Inversement, les teneurs en calcium, en fer, en vitamine C, en lipide brute, en humidité, en sodium et en glucides totaux augmentent. La corrélation négative de PG₂ à l'axe F2 montre que cette récolte est caractérisée par une quantité en polysaccharide brut positivement corrélée à cet axe.

Tableau 1 : Composition physico-chimique du champignon cru de *P. geesteranus* à différentes périodes de récolte.

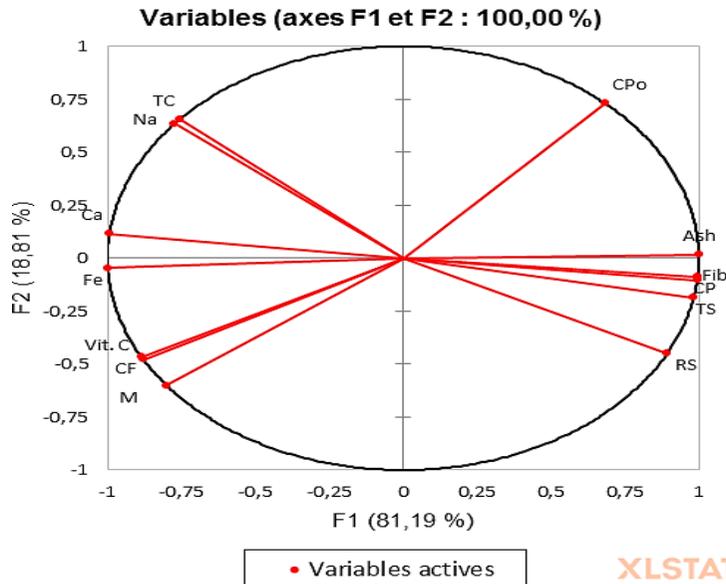
Paramètres	Récoltes périodiques du champignon <i>P. geesteranus</i>		
	PG ₁	PG ₂	PG ₃
Humidité, % mf	90,1 ± 0,0 ^c	90,5 ± 0,0 ^a	90,4 ± 0,0 ^b
Protéine brute,% ms	24,8 ± 0,0 ^a	23,5 ± 0,0 ^b	22,2 ± 0,0 ^c
Lipide brute, % ms	1,2 ± 0,0 ^c	2,1 ± 0,0 ^a	2,0 ± 0,0 ^b
Glucides totaux, % ms	59,1 ± 0,1 ^b	58,9 ± 0,1 ^c	60,9 ± 0,1 ^a
Sucres réducteurs, mg/100 g ms	199,9 ± 0,0 ^a	186,7 ± 0,0 ^b	114,4 ± 0,1 ^c
Sucres totaux, mg/100 g ms	2890,7 ± 0,0 ^a	2615,2 ± 0,0 ^b	2221,5 ± 0,0 ^c
Fibres brutes, % ms	38,3 ± 0,0 ^a	36,0 ± 0,0 ^b	33,6 ± 0,0 ^c
Polysaccharide brute, % ms	43,6 ± 0,1 ^a	37,8 ± 0,1 ^c	39,8 ± 0,0 ^b
Cendres totales, % ms	8,0 ± 0,0 ^a	7,4 ± 0,0 ^b	7,0 ± 0,0 ^c
Calcium, mg/100 g ms	9,8 ± 0,0 ^c	17,9 ± 0,1 ^b	26,8 ± 0,0 ^a
Fer, mg/100 g ms	9,6 ± 0,0 ^c	12,2 ± 0,1 ^b	13,7 ± 0,1 ^a
Sodium, mg/100 g ms	20,5 ± 0,1 ^b	15,4 ± 0,0 ^c	75,9 ± 0,1 ^a
Vitamine C, mg/100 g ms	4,4 ± 0,0 ^b	5,8 ± 0,0 ^a	5,7 ± 0,1 ^a

Les valeurs du tableau sont issues de la moyenne d'une triple analyse de l'échantillon ± l'écart-type. PG₁ : *P. geesteranus* récoltés au premier jour ; PG₂: *P. geesteranus* au trentième jour de la récolte; PG₃: *P. geesteranus* au soixantième jour de la récolte ; (a, b, c) : les valeurs moyennes à l'intérieur d'une même ligne ayant les mêmes lettres en exposant ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%. ms : matière sèche, mf : matière fraîche.



