

Premier article : Scientific evidence of the efficacy of mushrooms in the management of diabetes and hypertension: a systematic review with meta-analyses

Par : L. Agbangla, A. Hegbe, B. G. Hounwanou, O. G. Fadeyi S. Badou, B. Olou, S. Zakari, N. S. Yorou, T. Adoukonou et M. Gomina

Pages (pp.) 01-23.

Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) – Mars 2026 – Volume 36 - *Numéro 02*

Le BRAB est en ligne (on line) sur le site web <https://brab.bj/> de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

ISSN imprimé (print ISSN) : 1025-2355 et ISSN électronique (on line ISSN) : 1840-7099

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin

*DOI : <https://doi.org/10.62344/1z7chn68>



Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

Direction Scientifique (DS) - Service Animation Scientifique (SAS)

01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01 - République du Bénin

Tél. : (+229) 21 30 02 64 ; E-mail : contact@inrab.bj

La rédaction et la publication du bulletin de la recherche agronomique du Bénin (BRAB)
de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

01 B.P. 884 Recette Principale, Cotonou 01 - Tél. : (+229) 21 30 02 64

E-mail: contact@inrab.bj - République du Bénin

Sommaire

	Sommaire	i
N°	Informations générales	ii
	Indications aux auteurs	iii
1	Scientific evidence of the efficacy of mushrooms in the management of diabetes and hypertension: a systematic review with meta-analyses L. Agbangla, A. Hegbe, B. G. Hounwanou, O. G. Fadeyi S. Badou, B. Olou, S. Zakari, N. S. Yorou, T. Adoukonou et M. Gomina *DOI : https://doi.org/10.62344/1z7chn68	01
2	Effect of rice variety and amylose content on the texture and sensory acceptability of the main rice-based foods in Benin M. Daouda, M. Oussou, J. Jasniewski and Y. E. Madodé *DOI : https://doi.org/10.62344/6z9xqy50	24
3	Valorisation du frass de larves de mouche soldat noire (<i>Hermetia illucens</i>) pour la production monospécifique d'une algue phytoplanctonique (<i>Scenedemus quadricauda</i>) d'intérêt aquacole au Bénin S. A. R. Tonoukouen, E. H. D. Kpegouton, D. C. Adjahouinou, T. Godome et D. N. S. Kpogue Gangbazo *DOI : https://doi.org/10.62344/nd2z5707	43
4	Characterization of international reptile trade flows in Benin (West Africa) from 1984 to 2022 B. Sossa, K. V. Taiwo, R. B. Badou, G. N. Kpéra, G. Nobimè, A. E. Assogbadjo and C. A. M. S. Djagoun *DOI : https://doi.org/10.62344/5dbfqt40	51
5	Synthèse bibliographique sur la reproduction ex situ du poisson chat du Mékong <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> (Sauvage, 1878) M. L. Dansi, S. C. B. Pomalegni, S. Kpoussou et S. Ahouansou Montcho *DOI : https://doi.org/10.62344/ba1n7814	64
6	Diversités cultivées dans les sites maraîchers du bassin versant de la rivière des cinq bras en République du Bénin I. Orou Bata, A.-S. Bio Bangana et P. Kassa *DOI : https://doi.org/10.62344/2k28r447	85

7	Stratégies d'accès à l'information technique agricole en production des légumes biologiques au Sud-Bénin J. A. Houeto et F. Okry *DOI : https://doi.org/10.62344/4ethbk26	114
8	Analyse de différents modes de financement agricoles des Agrobusiness Clusters de riz au Bénin A. Chaffa Biyaou, E. Sodjinou, Y. E. Tchigo et J. A. Yabi *DOI : https://doi.org/10.62344/w7edwm19	124
9	Nematicidal activities of <i>Syzygium aromaticum</i> (Myrtaceae), <i>Hyptis suaveolens</i> (Lamiaceae) and <i>Eucalyptus camaldulensis</i> (Myrtaceae) essential oils against <i>Meloidogyne incognita</i> (Tylenchida: Heteroderidae) A. F. A. D. Bossou, A. Manbou, A. Affokpon, H. Adoukonou-Sagbadja et F. Avléssi *DOI : https://doi.org/10.62344/09rhas62	144

ISSN imprimé (print ISSN) : 1025-2355 et ISSN électronique (on line ISSN) : 1840-7099

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin

But et champs de publication : Le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) édité par l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) est un organe de publication créé en mai 1991 pour offrir aux chercheurs béninois et étrangers un cadre pour la diffusion des résultats de leurs travaux de recherche. Il accepte des articles originaux de recherche et de synthèse, des contributions scientifiques, des articles de revue, des notes et fiches techniques, des études de cas, des résumés de thèse, des analyses bibliographiques, des revues de livres et des rapports de conférence relatifs à tous les domaines de l'agronomie et des sciences apparentées, ainsi qu'à toutes les disciplines du développement rural. **Comités d'administration du BRAB :** La publication du Bulletin est assurée par un comité de rédaction et de publication appuyés par un conseil scientifique qui réceptionne les articles soumis en ligne sur la plateforme <https://brab.bj/> et décide de l'opportunité de leur parution. Ce comité de rédaction et de publication est appuyé par des comités de lecture qui sont chargés d'apprécier le contenu technique des articles et de faire des suggestions aux auteurs afin d'assurer un niveau scientifique adéquat aux articles. La composition du comité de lecture dépend du sujet abordé par l'article proposé. Rédigés en français ou en anglais, les articles doivent être assez informatifs avec un résumé présenté dans les deux langues, dans un style clair et concis. Une note d'indications aux auteurs est disponible dans chaque numéro et peut être consultée et téléchargée sur la plateforme du BRAB. **Fréquence de parution des numéros de chaque volume :** Le BRAB publie par an quatre (04) numéros à raison d'un numéro par trimestre et aussi des numéros spéciaux. Le thesaurus « Agrovoc » est utilisé pour caractériser les articles parus dans le BRAB. **Frais de publication :** Pour les auteurs, une contribution de cinquante mille (50.000) Francs CFA, tout frais compris, est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'article publié est disponible en accès libre sur la plateforme avec notification à l'auteur correspondant. **Politique d'accès :** Les articles publiés par le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin sont en libre accès. Ils sont gratuits pour tout le monde, immédiatement téléchargeables dès la publication et distribués sous la licence CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>). **Propriété intellectuelle :** La propriété des droits d'auteurs sur le contenu des articles demeure à leurs auteurs. Ils sont libres de partager -copier et redistribuer le matériel sur n'importe quel support ou format.

Comité de Rédaction et de Publication du Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin - 01 BP 884 Recette Principale - Cotonou 01 – Tél. : (+229) 21 30 02 64 - E-mail: contact@inrab.bj – République du Bénin

Éditeur : Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

Comité de Rédaction et de Publication : -i- **Directeur de rédaction et de publication :** Directeur Général de l'INRAB ; -ii- **Rédacteur en chef :** Directeur Scientifique de l'INRAB ; -iii- **Secrétaire documentaliste :** Documentaliste archiviste de l'INRAB ; -iv- **Maquettiste :** Analyste programmeur de l'INRAB ; -v- **Opérateur de mise en ligne :** Dr Ir Sétchémè Charles Bertrand POMALEGNI, Maître de recherche ; -vi- **Membres :** Dr Ir Guy A. MENSAH, Directeur de Recherche, Dr Ir Nestor René AHOYO ADJOVI, Directeur de Recherche, Dr Ir Angelo C. DJIHINTO, Directeur de Recherche et Dr Ir Rachidatou SIKIROU, Directrice de Recherche.

Conseil Scientifique : Membres du Conseil Scientifique de l'INRAB, Pr Dr Ir Brice A. SINSIN (Écologie, Foresterie, Faune, PFNL, Bénin), Pr Dr Michel BOKO (Géographie, Climatologie, Environnement, Bénin), Pr Dr Ir Joseph D. HOUNHOUIGAN (Sciences et biotechnologies alimentaires, Bénin), Pr Dr Ir Abdourahamane BALLA (Sciences et biotechnologies alimentaires, Niger), Pr Dr Ir Koffi Daniel KOBIA (Biologie végétale appliquée et arômes naturelles, Togo), Pr Dr Ir Kakaï Romain GLELE (Biométrie et Statistiques, Bénin), Pr Dr Ir Agathe FANTODJI (Biologie de la reproduction, Elevage des espèces gibier et non gibier, Côte d'Ivoire), Pr Dr Ir Jean T. C. CODJIA (Zootechnie, Zoologie, Faune, Bénin), Pr Dr Ir Mauricette OUALI N'GORAN (Entomologie, Côte d'Ivoire), Pr Dr Ir Euloge K. AGBOSSOU (Hydrologie, Bénin), Pr Dr Sylvie M. HOUNZANGBE-ADOTE (Parasitologie, Physiologie, Bénin), Pr Dr Ir Jean C. GANGLO (Agro-Foresterie), Dr Ir Guy A. MENSAH (Zootechnie, Faune, Elevage des espèces gibier et non gibier, Bénin), Pr Dr Moussa BARAGÉ (Biotechnologies végétales, Niger), Pr Dr Jeanne ZOUNDJIHEKPON (Génétique, Bénin), Pr Dr Ir Gauthier BIAOU (Économie, Bénin), Pr Dr Ir Roch MONGBO (Sociologie, Anthropologie, Bénin), Dr Ir Gualbert GBEHOUNOU (Malherbologie, Protection des végétaux, Bénin), Dr Ir Gustave Dieudonné DAGBENONBAKIN (Sciences du sol, Bénin), Dr DMV. Delphin O. KOUDANDE (Génétique, Sélection et Santé Animale, Bénin), Dr Ir Aimé H. BOKONON-GANTA (Agronomie, Entomologie, Bénin), Pr Dr Ir Rigobert C. TOSSOU (Sociologie, Bénin), Dr Ir Anne FLOQUET (Économie, Bénin), Dr Ir André KATARY (Entomologie, Bénin), Dr Ir Hessou Anastase AZONTONDE (Sciences du sol, Bénin), Dr Ir Paul HOUSSOU (Technologies agro-alimentaires, Bénin), Dr Ir Adolphe ADJANOHOOUN (Agro-foresterie, Bénin), Dr Ir Françoise ASSOGBA-KOMLAN (Maraîchage, Sciences du sol, Bénin), Pr Dr Ir André B. BOYA (Pastoralisme, Agrostologie, Association Agriculture-Elevage), Dr Ousmane COULIBALY (Agro-économie, Mali), Pr Dr Ir Luc O. SINTONDJI (Hydrologie, Génie Rural, Bénin), Dr Ir Vincent J. MAMA (Foresterie, SIG, Bénin), Dr Clément C. GNIMADI (Géographie).