M: Humidité; CP: Protéine brute; TC: Glucides totaux; CF: Lipide brute; Fib: Fibres brute; Ash: Cendres totales ; RS: Sucres réducteurs ; TS: Sucres totaux; CPO: Polysaccharide brute; Ca: Calcium; Fe: Fer; Na: Sodium; Vit C: Vitamine C. PG₁ : *P. geesteranus* récoltés au premier jour ; PG₂: *P. geesteranus* au trentième jour de la récolte ; PG₃: *P. geesteranus* au soixantième jour de la récolte

Figure 1 : Biplot des principaux échantillons (PG₁; PG₂; PG₃) et des nutriments étudiés du champignon cru de *P. geesteranus* à différentes périodes de récoltes sur les axes F1 et F2.



M: Humidité; CP: Protéine brute; TC: Glucides totaux; CF: Lipide brute; Fib: Fibres brute; Ash: Cendres totales ; RS: Sucres réducteurs ; TS: Sucres totaux; CPO: Polysaccharide brute; Ca: Calcium; Fe: Fer; Na: Sodium; Vit C: Vitamine C.

Figure 2 : Cercle de corrélation de la composition chimique des champignons crus de *P. geesteranus* à différentes périodes de récoltes sur les axes F1 et F2.

DISCUSSION

Potentiel nutritionnel du *Pleurotus geesteranus* et contribution thérapeutique

En dépit des différences observées dans la composition physico-chimique, le champignon *P. geesteranus* demeure une bonne source de protéine. Ce champignon pourrait ainsi jouer un rôle majeur dans la fourniture de protéines et ce, d'autant plus qu'elles peuvent être disponible tout le long de l'année par la promotion d'une culture de masse (Dundar et al., 2008). En comparant les teneurs en protéines à celles des espèces de champignons recensés dans le Haut-Sassandra en Côte d'Ivoire (Kouamé et al., 2018) tels que *Volvariella volvacea* (15,73 g/100 g) et *Psathyrella tuberculata* (15,95 g/100 g), des valeurs plus élevées peuvent être observées. Le champignon *P. geesteranus* est aussi caractérisé par sa faible teneur en lipide à toutes les récoltes. De telles teneurs ont été également observées chez les espèces *Volvariella volvacea* (2,27 g/100 g), *Psathyrella tuberculata* (1,78 g/100 g), *Lentinus squarrosulus* (0,92 g/100 g) et *Auricularia polytrich* (4,55 g/100 g) communément consommés dans la région du Gbêkê au Centre de la Côte d'Ivoire (Anno, 2017). L'introduction du champignon *P. geesteranus* dans les habitudes de consommation des populations devrait ainsi contribuer au contrôle du poids et prévenir les risques d'obésité.

Les investigations relatives aux glucides totaux et aux fibres alimentaires montrent que le champignon *P. geesteranus* à différentes récoltes en est une excellente source (Tableau 1). Des teneurs similaires au niveau des glucides totaux ont été observées chez les champignons habituellement consommés dans les régions du Gbêkê, du Bélier et du N'zi, où ils sont admis comme étant d'excellent pourvoyeur d'énergie (Anno, 2017). Les teneurs en glucides totaux sont une preuve que les champignons en général constituent aussi une source d'énergie. Quant aux fibres qui sont reconnus pour leur rôle crucial dans le bon fonctionnement du transit intestinal, ils