Comité de lecture : Les évaluateurs (referees) sont des scientifiques choisis selon leurs domaines et spécialités.

Indications aux auteurs

Types de contributions et aspects généraux

Le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) accepte des articles scientifiques, des articles de synthèse, des résumés de thèse de doctorat, des analyses bibliographiques, des notes et des fiches techniques, des revues de livres, des actes de conférences, d'ateliers et de séminaires, des articles originaux de recherche et de synthèse, puis des études de cas sur des aspects agronomiques et des sciences apparentées produits par des scientifiques béninois ou étrangers. La responsabilité du contenu des articles incombe entièrement à l'auteur et aux co-auteurs. Le BRAB publie par an -i- quatre (04) numéros à raison d'un numéro par trimestre, et -ii- aussi des numéros spéciaux mis en ligne sur le site web : <https://brab.bj/>. Pour les auteurs, une contribution de cinquante mille (50.000) Francs CFA, tout frais compris, est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'article publié est disponible en accès libre sur la plateforme avec notification à l'auteur correspondant.

Soumission de manuscrits

Les manuscrits doivent être soumis en ligne sur la plateforme <https://brab.bj/> accompagnés d'une lettre de soumission au comité de rédaction et de publication du BRAB. Dans la lettre de soumission les auteurs doivent proposer l'auteur de correspondance ainsi que les noms et adresses (y compris les e-mails) de trois (03) experts de leur discipline ou domaine scientifique pour l'évaluation du manuscrit. Certes, le choix des évaluateurs revient au comité éditorial du Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin. Les manuscrits doivent être écrits en français ou en anglais, tapé/saisi sous Winword ou Word ou Word docx avec la police Arial taille 10 en interligne simple sur du papier A4 (21,0 cm x 29,7 cm). L'auteur doit fournir des fichiers électroniques des illustrations (tableaux, figures et photos) en dehors du texte. Les figures doivent être réalisées avec un logiciel pour les graphiques. Les données ayant servi à élaborer les figures seront également fournies. Les photos doivent être suffisamment contrastées. Les articles sont soumis par le comité de rédaction à des évaluateurs, spécialistes du domaine. L'auteur reçoit automatiquement un accusé de réception.

Processus d'évaluation

Dès la réception du manuscrit, le secrétariat scientifique de la revue vérifie la conformité aux indications aux auteurs puis envoie un courriel à l'auteur correspondant où il lui est mentionné la suite réservée à son manuscrit. Ensuite, est déclenché le processus de l'évaluation aveugle par l'envoi aux trois (03) évaluateurs retenus par le secrétariat scientifique. Au cours de la troisième semaine, l'auteur reçoit la décision de rejet ou d'acceptation de son manuscrit sous réserve de la prise en compte des observations faites par les évaluateurs. Les auteurs ont deux (02) semaines pour retourner la nouvelle version de leur manuscrit accompagnées d'une deuxième lettre de soumission comportant un tableau synoptique dans lequel ils justifient la prise en compte ou non des observations critiques constructives des évaluateurs dudit manuscrit. Toutefois, les manuscrits ayant reçu des observations majeures sont retournés aux évaluateurs pour la vérification des observations apportées. Au bout de deux (02) semaines, ils reçoivent le proof de leur article pour une relecture en 72 heures et procède au règlement des frais de publication avant la parution de l'article sur la plateforme.

Sanction du plagiat et de l'autoplégat dans tout article soumis au BRAB pour publication

De nombreuses définitions sont données au plagiat selon les diverses sources de documentations telles que « -i- Acte de faire passer pour siens les textes ou les idées d'autrui. -ii- Consiste à copier les autres en reprenant les idées ou les résultats d'un autre chercheur sans le citer et à les publier en son nom propre. -iii- Copie frauduleuse d'une œuvre existante en partie ou dans sa totalité afin de se l'approprier sans accord préalable de l'auteur. -iv- Vol de la création originale. -v- Violation de la propriété intellectuelle d'autrui. » (<https://integrite.umontreal.ca/reglements/definitions-generales/>). Le Plagiat et l'Autoplégat sont à bannir dans les écrits scientifiques. Par conséquent, tout manuscrit soumis pour sa publication dans le BRAB doit être préalablement soumis à une analyse de plagiat, en s'appuyant sur quelques plateformes de détection de plagiat. Le **plagiat constaté dans tout article sera sanctionné par un retour du manuscrit accompagné du rapport de vérification du plagiat par un logiciel antiplégat** à l'auteur de correspondance pour sa correction avec **un taux de tolérance de plagiat ou de similitude inférieur ou égal à sept pour cent (07%)**.

Respect de certaines normes d'édition et règles de présentation et d'écriture

Pour qu'un manuscrit soit accepté par le comité de rédaction, il doit respecter certaines normes d'édition et règles de présentation et d'écriture. Ne pas oublier que les trois (3) **qualités fondamentales d'un article scientifique** sont la **précision** (supprimer les adjectifs et adverbes creux), la **clarté** (phrases courtes, mots simples, répétition des mots à éviter, phrases actives, ordre logique) et la **brièveté** (supprimer les expressions creuses). **Le temps des verbes doit être respecté**. En effet, tout ce qui est expérimental et non vérifié est rédigé au passé (passé composé et imparfait) de l'indicatif, notamment les parties *Méthodologie* (*Matériels et méthodes*) et *Résultats*. Tandis que tout ce qui est admis donc vérifié est rédigé au présent de l'indicatif, notamment les parties *Introduction*, avec la citation de résultats vérifiés, *Discussion* et *Conclusion*. Toutefois, en cas de doute, rédigez au passé. Pour en savoir plus sur la méthodologie de rédaction d'un article, prière consulter le document suivant : **Assogbadjo A. E., Aïhou K., Youssao A. K. I., Fovet-Rabot C., Mensah G. A., 2011. L'écriture scientifique au Bénin. Guide contextualisé de formation. Cotonou, INRAB, 60 p. ISBN : 978-99919-857-9-4 – INRAB 2011. Dépôt légal n° 5372 du 26 septembre 2011, 3^{ème} trimestre 2011. Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin.**

Titre

Dans le titre se retrouve l'information principale de l'article et l'objet principal de la recherche. Le titre doit contenir 6 à 10 mots (22 mots au maximum) en position forte, décrivant le contenu de l'article, assez informatifs, descriptifs, précis et concis. Un bon titre doit donner le meilleur aperçu possible de l'article en un minimum de mots. Il comporte les mots de l'index *Medicus*. Le titre est un message-réponse aux 5 W [what (quoi ?), who (qui ?), why (pourquoi ?), when (quand ?), where (où ?)] & 1 H [how (comment ?)]. Il est recommandé d'utiliser des sous-titres courts et expressifs pour subdiviser les sections longues du texte mais écrits en minuscules, sauf la première lettre et non soulignés. Toutefois, il faut éviter de multiplier les sous-titres. Le titre doit être traduit dans la seconde langue donc écrit dans les deux langues français et anglais.

Auteur et Co-auteurs

Les initiales des prénoms en majuscules séparées par des points et le nom avec 1^{ère} lettre écrite en majuscule de tous les auteurs (auteur & co-auteurs), sont écrits sous le titre de l'article. Immédiatement, suivent les titres académiques (Pr., Dr, MSc., MPhil. et/ou Ir.), les prénoms écrits en minuscules et le nom écrit en majuscule, puis les adresses complètes (structure, BP, e-mail, Tél. et pays) de tous les auteurs. Il ne faut retenir que les noms des membres de l'équipe ayant effectivement participé au programme de recherche et à la rédaction de l'article.

Résumé

Un bref résumé dans la langue de l'article est précédé d'un résumé détaillé dans la seconde langue (français ou anglais selon le cas) et le titre sera traduit dans cette seconde langue. Le résumé est une compression en volume plus réduit de l'ensemble des idées développées dans un document, etc. Il contient l'essentiel en un seul paragraphe de 200 à 350 mots. Le résumé contient une **Introduction** (contexte, Objectif, etc.) rédigée avec 20% des mots, la **Méthodologie** (type d'étude, échantillonnage, variables et outils statistiques) rédigée avec 20% des mots, les **Résultats obtenus et leur courte discussion** (résultats importants et nouveaux pour la science), rédigée avec 50% des mots et une **Conclusion** (implications de l'étude en termes de généralisation et de perspectives de recherches) rédigée avec 10% des mots.

Mots-clés

Les 3 à 5 mots et/ou groupes de mots clés les plus descriptifs de l'article suivent chaque résumé et comportent le pays (la région), la problématique ou l'espèce étudiée, la discipline ou le domaine spécifique, la méthodologie, les résultats et les perspectives de recherche. Il est conseillé de choisir d'autres mots/groupes de mots autres que ceux contenus dans le titre.

Texte

Le texte doit être rédigé dans un langage simple et compréhensible. L'article est structuré selon la discipline scientifique et la thématique en utilisant l'un des plans suivants avec les Remerciements (si nécessaire) et Références bibliographiques : *IMReD* (Introduction, Matériel et Méthodes, Résultats, Discussion/Résultats et Discussion, Conclusion) ; *ILPIA* (Introduction, Littérature, Problème, Implication, Avenir) ; *OPERA* (Observation, Problème, Expérimentation, Résultats, Action) ; *SOSRA* (Situation, Observation, Sentiments, opinion, Réflexion, Action) ; *ESPRIT/SPRIT* [Entrée en matière (introduction), Situation du problème, Problème précis, Résolution, Information appliquée ou détaillée,

Terminaison (conclusion)] ; *APPROACH* (Annonce, Problématique (permutable avec Présentation), Présentation, Réactions, Opinions, Actions, Conclusions, Horizons) ; etc.

Introduction

L'introduction c'est pour persuader le lecteur de l'importance du thème et de la justification des objectifs de recherche. Elle motive et justifie la recherche en apportant le background nécessaire, en expliquant la rationalité de l'étude et en exposant clairement l'objectif et les approches. Elle fait le point des recherches antérieures sur le sujet avec des citations et références pertinentes. Elle pose clairement la problématique avec des citations scientifiques les plus récentes et les plus pertinentes, l'hypothèse de travail, l'approche générale suivie, le principe méthodologique choisi. L'introduction annonce le(s) objectif(s) du travail ou les principaux résultats. Elle doit avoir la forme d'un entonnoir (du général au spécifique).