constituent une fraction importante du *P. geesteranus*. Sa consommation représente un atout dans une alimentation saine et équilibrée. Kouamé et al. (2014) ont rapporté qu'un régime alimentaire riche en fibres réduit chez les patients diabétiques leur besoin quotidien en insuline et stabilise leur profil glycémique. Ainsi les fibres contenues dans le *P. geesteranus* pourraient être conseillé au diabétique en diminuent le taux d'absorption du glucose et/ou en retardant la vidange gastrique. Elles pourraient aussi contribuer à la prévention du cancer du côlon en se liant aux produits chimiques cancérogènes, les éloignant des cellules qui recouvrent le côlon (Vulcan et al., 2015). Bien que les teneurs en fibres aient tendance à baisser au cours des récoltes, elles demeurent élevées comparativement aux espèces *Psathyrella atroumbonata* (12,6 g/100 g), *Pleurotus tuber-regium* (15,6 g/100 g) du Nigeria (Gbolagade et al., 2006) et à certains champignons du genre *Pleurotus* cultivés au Bangladesh (Alam et al., 2008) tels que *P. ostreatus* (24,34 g/100 g), *P. sajor-caju* (22,87 g/100 g) et *P. florida* (23,29 g/100 g). Fort de cela, l'allégation « riche en fibres » correspondant à une quantité de 6 g/100 g ou de 3 g/100 kcal peut être attribuée aisément (AFSSA, 2002) au champignon *P. geesteranus*. Selon que des variations de teneurs aient été observées d'une récolte à une autre dans cette étude, les grandes quantités de polysaccharides encore appelés « Mushroom glucans » mises en évidence confirment bien le caractère fonctionnel attribué au champignon en général. En effet, les polysaccharides sont reconnus pour leur effet significatif positif sur les maladies non transmissibles en général comme le cancer (Zong et al., 2012) et les maladies métaboliques tels que l'obésité et le diabète de type 2 (Friedman, 2016). Ils contribuent à renforcer le système immunitaire et à retarder les tumeurs (Zong et al., 2012). Les teneurs en polysaccharides du *P. geesteranus* sont dans les mêmes variations (36 - 60 g/100 g) observées par d'autres auteurs tels que Khan et Tania (2012). La présence des minéraux tels que le calcium, le sodium et le fer indique que

le corps fruitier du champignon *P. geesteranus* constitue une excellente source et ce, quel que soit la récolte. Cette fraction importante en minéraux serait due à leur absorption dans le substrat par le mycélium en croissance, qui sont par la suite transloquées vers les sporophores (Bellettini et al., 2016). Une consommation régulière de ces champignons pourrait également améliorer la diète pauvre en micronutriments. Les teneurs en vitamine C n'ont cependant pas varié d'une récolte à une autre. Les teneurs obtenues sont tout de même inférieures aux teneurs du *Pleurotus ostreatus* cultivé sur différents déchets agricoles. À ce sujet, Patil et al. (2010) ont montré des teneurs comprises entre 12,5 et 15,8 mg/100 g. Par ailleurs, les faibles teneurs en acide ascorbique de ce champignon en font une source modérée. Cet aspect nutritionnel est un atout compte tenu de son apport maximal tolérable (AMT) fixé à 400 mg pour les enfants de 1 à 3 ans ; à 650 mg pour les enfants de 4 à 8 ans ; à 1200 mg pour les enfants de 9 à 13 ans ; à 1800 mg pour les adolescents de 14 à 18 ans et à 2000 mg pour les personnes âgées de plus de 18 ans (Institute of Medicine, 2000). En effet l'institut de médecine aux Etats Unis a révélé que la « *Food and Nutrition Board American* » a fixé un AMT pour la vitamine C de sorte à éviter les diarrhées et les troubles du tube digestif chez les adultes (Institute of Medicine, 2000).