Matériels et méthodes

Il faut présenter si possible selon la discipline le **milieu d'étude** ou **cadre de l'étude** et indiquer le lien entre le milieu physique et le thème. **La méthodologie d'étude** permet de baliser la discussion sur les résultats en renseignant sur la validité des réponses apportées par l'étude aux questions formulées en introduction. Il faut énoncer les méthodes sans grands détails et faire un extrait des principales utilisées. L'importance est de décrire les protocoles expérimentaux et le matériel utilisé, et de préciser la taille de l'échantillon, le dispositif expérimental, les logiciels utilisés et les analyses statistiques effectuées. Il faut donner toutes les informations permettant d'évaluer, voire de répéter l'essai, les calculs et les observations. Pour le matériel, seront indiquées toutes les caractéristiques scientifiques comme le genre, l'espèce, la variété, la classe des sols, etc., ainsi que la provenance, les quantités, le mode de préparation, etc. Pour les méthodes, on indiquera le nom des dispositifs expérimentaux et des analyses statistiques si elles sont bien connues. Les techniques peu répandues ou nouvelles doivent être décrites ou bien on en précisera les références bibliographiques. Toute modification par rapport aux protocoles courants sera naturellement indiquée.

Résultats

Le texte, les tableaux et les figures doivent être complémentaires et non répétitifs. Les tableaux présenteront un ensemble de valeurs numériques, les figures illustrent une tendance et le texte met en évidence les données les plus significatives, les valeurs optimales, moyennes ou négatives, les corrélations, etc. On fera mention, si nécessaire, des sources d'erreur. La règle fondamentale ou règle cardinale du témoignage scientifique suivie dans la présentation des résultats est de donner tous les faits se rapportant à la question de recherche concordant ou non avec le point de vue du scientifique et d'indiquer les relations imprévues pouvant faire de l'article un sujet plus original que l'hypothèse initiale. Il ne faut jamais entremêler des descriptions méthodologiques ou des interprétations avec les résultats. Il faut indiquer toujours le niveau de signification statistique de tout résultat. Tous les aspects de l'interprétation doivent être présents. Pour l'interprétation des résultats il faut tirer les conclusions propres après l'analyse des résultats. Les résultats négatifs sont aussi intéressants en recherche que les résultats positifs. Il faut confirmer ou infirmer ici les hypothèses de recherches.

Discussion

C'est l'établissement d'un pont entre l'interprétation des résultats et les travaux antérieurs. C'est la recherche de biais. C'est l'intégration des nouvelles connaissances tant théoriques que pratiques dans le domaine étudié et la différence de celles déjà existantes. Il faut éviter le piège de mettre trop en évidence les travaux antérieurs par rapport aux résultats propres. Les résultats obtenus doivent être interprétés en fonction des éléments indiqués en introduction (hypothèses posées, résultats des recherches antérieures, objectifs). Il faut discuter ses propres résultats et les comparer à des résultats de la littérature scientifique. En d'autres termes c'est de faire les relations avec les travaux antérieurs. Il est nécessaire de dégager les implications théoriques et pratiques, puis d'identifier les besoins futurs de recherche. Au besoin, résultats et discussion peuvent aller de pair.

Résultats et Discussion

En optant pour **résultats et discussions** alors les deux vont de pair au fur et à mesure. Ainsi, il faut la discussion après la présentation et l'interprétation de chaque résultat. Tous les aspects de l'interprétation, du commentaire et de la discussion des résultats doivent être présents. Avec l'expérience, on y parvient assez aisément.

Conclusion

Il faut une bonne et concise conclusion étendant les implications de l'étude et/ou les suggestions. Une conclusion fait ressortir de manière précise et succincte les faits saillants et les principaux résultats de l'article sans citation bibliographique. La conclusion fait la synthèse de l'interprétation scientifique et de l'apport original dans le champ scientifique concerné. Elle fait l'état des limites et des faiblesses de l'étude (et non celles de l'instrumentation mentionnées dans la section de méthodologie). Elle suggère d'autres avenues et études permettant d'étendre les résultats ou d'avoir des applications intéressantes ou d'obtenir de meilleurs résultats.

Remerciements

Il s'agit de remercier ceux qui ont financé l'étude, collecté les données sur le terrain et facilité la bonne conduite des travaux de recherche ainsi que d'éventuels lecteurs critiques du manuscrit.

Conflits d'intérêt

Un des aspects cruciaux de l'éthique de la recherche qui nécessite la divulgation transparente des conflits d'intérêt, permet de maintenir l'intégrité de la recherche scientifique et assure la crédibilité des conclusions publiées. Par conséquent, il est plus qu'essentiel pour tout chercheur de divulguer honnêtement toute situation pouvant être perçue comme un conflit d'intérêt afin de préserver la rigueur scientifique et la confiance du public. Par exemple, il s'agit de mentionner si éventuellement le travail a des situations conflictuelles avec d'autres en cours et connues des auteurs.

Contribution des auteurs

Dans cette rubrique est renseignée la contribution substantielle de chaque auteur dans le processus d'élaboration de l'article. Il s'agit de la part de travail de chacun des auteurs depuis la conception du travail, la mobilisation des ressources, la collecte et l'analyse des données, la rédaction du manuscrit, etc.

Références bibliographiques

La norme Harvard et la norme Vancouver sont les deux normes internationales qui existent et régulièrement mises à jour. Il ne faut pas mélanger les normes de présentation des références bibliographiques. En ce qui concerne le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB), c'est la norme Harvard qui a été choisie. Les auteurs sont responsables de l'orthographe des noms cités dans les références bibliographiques. Dans le texte, les publications doivent être citées de la manière suivante : Sinsin (2020) ou Sinsin et Assogbadjo (2020) ou Sinsin *et al.* (2007). Sachez que « *et al.* » est mis pour *et alteri* qui signifie et autres. Il faut s'assurer que les références mentionnées dans le texte sont toutes reportées par ordre alphabétique dans la liste des références bibliographiques. Somme toute dans le BRAB, selon les ouvrages ou publications, les références sont présentées dans la liste des références bibliographiques de la manière suivante :

Pour les revues scientifiques :

- ✓ **Pour un seul auteur** : Yakubu, A., 2013: Characterisation of the local Muscovy duck in Nigeria and its potential for egg and meat production. *World's Poultry Science Journal*, 69(4): 931-938. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0043933913000937>
- ✓ **Pour deux auteurs** : Tomasz, K., Juliusz, M. K., 2004: Comparison of physical and qualitative traits of meat of two Polish conservative flocks of ducks. *Arch. Tierz., Dummerstorf*, 47(4): 367-375.
- ✓ **A partir de trois auteurs** : Vissoh, P. V., R. C. Tossou, H. Dedehouanou, H. Guibert, O. C. Codjia, S. D. Vodouhe, E. K. Agbossou, 2012 : Perceptions et stratégies d'adaptation aux changements climatiques : le cas des communes d'Adjohoun et de Dangbo au Sud-Est Bénin. *Les Cahiers d'Outre-Mer* N° 260, 479-492.

Pour les organismes et institutions :

- ✓ FAO, 2017. L'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2017 : Renforcer la résilience pour favoriser la paix et la sécurité alimentaire. Rome, FAO. 144 p.
- ✓ INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique), 2015 : Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH-4) : Résultats définitifs.

Direction des Etudes Démographiques, Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique, Cotonou, Bénin, 33 p.

Pour les contributions dans les livres :

- ✓ Whithon, B.A., Potts, M., 1982: Marine littoral: 515-542. *In*: Carr, N.G., Whithon, B.A., (eds), The biology of cyanobacteria. Oxford, Blackwell.
- ✓ Annerose, D., Cornaire, B., 1994 : Approche physiologique de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées pour l'amélioration de la production en zones sèches: 137-150. *In* : Reyniers, F.N., Netoyo L. (eds.). Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale. Ed. John Libbey Eurotext. Paris.

Pour les livres :

- ✓ Zryd, J.P., 1988: Cultures des cellules, tissus et organes végétaux. Fondements théoriques et utilisations pratiques. Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, Suisse.
- ✓ Stuart, S.N., R.J. Adams, M.D. Jenkins, 1990: Biodiversity in sub-Saharan Africa and its islands. IUCN–The World Conservation Union, Gland, Switzerland.

Pour les communications :

- ✓ Vierada Silva, J.B., A.W. Naylor, P.J. Kramer, 1974: Some ultrastructural and enzymatic effects of water stress in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) leaves. *Proceedings of Nat. Acad. Sc. USA*, 3243-3247.
- ✓ Lamachere, J.M., 1991 : Aptitude du ruissellement et de l'infiltration d'un sol sableux fin après sarclage. Actes de l'Atelier sur Soil water balance in the Sudano-Sahelian Zone. Niamey, Niger, IAHS n° 199, 109-119.

Pour les abstracts :

- ✓ Takaiwa, F., Tnifuji, S., 1979: RNA synthesis in embryo axes of germination pea seeds. *Plant Cell Physiology abstracts*, 1980, 4533.

Thèse ou mémoire :

- ✓ Valero, M., 1987: Système de reproduction et fonctionnement des populations chez deux espèces de légumineuses du genre *Lathyrus*. PhD. Université des Sciences et Techniques, Lille, France, 310 p.

Pour les sites web : <http://www.iucnredlist.org>, consulté le 06/07/2007 à 18 h.

Equations et formules

Les équations sont centrées, sur une seule ligne si possible. Si on s'y réfère dans le texte, un numéro d'identification est placé, entre crochets, à la fin de la ligne. Les fractions seront présentées sous la forme « 7/25 » ou « (a+b)/c ».

Unités et conversion

Seules les unités de mesure, les symboles et équations usuels du système international (SI) comme expliqués au chapitre 23 du Mémento de l'Agronome, seront acceptés.

Abréviations

Les abréviations internationales sont acceptées (OMS, DDT, etc.). Le développé des sigles des organisations devra être complet à la première citation avec le sigle en majuscule et entre parenthèses (FAO, RFA, IITA). Eviter les sigles reconnus localement et inconnus de la communauté scientifique. Citer complètement les organismes locaux.

Nomenclature de pesticides, des noms d'espèces végétales et animales

Les noms commerciaux seront écrits en lettres capitales, mais la première fois, ils doivent être suivis par le(s) nom(s) communs(s) des matières actives, tel que acceptés par « International Organization for Standardization (ISO) ». En l'absence du nom ISO, le nom chimique complet devra être donné. Dans la page de la première mention, la société d'origine peut être indiquée par une note en bas de la page, p.e. PALUDRINE (Proguanil). Les noms d'espèces animales et végétales seront indiqués en latin (genre, espèce) en italique, complètement à la première occurrence, puis en abrégé (exemple :

Oryza sativa = *O. sativa*). Les auteurs des noms scientifiques seront cités seulement la première fois que l'on écrira ce nom scientifique dans le texte.