Niveaux de relations observées dans la composition proximale des échantillons de *P. geesteranus*

Le champignon *P. geesteranus* est un organisme hétérotrophe et sa nutrition est dépendante de sa capacité à convertir les composés organiques du milieu de culture par voie enzymatique (Oei, 2005 ; Salami et al., 2016). Les modifications chimiques observées au cours de sa récolte pourraient être liées, soit à des paramètres intrinsèques au substrat (composition du milieu, rapport carbone/azote, le pH, humidité, concentration en minéraux, taille des particules et taux d'inoculum), soit à des facteurs externes comme la température du milieu de culture, la composition de l'air,

l'humidité relative et la luminosité de la pièce. Ce sont des paramètres qui peuvent agir séparément ou avoir des effets interactifs entre eux (Bellettini et al., 2016). Ainsi, chaque paramètre influe sur le mode d'acquisition des nutriments du substrat, pouvant induire de *facto* des modifications au niveau du rendement (Ngezimana et al., 2007 ; Ngezimana et al., 2008) ou encore au niveau de la valeur nutritive du champignon comme il a été permis d'observer dans les résultats de la présente étude.

La diminution des teneurs en protéines observées pourrait être due à une baisse progressive de la teneur en azote du milieu de croissance à la suite des récoltes successives. En effet, l'azote intervient dans la synthèse de certains composés biochimiques comme la protéine et les polysaccharides (Abdullah et al., 2015) constituants de la paroi cellulaire de la plupart des champignons. Ces observations impliquent que les champignons issus des premières récoltes (PG₁) pourraient probablement correspondre plus au besoin protéique (Figures 1 et 2). Quant au champignon issu de la troisième récolte (PG₃), il est caractérisé par une énergie calorifique importante, car ce dernier serait également caractérisé par une teneur en lipide plus importante comparativement à PG₁. La consommation du champignon PG₃ serait aussi bénéfique pour les repas pauvres en micronutriments compte tenu de la présence de certains minéraux comme le calcium, le fer et le sodium ainsi que de la vitamine C (Figures 1 et 2).

Conclusion

Le corps fruitier du champignon *P. geesteranus* constitue une bonne source nutritive en protéines. Ce corps est également riche en glucides (fibre diététique), en vitamine C et en minéraux (Fe, Na, Ca) avec certes, une faible teneur en lipide. Les fructifications de ce pleurote peuvent être consommées régulièrement comme complément protéique ou comme source protéique alternative au poisson et à la viande. La forte teneur en fibres

contenant une fraction importante de polysaccharides physiologiques pourrait éventuellement être un nutriment bénéfique pour la santé, en particulier contre certaines maladies métaboliques notamment le diabète. Aussi, force est de reconnaître que le champignon *P. geesteranus* récolté à différentes périodes sur le même substrat conserve son potentiel nutritionnel. Cette étude apporte ainsi, une contribution significative face aux déficits de données sur la qualité nutritionnelle de certains produits forestiers non ligneux, en l'occurrence les champignons comestibles issus de la culture hors-sol.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

NKCO est le principal investigateur de cette recherche. NKCO était responsable de la collecte des échantillons et a contribué aux analyses chimiques. ACK a contribué aux analyses et à la rédaction du manuscrit. NGA a participé à la conception de l'étude. YDN était responsable de la formulation de la question de recherche et a révisé le manuscrit. Tous les auteurs ont lu et approuvé le manuscrit final.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

REMERCIEMENTS

Les auteurs adressent leurs remerciements à l'ONG Femmes Solidaires pour l'Action et l'Auto-Promotion (FESAAP) pour leur collaboration quant à la production des champignons.

REFERENCES

Abdullah N, Lau CC, Ismail SM. 2015. Potential use of *Lentinus squarrosulus* mushroom as fermenting agent and source of natural antioxidant additive in livestock feed. *J. Sci. Food Agric.* 30, **96**(5): 1459-1466. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.7242>.