Tableaux, figures et illustrations

Chaque tableau (avec les colonnes et lignes rendues visibles donc quadrillées) ou figure doit avoir un titre. Les titres des tableaux seront écrits en haut de chaque tableau et ceux des figures/photographies seront écrits en bas des illustrations. Les légendes seront écrites directement sous les tableaux et autres illustrations. En ce qui concerne les illustrations (tableaux, figures et photos) seules les versions électroniques bien lisibles et claires, puis mises en extension jpeg avec haute résolution seront acceptées. Seules les illustrations dessinées à l'ordinateur et/ou scannées, puis les photographies en extension jpeg et de bonne qualité donc de haute résolution sont acceptées.

Les places des tableaux et figures dans le texte seront indiquées dans un cadre sur la marge. Les tableaux sont numérotés, appelés et commentés dans un ordre chronologique dans le texte. Ils présentent des données synthétiques. Les tableaux de données de base ne conviennent pas. Les figures doivent montrer à la lecture visuelle suffisamment d'informations compréhensibles sans recours au texte. Les figures sont en Excel, Havard, Lotus ou autre logiciel pour graphique sans grisés et sans relief. Il faudra fournir les données correspondant aux figures afin de pouvoir les reconstruire si c'est nécessaire.

Scientific evidence of the efficacy of mushrooms in the management of diabetes and hypertension: a systematic review with meta-analyses

L. Agbangla^{1,2*}, A. Hegbe², B. G. Hounwanou², O. G. Fadeyi², S. Badou², B. Olou², S. Zakari³, N. S. Yorou², T. Adoukonou⁴ et M. Gomina^{1,5}

¹MSc. Lionnel AGBANGLA, Clinical Biology Department, CHUD-B/A, BP 02, Parakou & Mycology and Tropical Interactions Plant-Soil Research Unit (MyTIPS), Faculty of Agronomy (FA), University of Parakou (UP), BP 123 Parakou, E-mail: lionnelagb@gmail.com, Tel.: (+229)0197725164 Republic of Benin

²MSc. Apollon HEGBE, Mycology and Tropical Interactions Plant-Soil Research Unit (MyTIPS/FA/UP), BP 123 Parakou, E-mail: apollonhegbe@yahoo.fr, Tel.: (+229)0196617706, Republic of Benin

Msc. Basile G. HOUNWANOU, MyTIPS/FA/UP, BP 123 Parakou, E-mail: hounwanou.basile@gmail.com, Tel.: (+229)0167267768, Republic of Benin

Dr Olyvia. G. FADEYI, MyTIPS/FA/UP, BP 123 Parakou, E-mail: OlyviaFADEYI@gmail.com, Tel.: (+229)0162453735, Republic of Benin

Dr Sylvestre BADO, MyTIPS/FA/UP, BP 123 Parakou, E-mail: sbadou@gmail.com, Tel.: (+229)0196708397, Republic of Benin

Dr Boris OLOU, MyTIPS/FA/UP, BP 123 Parakou, E-mail: borisolu@yahoo.fr, Tel.: (+229)0196975772, Republic of Benin

Pr Dr Ir Nourou S. YOROU, MyTIPS/FA/UP, BP 123 Parakou, E-mail: n.s.yorou@gmail.com, Tel.: (+229)0162594676, Republic of Benin

³Dr Sissou ZAKARI Hydraulic and environmental modeling laboratory (HydroModE-Lab), FA/UP, 03 BP 351, Parakou, E-mail: zsissou@yahoo.fr, Tel.: (+229)0166040463, Republic of Benin

⁴Pr Dr Thierry ADOUKONOU, Neurology Teaching and Research Unit, Faculty of Medicine (FM/UP), BP 02, Parakou, E-mail: adoukonouthierry@yahoo.fr, Tel.: (+229)0196333201, Parakou, Republic of Benin

⁵Pr Dr Moutawakilou GOMINA, Clinical Biology Department CHUD-B/A BP 02, Parakou & Biochemistry Teaching and Research Unit, FM/UP, BP 123 Parakou, E-mail: elboultraquero@yahoo.fr, Tel.: (+229)0195966940, Republic of Benin

*Corresponding author: MSc. Lionnel AGBANGLA, E-mail: lionnelagb@gmail.com

*DOI: <https://doi.org/10.62344/1z7chn68>

Abstract

The systematic review examines the therapeutic efficacy of mushrooms on diabetes and hypertension through randomized controlled clinical trials. Following the PRISMA 2020 guidelines and PICOS criteria, an exhaustive search was conducted until June 2024 in four databases (PubMed, Web of Science, Scopus, Cochrane Library). Inclusion criteria included placebo-controlled randomized trials in adults (>18 years) using mushrooms in various forms (fresh, dried, extracts, powder). Studies using isolated substances were excluded. Quality was assessed using the Cochrane RoB2 tool. Of the 212 publications identified, 10 were selected for the systematic review and 7 for the meta-analysis. The majority of studies (60%) were published between 2021 and 2024, mainly in America, Eastern Europe and Asia. The most studied genera were *Agaricus* (30%), *Ganoderma lucidum* and *Lentinula edodes*. Doses ranged from 30 mg to 84 g/day over 4 to 52 weeks. The meta-analysis revealed considerable variability in effects depending on the biomarkers: significant heterogeneity for fasting blood glucose, moderate heterogeneity for liver enzymes, and high heterogeneity for hsCRP, blood lipids and blood pressure. HbA1c showed no significant heterogeneity. Mushrooms are a promising therapeutic resource for metabolic diseases due to their antioxidant properties. Standardized protocols and longitudinal studies are needed to strengthen this evidence, particularly by exploring underutilized African species.

Key words: fungal species, therapeutic potential, metabolic disorders.

Preuves scientifiques de l'efficacité des champignons dans la prise en charge du diabète et de l'hypertension : revue systématique avec méta-analyses

Résumé

La revue systématique examine l'efficacité thérapeutique des champignons sur le diabète et l'hypertension à travers des essais cliniques randomisés contrôlés. Suivant les directives PRISMA 2020 et les critères PICOS, une recherche exhaustive a été menée jusqu'en juin 2024 dans quatre bases de données (PubMed, Web of Science, Scopus, Cochrane Library). Les critères d'inclusion comprenaient des essais randomisés contrôlés par placebo chez des adultes (>18 ans) utilisant des champignons sous diverses formes (frais, séchés, extraits, poudre). Les études utilisant des substances isolées ont été exclues. La qualité a été évaluée avec l'outil Cochrane RoB2. Sur 212 publications identifiées, 10 ont été retenues pour la revue systématique et 7 pour la méta-analyse. La majorité des études (60 %) a été publiée entre 2021 et 2024, principalement en Amérique, en Europe de l'Est et en Asie. Les genres les plus étudiés étaient *Agaricus* (30 %), *Ganoderma lucidum* et *Lentinula edodes*. Les doses variaient de 30 mg à 84 g/jour sur 4 à 52 semaines. La méta-analyse révèle une variabilité considérable des effets selon les biomarqueurs comme l'hétérogénéité significative pour la glycémie à jeun, modérée pour les enzymes hépatiques, élevée pour la hsCRP, les lipides sanguins et la pression artérielle. L'HbA1c ne montrait aucune hétérogénéité significative. Les champignons constituent une ressource

thérapeutique prometteuse pour les maladies métaboliques grâce à leurs propriétés antioxydantes. Des protocoles normalisés et des études longitudinales sont nécessaires pour renforcer ces preuves, notamment en explorant les espèces africaines sous-utilisées.

Mots clés : espèces fongiques, potentiel thérapeutique, troubles métaboliques.

1. Introduction

Noncommunicable diseases (NCDs), such as cardiovascular disease, cancer, diabetes and chronic respiratory diseases, are responsible for 41 million deaths each year, accounting for 74% of the global mortality (OMS, 2022). In particular, the global prevalence of diabetes in adults has increased from 7% in 1990 to 14% in 2022, with higher rates in low- and middle-income countries (OMS, 2025). Owing to their increasing frequency, morbidity, mortality and socioeconomic impact on the population's health, diabetes and hypertension are major public health problems (Zannou, 2024). However, the percentage of diabetic adults taking hypoglycaemic drugs in African regions is less than 40% (OMS, 2025). The synthetic drugs used in modern medicine to treat these conditions have side effects ranging from urogenital tract infections to breast and bladder cancer (Wińska *et al.*, 2019). Additionally, because of their relatively high costs and as alternative approaches, natural and inexpensive solutions pay great attention to herbs and natural products such as mushrooms (Khatun *et al.*, 2020).

Mushrooms are macro fungi with distinctive fruiting bodies and are large enough to be visible with the naked eye (Therkelsen *et al.*, 2016; Martinez *et al.*, 2024). For centuries, mushrooms have been appreciated and used on a large scale for their medicinal properties (Muszyńska *et al.*, 2018; Akata *et al.*, 2019; Das *et al.*, 2022; Huang *et al.*, 2022; Liu *et al.*, 2022). In fact, the medicinal functions of 126 mushrooms, from both wild and edible types, have been studied (Park *et al.*, 2021a; Anusiya *et al.*, 2021). Accumulated scientific evidence from animal model intervention studies has demonstrated mushroom bioactivity in several diseases (Muszyńska *et al.*, 2018; Park *et al.*, 2021a; Anusiya *et al.*, 2021; Das *et al.*, 2022; Park, 2022). Over the years, several randomized placebo-controlled clinical trials have been conducted worldwide among patients with diabetes, hypertension, and various stages of cancer (Wachtel-Galor *et al.*, 2004; Deng *et al.*, 2009; Choi *et al.*, 2014; Tangen *et al.*, 2015; Klupp *et al.*, 2016; Tsai *et al.*, 2016; Dicks *et al.*, 2022; Hashemi Yusefabad *et al.*, 2022; Kleftaki *et al.*, 2022). These studies have demonstrated the therapeutic potential of mushrooms in managing these pathologies, particularly diabetes and hypertension.