Adebayo EA, Oloke JK. 2017. Oyster mushroom (*Pleurotus species*); a natural functional food. *J. Microbiol.,*

Biotechnol. Food Sci., **7**(3): 254-264. DOI: 10.15414/jmbfs.2017/18.7.3.254-264

AFSSA. 2002. Les fibres alimentaires : définitions, méthodes de dosage, allégations nutritionnelles. Rapport du comité d'experts spécialisé Nutrition humaine du 24 septembre 2002, 61p. https://www.anses.fr/fr/system/files/NU_T-Ra-Fibres.pdf

Alam N, Amin R, Khan A, Ara I, Shim MJ, Lee MW, Lee TS. 2008. Nutritional Analysis of Cultivated Mushrooms in Bangladesh - *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus sajor-caju*, *Pleurotus florida* and *Calocybe indica*. *Mycobiology*, **36**(4) : 228-232. DOI: 10.4489/MYCO.2008.36.4.228.

Anno HFA. 2017. Quatre champignons saprophytes comestibles du centre de la Côte d'Ivoire: étude socio-alimentaire, caractéristiques chimiques et potentialités antioxydantes. Thèse de Doctorat. Université Nangui Abrogoua, Abidjan-Côte d'Ivoire. 131p.

AOAC 1990. *Official Methods of Analysis*, (15th edn). Association of Official Analytical Chemists : Washington DC.

AOAC 1995. *Official Methods of the Analysis* (16th edn). Association of Official Analytical Chemists : Arlington, VA.

Bellettini MB, Fiorda FA, Maievas HA, Teixeira GL, Ávila S, Hornung PS, Maccari AJ, Ribani RH. 2016. Factors affecting mushroom *Pleurotus* spp. *Saudi J. Biol. Sci.*, 1-14. DOI : <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.12.005>

Bernfeld P. 1955. *Amylase α and β . Methods in Enzymology* I.S. P. Colswick and N.O.K. Ed. Academic Press Inc: New-York; 149-154. DOI : [http://dx.doi.org/10.1016/0076-6879\(55\)01021-5](http://dx.doi.org/10.1016/0076-6879(55)01021-5)

Dubois M, Gilles KA, Hamilton JK, Rebers PA, Smith F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal Chem.*, **28** : 350-356. DOI : <http://dx.doi.org/10.1021/ac60111a017>

- Dundar A, Acay H, Yildiz A. 2008. Yield performances and nutritional contents of three oyster mushroom species cultivated on wheat stalk. *Afr. J. Biotechnol.*, **7**: 3497–3501. DOI: 10.5897/AJB08.594
- Friedman M. 2016. Mushroom Polysaccharides: Chemistry and Antiobesity, Antidiabetes, Anticancer, and Antibiotic Properties in Cells, Rodents, and Humans. *Foods*, **5**(4) : 80. DOI :10.3390/foods5040080
- Gbolagade J, Adetolu A, Ikpebievie O, Donbebe W. 2006. Nutritive Value of Common Wild Edible Mushrooms from Southern Nigeria. *Global J Biotechnol Biochem.*, **1**(1) : 16-21.
- Imtiaj A, Syed Rahman A. 2008. Economic viability of mushrooms cultivation To poverty reduction In Bangladesh. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.*, **8** : 93–99. DOI : <https://www.researchgate.net/publication/237042738>
- Institute of Medicine. 2000. *Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids*. The National Academies Press : Washington, DC.
- Khan MdA, Tania M. 2012. Nutritional and Medicinal Importance of Pleurotus Mushrooms: An Overview. *Food Rev. Int.*, **28**(3): 313-329. DOI: 10.1080/87559129.2011.637267
- Kouamé AC, Kouassi KN, Coulibaly A, N'dri YD, Tiahou G, Amani NG. 2014. Glycemic index and glycemic load of selected staples based on rice, yam and cassava commonly consumed in Côte d'Ivoire. *Food Nutr. Sci*, **5**: 308-315.
- Kouamé KB, Koko AC, Diomandé M, Konaté I, Assidjo NE. 2018. Caractérisation physicochimique de trois espèces de champignons sauvages comestibles couramment rencontrées dans la région du Haut-Sassandra (Côte d'Ivoire). *J. Appl. Biosci.*, **121**: 12110-12120. DOI: 10.4314/jab.v121i1.2
- Li S, Shah NP. 2016. Characterization, antioxidative and bifidogenic effects of polysaccharides from *Pleurotus eryngii* after heat treatments. *Food Chem.* **197**: 240–249. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.10.113.
- Mpadi NC, Bangala D-B M. 2019. Utilisation du champignon Pleurotus sajor-caju pour la dé lignification d'un substrat à base des hampes florales de bananiers (*Musa spp.*) et la production des carpophores comestibles. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(7): 3164-3176. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i7.16>
- Ngezimana W, Mtaita AT, Shoko M, Tagwira M. 2008. Improving biological efficiency of Oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus* Fr. (Polyporaceae), through composting and use of organic supplements. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **2**(1): 72-80.
- Ngezimana W, Mtaita TA, Mtukwa I. 2007. Potential of organic residues in producing Oyster Mushroom, *Pleurotus ostreatus* Fr. (Polyporaceae). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **1**(2): 108-120.
- Oei P. 2005. La culture des champignons à petite échelle. *Agaricus et volvariella*, 31 p.
- Onwuliri VA, Anekwe GE. 1992. Proximate and elemental composition of *Bryophyllum pinnatum* (Lim). *Med Sci Res*, **20**:103–104. DOI : <https://www.cabi.org/ISC/abstract/19940303246>
- Oyetayo VO, Ariyo OO. 2013. Micro and macronutrient properties of *Pleurotus ostreatus* (Jacq:Fries) cultivated on different wood substrates. *Jordan J. Biol. Sci.*, **6**(3): 223–226. DOI: 10.12816/0001537
- Patil SS, Ahmed SA, Telang SM, Baig MMV. 2010. The nutritional value of *Pleurotus ostreatus* (jacq.:fr.) kumm cultivated on different lignocellulosic agrowastes. *Innov. Rom. Food Biotechnol.*, **7**: 66-76. <http://www.bioaliment.ugal.ro/ejournal.htm>
- Salami AO, Bankole FA, Olawole OI. 2016. Effect of different substrates on the Growth and Protein content of oyster

- mushroom (*Pleurotus florida*). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**: 475-485.
- Urban AF. 2004. Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília (in Portuguese)
- Vulcan A, Brändstedt J, Manjer J, Jirstrom K, Ohlsson B, Ericson U. 2015. Fibre intake and incident colorectal cancer depending on fibre source, sex, tumour location and Tumour, Node, Metastasis stage. *Br J Nutr.*, **114**(6): 959-969. DOI: 10.1017/S0007114515002743
- Xiao-Yu Z, Bo Z, Guang X, Xue G. 2016. Research progress on nutrition constituents, bioactivity and storage preservation of *Pleurotus geesteranus*. *J Food Saf Food Qual.*, **7**(6): 2315-2319. DOI : <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20163257182>
- Yap AT, Ng ML. 2001. An Improved Method for the Isolation of Lentinan from the Edible and Medicinal Shiitake Mushroom, *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. (Agaricomycetidae). *Int. J. Med. Mushrooms*, **3**(1): 11. DOI: 10.1615/IntJMedMushr.v3.i1.20
- Zhang JP, Li XB, Ying Y, Yao XH. 2019a. Effects of the *Camellia oleifera* Shell Substrate on the Yield and Nutritional Composition of *Pleurotus geesteranus*. *Agric. Sci.*, **10**: 1298-1311. DOI: <https://doi.org/10.4236/as.2019.1010096>
- Zhang JP, Li XB., Ying Y, Yao XH. 2019b. Effect of *Carya cathayensis* Sarg Shell Substrate on Yield and Nutrient Amount of *Pleurotus geesteranus*. *J Geosci Environ Protect*, **7**: 11-23. DOI: <https://doi.org/10.4236/gep.2019.711002>
- Zong A, Cao H, Wang F. 2012. Anticancer polysaccharides from natural resources: a review of recent research. *Carbohydr Polym.*, **90**: 1395-410. DOI: 10.1016/j.carbpol.2012.07.026.