Mushrooms' mechanisms of action interact directly with the patient's physiology through multiple pathways (Figure 1). Bioactive compounds, such as beta-glucans and polysaccharides, influence glycaemic regulation and insulin sensitivity (Ahmed *et al.*, 2025). These effects are modulated by individual patient characteristics, particularly their metabolic profile and general health status. In turn, the patient's physiological response influences the effectiveness of the action mechanisms, creating a continuous feedback loop (Bich *et al.*, 2020). Management factors, including the choice of mushroom species and preparation methods, interact with the mechanisms of action by determining the bioavailability and concentration of active compounds (Bich *et al.*, 2020; Ahmed *et al.*, 2025). This interaction is also influenced by individual patient variables, as the response to different species and preparations can vary according to metabolic profiles. Therapeutic monitoring plays a crucial role in evaluating these interactions. Through a bidirectional connection with all other system elements, it enables evaluation of the effectiveness of action mechanisms, adjustment of management factors, and consideration of individual responses. Individual variables create a particularly complex network of interactions. They influence not only the effectiveness of action mechanisms but also the choice of management strategies and interpretation of monitoring results. Factors such as age, type of diabetes, and comorbidities interact with every aspect of treatment, requiring a personalized and adaptive approach.

In addition to these promising clinical trials, several systematic reviews have analyzed these randomized controlled studies. However, these reviews have focused primarily on the different mushroom species used (Sivanesan *et al.*, 2022), the form of extracts used (Tsai *et al.*, 2016), the mode of administration, the mode of injection or the intravenous route and the form of freeze-dried or dried powder used (Hashemi Yusefabad *et al.*, 2022). None have specifically addressed why this is important. In this study, we provide a thorough review supported by a meta-analysis of the specific effects of medicinal mushroom consumption on biomarkers of diabetes and hypertension. We addressed the (1) Characteristics of interventions evaluating the effect of mushrooms on diabetes and hypertension; (2) efficacy of mushrooms in the management of diabetes and hypertension.

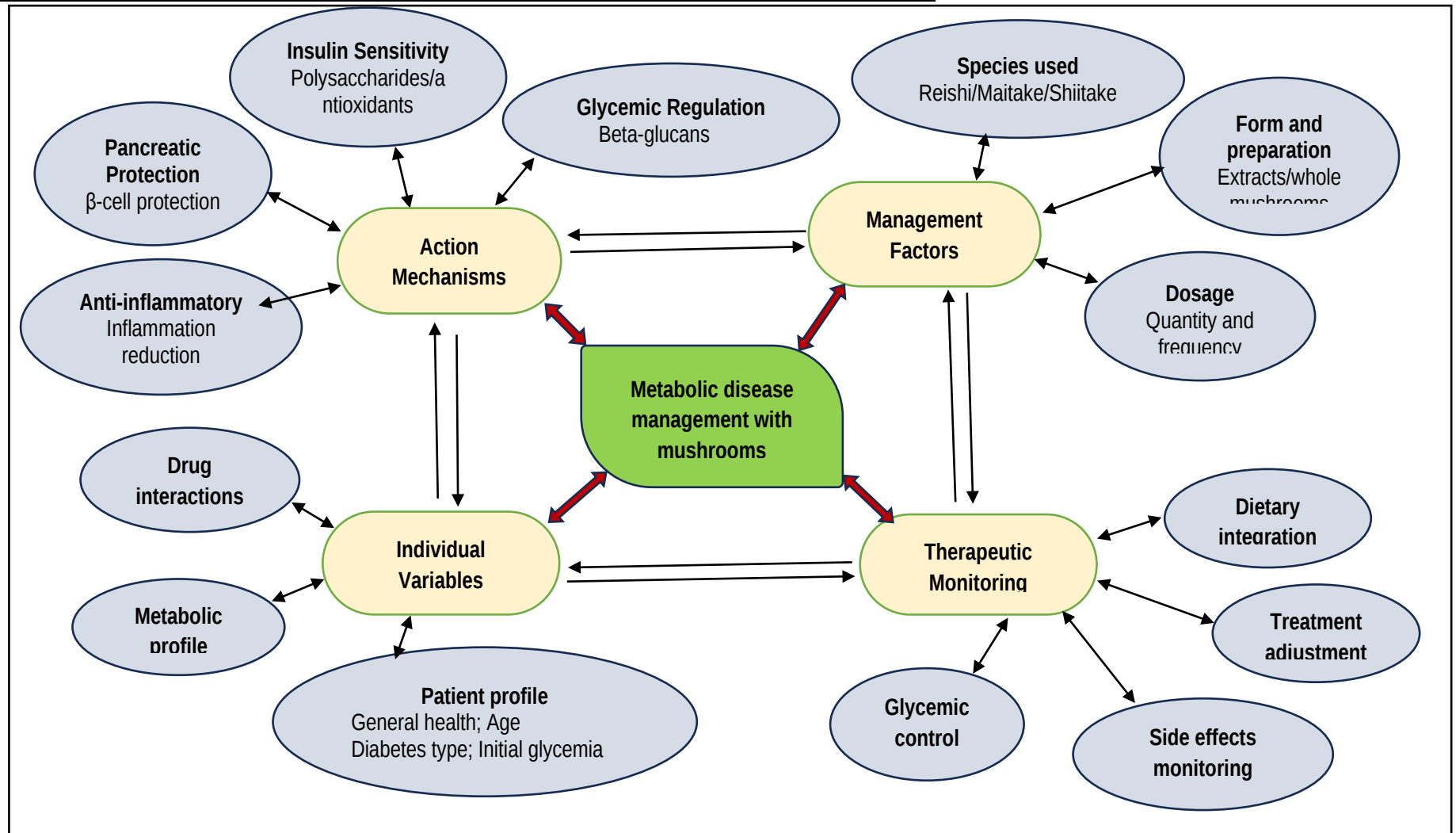


Figure 1. Conceptual framework for determining the management of metabolic diseases via mushrooms. At the center of this interaction network lies diabetes management through mushrooms, which serves as the focal point around which all relationships revolve.

2. Methodological approach adopted for a systematic review with meta-analyses

2.1. General methods and Literature search

This review was carried out in accordance with the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines (Page *et al.*, 2021).

2.1.1. Eligibility criteria

The population, intervention, comparison, outcome and study type (PICOS) criteria defining our research question are presented in Table I. To be included, search terms must appear in the article title, abstract, keywords, main text or references. This review was limited to peer-reviewed journal articles, including advanced online publications in English from 1980 to the end of 2023. Studies were included if they investigated (1) the effects of mushroom consumption on humans over 18 years of age via randomized, placebo-controlled trials; (2) mushrooms (fresh, cooked, dried or extracted) and/or preparations packaged in powder form (capsule, tablets); and (3) treatments for type 1 or type 2 diabetes and hypertension. Studies were excluded for the following reasons: (1) treatment with other products or drugs (e.g. glibenclamide); (2) treatment with substances isolated from mushrooms (e.g. pure glucans or mevinoline) or with a mushroom powder or extract enriched with vitamins or functional ingredients; or (3) not being a clinical trial.

Table I. Description of the research question and PICO for the literature search

Parameters	Descriptions
Population	Adults with diabetes or hypertension
Intervention	Mushroom-eating groups
Comparison	Groups not consuming mushrooms
Results	Risk factors and morbidity associated with cardiometabolic diseases. Primary: diastolic and systolic blood pressure, blood lipids (total cholesterol, HDL cholesterol, LDL cholesterol, triglycerides), fasting blood glucose, HbA1c, hs-CRP, and morbidity/mortality associated with cardiovascular disease or type 2 diabetes mellitus. Secondary: other lipoproteins (VLDL), fasting insulin, C-peptide, and morbidity/mortality linked to cardiovascular disease or type 2 diabetes mellitus.
Study conception	Randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trials
Research question	What is the effect of consuming mushrooms on cardiovascular disease and diabetes?

2.1.2. Information sources

Four databases, including PubMed, Web Science, Scopus and the Cochrane Library, were targeted for the literature search. These databases are complementary sources providing exhaustive coverage of the biomedical literature, with specific strengths in life sciences, citation analysis, international studies and systematic reviews. They also offer rigorous analysis tools and in-depth coverage of research into medicinal mushrooms, including access to randomized clinical trials and meta-analyses essential for assessing their therapeutic efficacy in the treatment of diabetes, hypertension and cancer. The literature search was conducted on 23 June 2024. Table II shows the search strings for each database and the number of articles obtained as part of this study. All of these articles were imported into CADIMA, an open access review online software, before being subjected to an additional layer of duplicate screening via CADIMA's autotect tool.

Table II. Information sources consulted to identify studies

Sources	Search terms	Results
Web of Science	Mushroom* drug and cardiovascular or diabetes and randomized controlled trials	95
Scopus	Mushroom* and cardiovascular disease or diabetes and randomized controlled trials	45
PubMed	Mushroom* OR Agaricales [MeSH Terms] OR Shiitake Mushrooms [MeSH Terms] OR Pleurotus[MeSH Terms] OR Grifola [MeSH Terms] AND (blood pressure OR blood pressure [MeSH Terms] OR hypertension [MeSH Terms] OR triglycerides OR	54

Sources	Search terms	Results
	triglycerides [MeSH Terms] OR Cholesterol OR Epicholesterol OR cholesterol[MeSH Terms] OR cholesterol, LDL [MeSH Terms] OR LDL Cholesterol OR Low Density Lipoprotein Cholesterol OR cholesterol, HDL [MeSH Terms] OR High-Density Lipoprotein Cholesterol OR HDL Cholesterol OR blood glucose OR blood glucose [MeSH Terms] OR blood sugar OR diabetes OR Diabetes Mellitus [MeSH Terms] OR hba1c OR Glycated Hemoglobin An OR Glycated Hemoglobin A [MeSH Terms] OR hs-CRP OR High Sensitivity C-Reactive Protein OR C-Reactive Protein [MeSH Terms] OR CRP OR cardiovascular diseases [MeSH Terms] OR cardiovascular disease* or heart disease* OR vascular disease* OR "diabetes mellitus, type 2"[MeSH Terms] OR diabetes type 2 OR type 2 diabetes OR metabolic syndrome [MeSH Terms]) AND (Humans [MeSH Terms]) AND (clinical trial*[Title/Abstract] OR clinical trial[Publication Type])	
Cochrane	Mushrooms, diabetes and randomized controlled trials	18
Total		212

2.2. Search strategy

This work begins with a review of the literature on the research question. This work is of interest to researchers and practitioners in the field of NCD management. This documentation helped us develop the research question, as mentioned in the previous section, and identify the keywords to be used in our search algorithms. This prerequisite also enabled us to evaluate and select the various systematic review tools and software available and accessible to carefully document the search strategy as it evolved.

2.3. Data collection process

2.3.1. Research strategy for the CADIMA platform

Study selection and data extraction were conducted via the online CADIMA (version 2.2.4.2 platform) (Julius, 2017). The support provided by CADIMA reflects the key stages of systematic reviews, which are (1) protocol development, (2) management of search results (including identification of duplicates), (3) management and conduct of the study selection process, (4) management and conduct of data extraction and (5) data synthesis and presentation of results. The CADIMA platform link is <https://www.cadima.info/index.php/area/updateEvidenceSynthesis/12813>.

Two researchers (AL and HBG) independently assessed titles and abstracts and full-text versions for eligibility at each level of the process. The authors and results were blinded. We resolved any disagreements by discussion between the researchers and did not need a third researcher to arbitrate a disagreement.

2.3.2. Criteria for Inclusion and Exclusion

The inclusion criteria were defined on the basis of the title and abstract of the articles. This enabled an initial screening of the articles. The same criteria were used for the second screening at the stage of reading the entire article for documents that passed the first screening. At the end of these sorts and after standardization, the final list of articles selected for data extraction was obtained.

2.4. Extracted Data

The data were extracted via an online reading grid on the CADIMA platform. The extracted data were related to (1) the study design (name of the mushroom, quantity, duration and form of presentation), (2) information on the research participants (sample size, number of participants for control and treatment, demographic characteristics), and (3) the results of the markers (glucose and lipid metabolism parameters, cardiovascular function and heart rate) when available. An exhaustive list of extracted data is presented in the supplementary material. All these data were generated on the CADIMA platform on an Excel sheet that we retrieved for our analyses.

2.5. Study risk of bias assessment

2.5.1. Risk of bias in individual studies

To assess the validity of the eligible randomized studies, we used the Cochrane Risk of Bias 2 (RoB2) tool (Sterne *et al.*, 2019) with 5 domains for systematic reviews and meta-analyses. Thus, the quality of the articles was assessed via the following methods:

- (1) adequate randomization method and generations of a randomization list before the study (selection bias);
- (2) concealment of treatment allocation from participants and researchers (allocation concealment);
- (3) blinding of participants and investigators (performance bias);
- (4) blinding of the evaluation of results until the completion of the statistical evaluation (detection bias).
- (5) completion of data related to results, the number of dropouts and the reasons for dropouts (attrition bias);
- (6) The study protocol was registered, and the full results were communicated in accordance with the registration (reporting bias). On the basis of these criteria, the studies were classified into three categories: low risk of bias, moderate risk of bias and high risk of bias. Any discrepancies were resolved by further discussion, and a final judgment was made on the basis of a consensus between the two authors.

2.5.2. Reporting Bias Assessment

To assess potential publication bias, we used funnel plots and Egger's test to perform a weighted regression analysis of effect size estimates on their precision measures (i.e. standard errors) (Lin and Chu, 2017). These analyses allowed us to examine the symmetry of the effect size distribution and to detect any systematic bias in the literature included in our meta-analysis.

2.6. Effect Measures

The key biochemical parameters (Bp) involved in the management of diabetes and hypertension were selected as the primary response variables in this meta-analysis. These parameters include fasting blood glucose, total cholesterol, HDL cholesterol, LDL cholesterol, triglycerides, glycated haemoglobin (HbA1c), high-sensitivity C-reactive protein (HsCRP), liver enzymes (ALT and AST), and systolic (SBP) and diastolic blood pressure (DBP). These indicators are widely recognized for their relevance in monitoring and managing metabolic and cardiovascular diseases.

The measurement units for these parameters are as follows: fasting blood glucose, total cholesterol, HDL cholesterol, LDL cholesterol, and triglycerides are expressed in milligrams per deciliter (mg/dL); HbA1c is expressed as a percentage (%); HsCRP is measured in milligrams per liter (mg/L); and the liver enzymes ALT and AST are reported in units per liter (U/L). Systolic and diastolic blood pressure measurements are recorded in millimeters of mercury (mmHg). To ensure optimal comparability across studies, blood samples for biochemical parameter analysis were systematically collected after a minimum fasting period of eight hours.

The use of mushrooms (Um), the primary independent variable in this meta-analysis, was assessed on the basis of several factors: the type of mushroom studied, the dosage administered (in grams per day), and the duration of treatment (in weeks). These variables enabled the quantification of the effects of mushroom mixture on biochemical parameters by comparing the results from the mushroom-treated groups to those from the control groups receiving a placebo. In the selected studies, mushrooms were used in various forms, including dried, powdered, or as extracts, depending on the experimental protocol.

The observed changes in biochemical parameters serve as indicators of treatment efficacy, highlighting the therapeutic potential of mushrooms in managing metabolic and cardiovascular diseases. Additionally, the standardization of methodologies across the analyzed studies strengthens the robustness and reliability of the conclusions drawn from this meta-analysis.

2.7. Synthesis Methods

The response to treatment (Rt), which expresses the observed improvement in all of the biochemical parameters (Bp) listed above relative to the baseline or a control group, is estimated as logarithmic response ratios (RR, equation 1). RR is the log ratio of a given response variable in the mushroom treatment groups (Xt) to that in the control groups (Xc). $RR = \log(X_t/X_c)$; {Equation 1}, where: X_t is the value of the response variable (Bp, Uc, or Rt) in the group treated with mushrooms, and X_c is the value of the same variable in the control group.

RRs are reported without units, with extreme limits between -1 and 1. Thus, a variable with a zero-effect size ($RR = 0$) suggests that the mean response of the variable in the treatments with fungi was similar to that in the corresponding control treatments. A negative effect size ($RR < 0$) indicates a decrease or reduction in the response variable in the treatments with fungi, i.e. the mean value is greater in the control treatments than in the treatments with fungi, and vice versa (Aho-Glele and Aho, 2020; Zakari *et al.*, 2021; Allakonon *et al.*, 2022). The sampling variance ($\sigma^2(RR)$) was estimated via the following formula (Equation 2), as described by (Benítez-López *et al.*, 2017): $\sigma^2(RR) = SD_t^2/N_t X_t^2 + SD_c^2/N_c X_c^2$; {Equation 2}, where: SD_t and SD_c represent the standard deviations of X_t and X_c , respectively, and N_t and N_c are the sizes of the experimental and control treatment replicas, respectively (Zakari *et al.*, 2021).

Finally, to visualize the results in a more intuitive way, we created forest plots for each biochemical parameter, showing the individual effect sizes for each study as well as the overall estimated effect. These plots were generated via the ggplot2 package in R. To assess potential publication bias, we used funnel plots and performed Egger's test. These analyses allowed us to examine the symmetry of the effect size distribution and to detect any systematic bias in the literature included in our meta-analysis.

2.8. Meta-Analysis and Statistical Analysis

The meta-analysis was performed via the Meta (Balduzzi *et al.*, 2019), MetaFOR (Viechtbauer, 2010) and dplyr (Wickham *et al.*, 2023) packages in R version 4.4.1 (RCoreTeam, 2023). Tang *et al.* (2024), the heterogeneity among the included studies was assessed via I^2 statistics. According to the results of heterogeneity analysis, appropriate pooled methods were selected: a random-effects model was employed if $I^2 > 50\%$, whereas a fixed-effects model was adopted if $I^2 \leq 50\%$.

Forest plots were used to summarize the results of the pooled studies (Borenstein *et al.*, 2009). Like Zakari *et al.* (2021), in all cases, each effect size is represented by a diamond, the boundaries of which correspond to the confidence interval. The size of the diamond is proportional to the weight assigned to the factor level, and the width of the diamond reflects the precision of each estimate. The vertical line (at zero) represents the noneffect line, i.e. the effect size of the treatments with fungi was equal to that of the treatments without mushrooms. To explore potential sources of variation in these highly heterogeneous cases, we performed meta-regressions on dose, frequency and duration, type of fungus and, in certain cases, patient variability (Allakonon *et al.*, 2022).

3. Results from the systematic review with meta-analyses

3.1. Characteristics of the included studies

The flow chart illustrated in Figure 2 shows the number of candidates and eligible articles at each stage of the selection process. A total of 212 publications were collected from the databases. After duplicates were removed, 180 articles were examined on the basis of titles and abstracts. At the end of this process, 33 articles were found to be relevant for a full-text study on the effect of mushrooms on humans in randomized, placebo-controlled trials in the management of diabetes and hypertension. Of the 10 studies selected, only 7 were included in the meta-analysis.

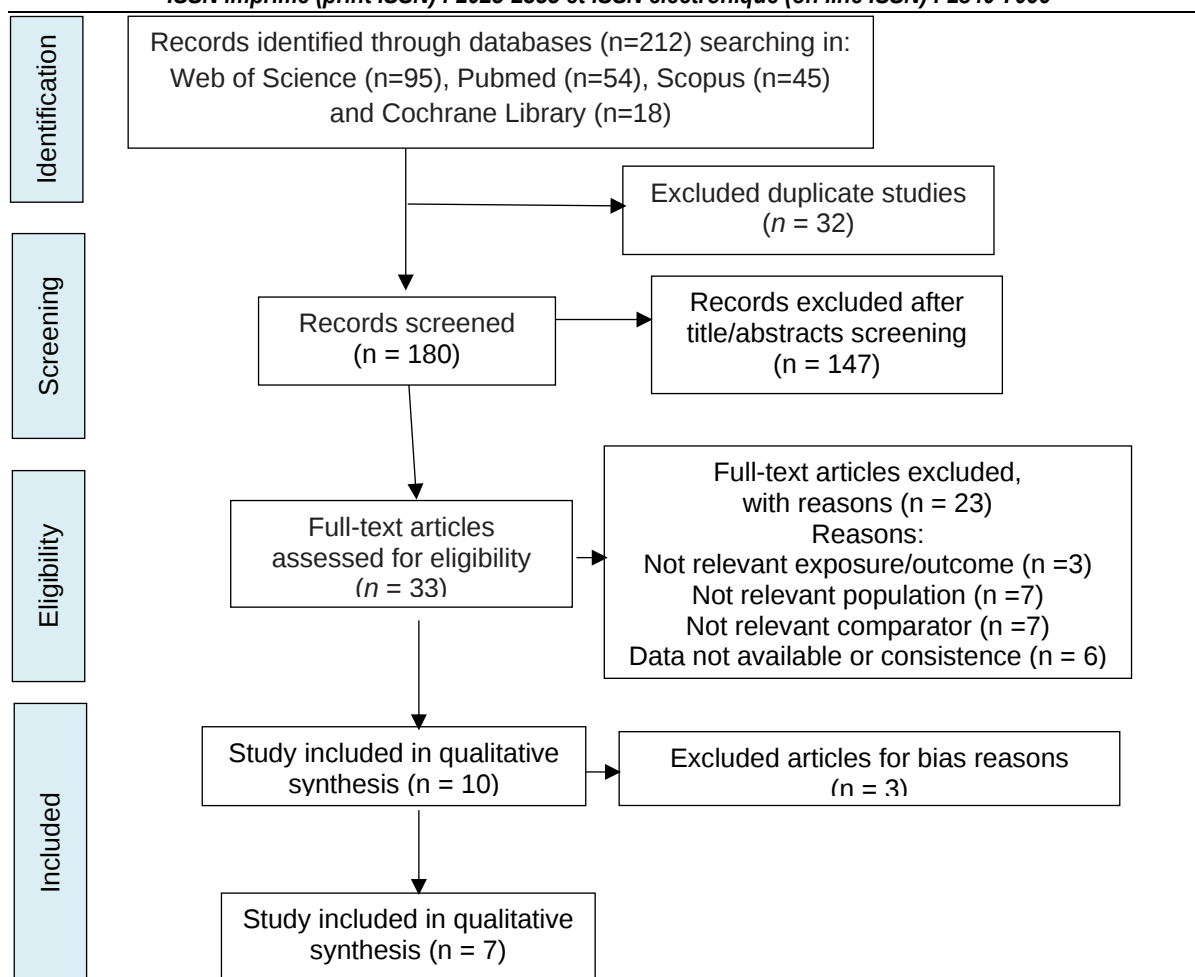
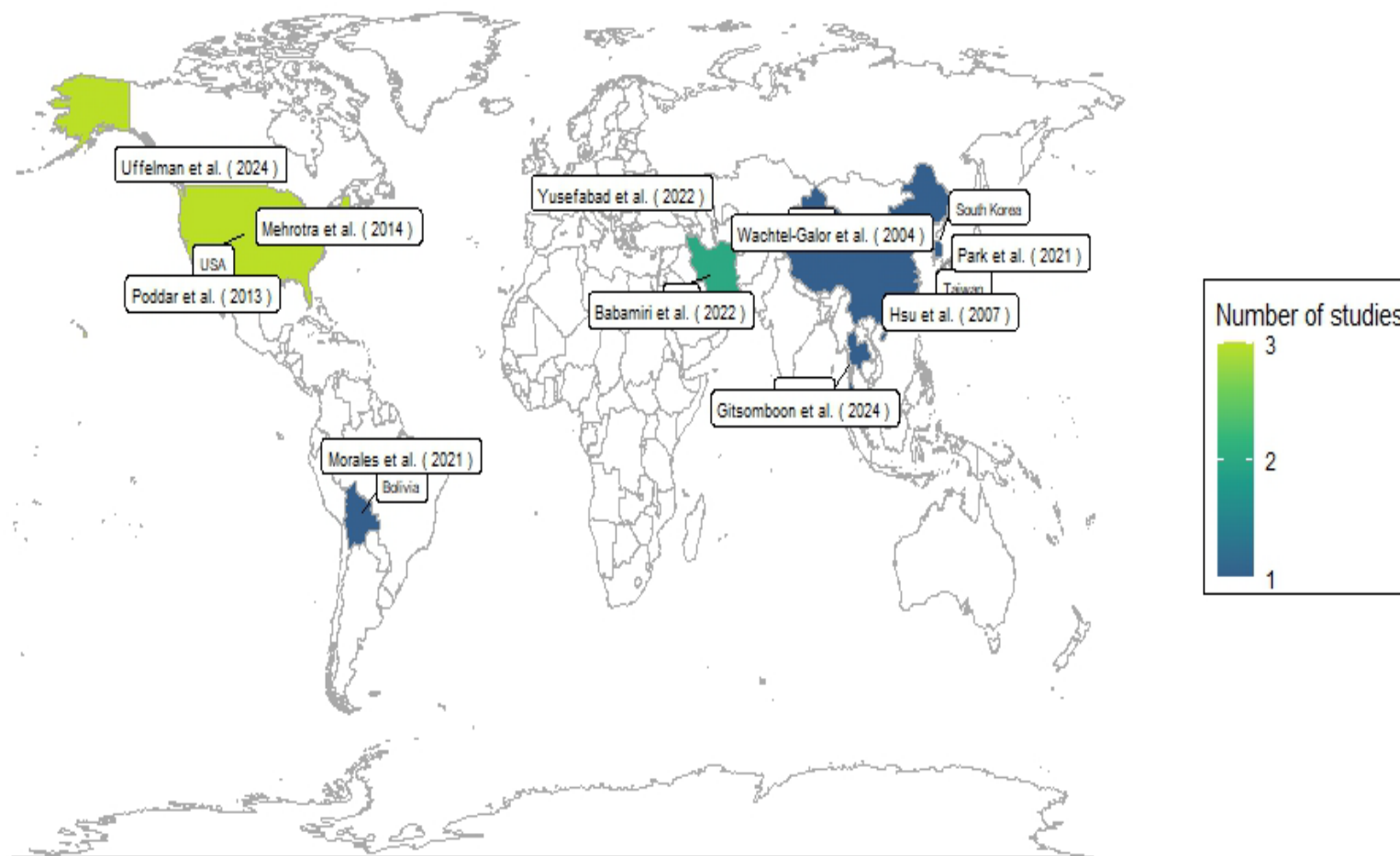


Figure 2. Flow diagram illustrating the PRISMA protocol

3.2. Systemic review of the articles and characteristics of the interventions

3.2.1. Spatial and temporal distributions of the studies

In Figure 3 is shown that most (60%) studies on the use of mushrooms in the management of diabetes and hypertension were published between 2021 and 2024, with one older study published in 2004. Most of these studies originated from North and South America (40%), Eastern Europe (20%) and Asia (40%). African countries are conspicuously absent.



Studies on the efficacy of using mushrooms in the management of diabetes and hypertension

Figure 3: Space-time distribution of studies included in the systematic review

3.2.2. Diversity of medicinal mushrooms used

Mushrooms of the genus *Agaricus* (*bisporus/balzei*) (Lange) Imbach are the most widely used (30%) in these studies. They are sometimes used alone (Hsu *et al.*, 2007; Hashemi Yusefabad *et al.*, 2022) or in combination (Uffelman *et al.*, 2024). Other species studied include *Ganoderma lucidium* (Curtis) Karst (Babamiri *et al.*, 2022), *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler (Morales *et al.*, 2021) and *Tramella forciformis* Berkeley (Gitsomboon *et al.*, 2024). Poddar *et al.* (2013) and Mehrotra *et al.* (2014) did not specify the mushroom species. One study even used a more complex combination of different ingredients, including aronia, red ginseng, shiitake mushrooms and nattokinase (Park *et al.*, 2021a).

3.2.3. Administration Form, Dosage and Frequency

Mushrooms are administered in powder form in 30% of studies (Park *et al.*, 2021a; Hashemi Yusefabad *et al.*, 2022; Babamiri *et al.*, 2022). Some authors (20%) have used mushroom extracts (Wachtel-Galor *et al.*, 2004; Hsu *et al.*, 2007). Other authors have not recommended any specific form of presentation (Poddar *et al.*, 2013; Uffelman *et al.*, 2024) as long as it is fresh mushrooms (20%). The frequency of mushroom administration varied significantly across studies. Once-daily dosing was the most common protocol, adopted in 50% of the studies, whereas others employed regimens with two or three daily administrations. Dosages also exhibited substantial variation, ranging from as low as 30 mg to exceptionally high doses of up to 84 g, influenced largely by the form of administration (e.g. powder, extract, capsule). The study duration spanned from 4--52 weeks, with the majority (70%) conducted over 8--12 weeks, providing a consistent window to evaluate outcomes. To ensure methodological rigour, most studies incorporated control groups using inert placebos, such as corn starch, wheat flour, or cellulose, to minimize bias. For liquid mushroom forms, placebo beverages were employed, maintaining the integrity of the double-blind designs. These methodological approaches highlight the variability in protocols and underline the importance of standardized frameworks to accurately assess the therapeutic potential of mushrooms.

3.3. Meta-analysis of data

3.3.1. Effect of mushroom consumption on fasting blood sugar levels and glycated haemoglobin

A comparison of the effects of mushroom consumption on blood glucose levels (Figure 4) revealed considerable heterogeneity and variability among the studies. The studies of Babamiri *et al.* (2022) and Uffelman *et al.* (2024) revealed a negative effect of mushroom consumption on fasting glycaemia. On the other hand, Park *et al.* (2021a) and, to some extent, Morales *et al.* (2021) reported a positive effect of mushroom consumption on fasting glycaemia. There was no heterogeneity in the use of mushrooms for the measurement of glycated haemoglobin (HbA1c) between the four studies that measured this biomarker for monitoring diabetes.

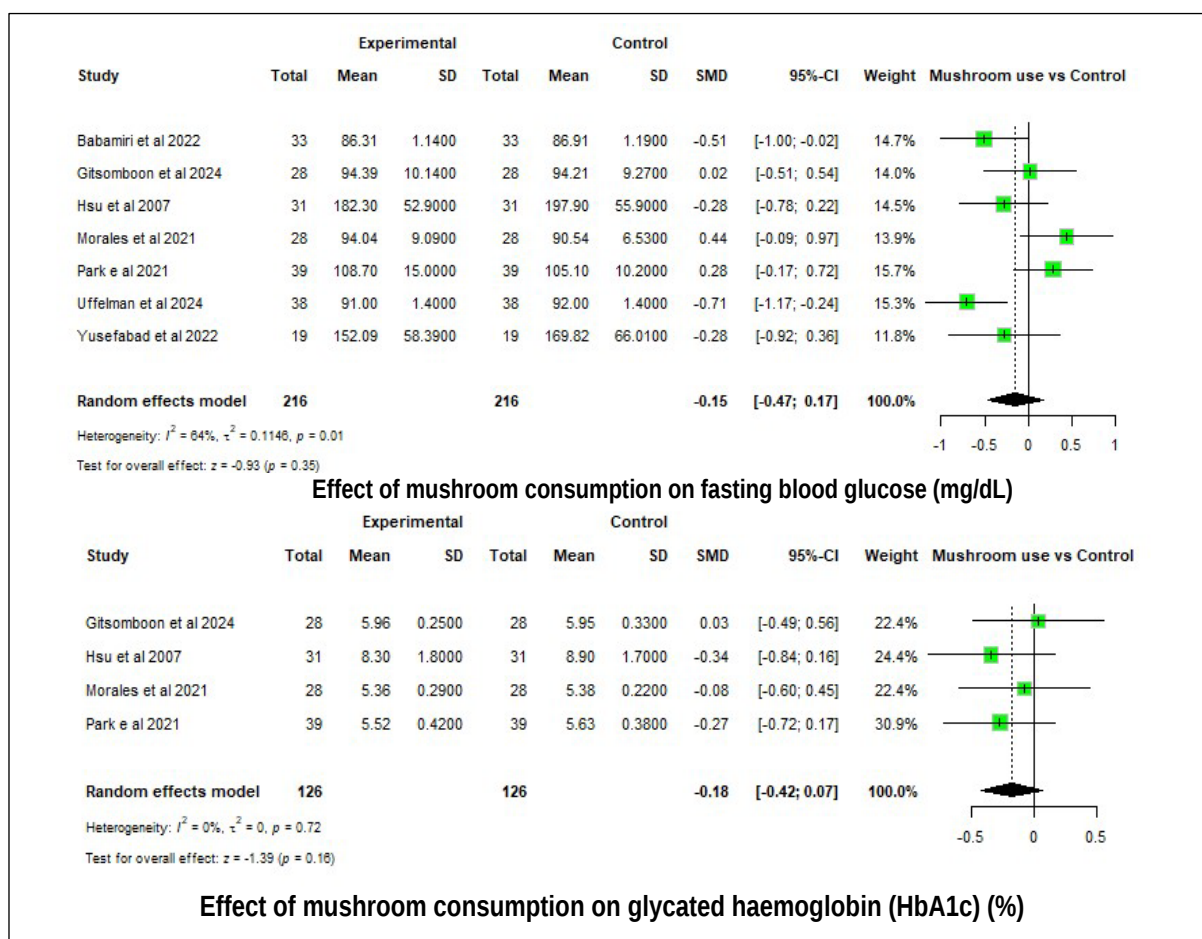


Figure 4. Forest plot of the effects of mushroom consumption on glucose and glycated haemoglobin

3.3.2. Effects of mushroom consumption on alanine aminotransferase (ALAT) and aspartate aminotransferase (ASAT) levels

A comparison of the effects of mushroom consumption on ALAT revealed moderate heterogeneity, which was not statistically significant (Figure 5). However, for ASAT, heterogeneity was low. In both cases, only Park *et al.* (2021a)'s study revealed a negative effect of mushroom consumption on these two parameters.

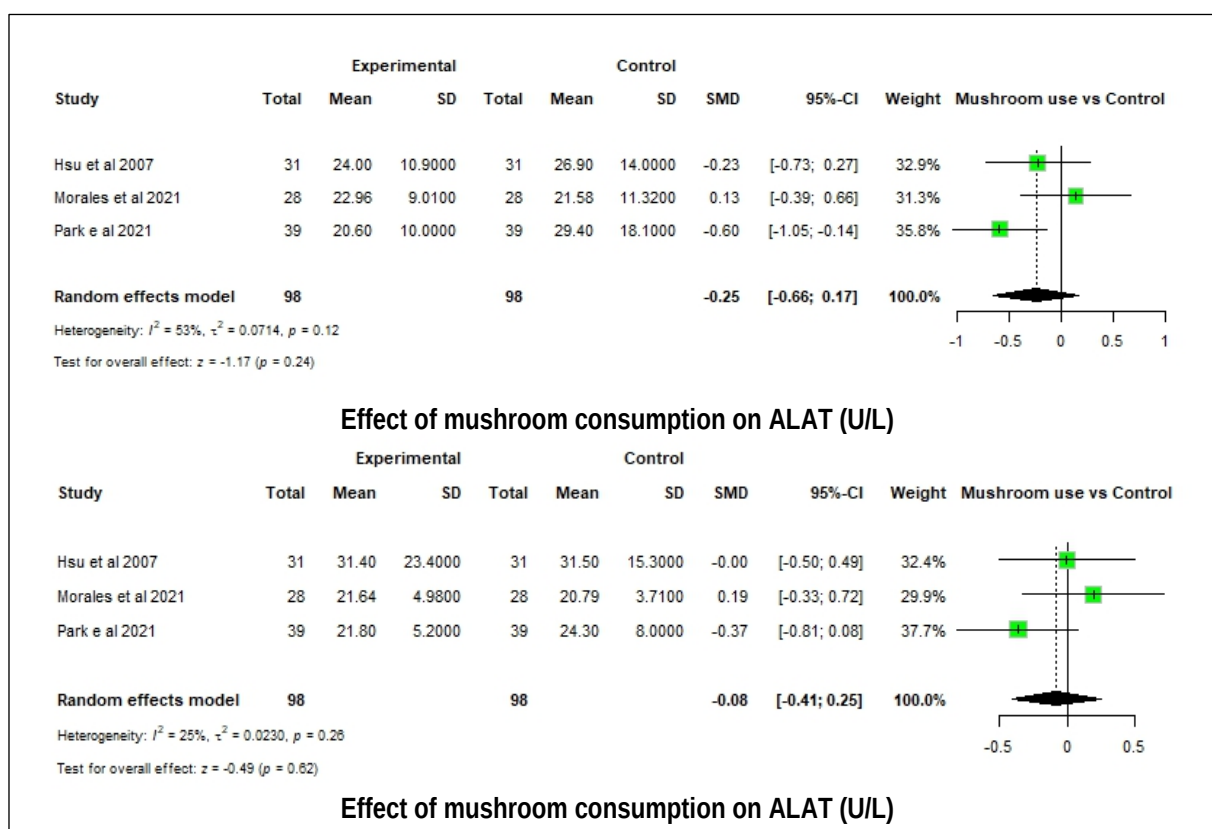


Figure 5. Forest plot of the effects of mushroom consumption on ALAT and ASAT

3.3.3. Effect of eating mushrooms on hsCRP, total cholesterol, HDL cholesterol and LDL cholesterol

In Figure 6 is shown the forest plot of the effects of mushroom consumption on hsCRP, total cholesterol, HDL cholesterol and LDL cholesterol. With respect to the use of mushrooms for hsCRP, there was a high degree of heterogeneity, with significant variability among studies. Park *et al.* (2021a) and Uffelman *et al.* (2024) reported a positive effect of mushroom consumption on high-sensitivity C-reactive protein (hsCRP), which is a tool for predicting heart disease. The dose, frequency, duration and type of fungus partially explain the high degree of heterogeneity observed.

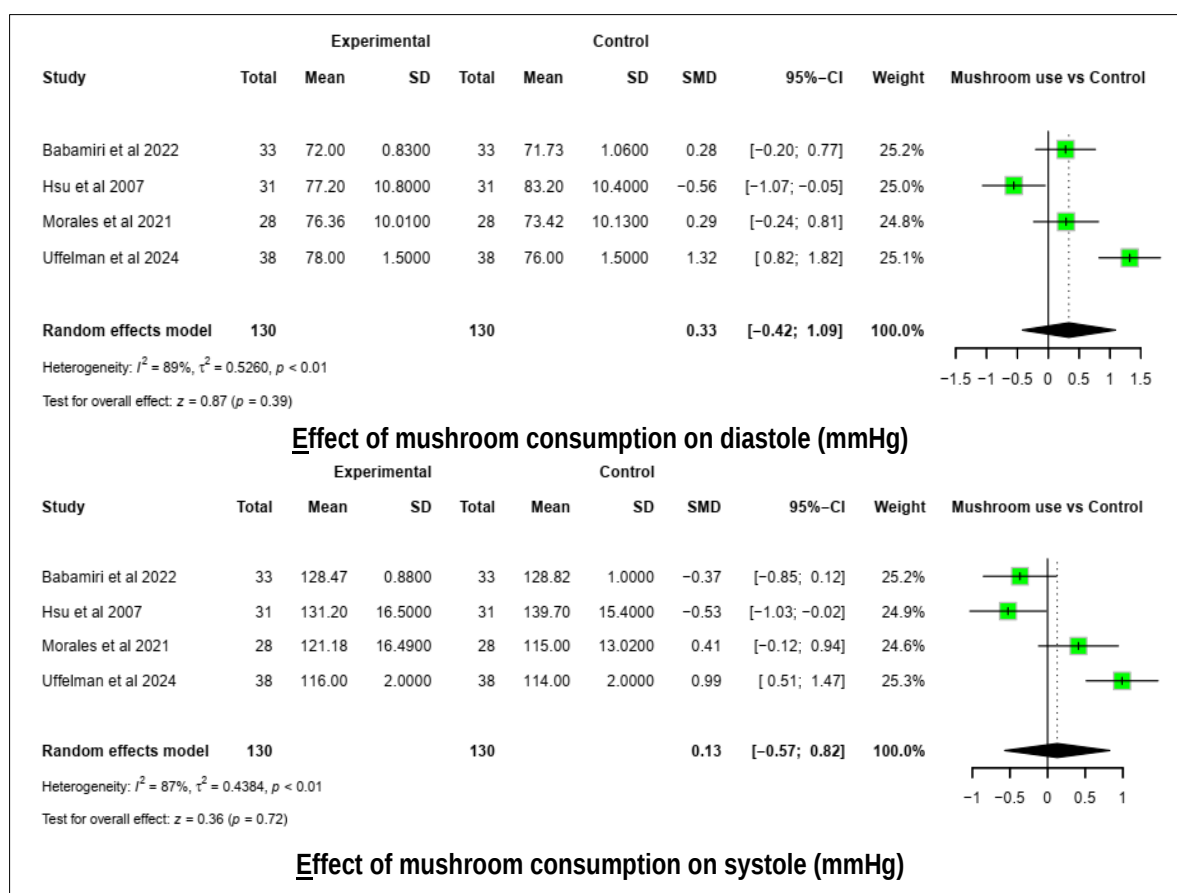


Figure 6. Forest plot of the effects of mushroom consumption on diastole and systole

The effects of mushroom consumption on total cholesterol, HDL cholesterol and LDL cholesterol showed considerable heterogeneity in these three lipid parameters, but there was no statistically significant difference between the studies. Only the studies by Uffelman *et al.* (2024) reported a negative effect of mushroom consumption on all three lipid parameters. The work of Babamiri *et al.* (2022) also revealed a negative effect on total and LDL cholesterol.

3.3.4. Effect of Eating Mushrooms on Blood Pressure Parameters

Mushroom consumption presented considerable heterogeneity in diastole and systole, with a statistically significant difference between studies (Figure 7). Only the studies by Uffelman *et al.* (2024) reported a positive effect of mushroom consumption on diastole and systole, which means that there was an effect but that it was relatively low.

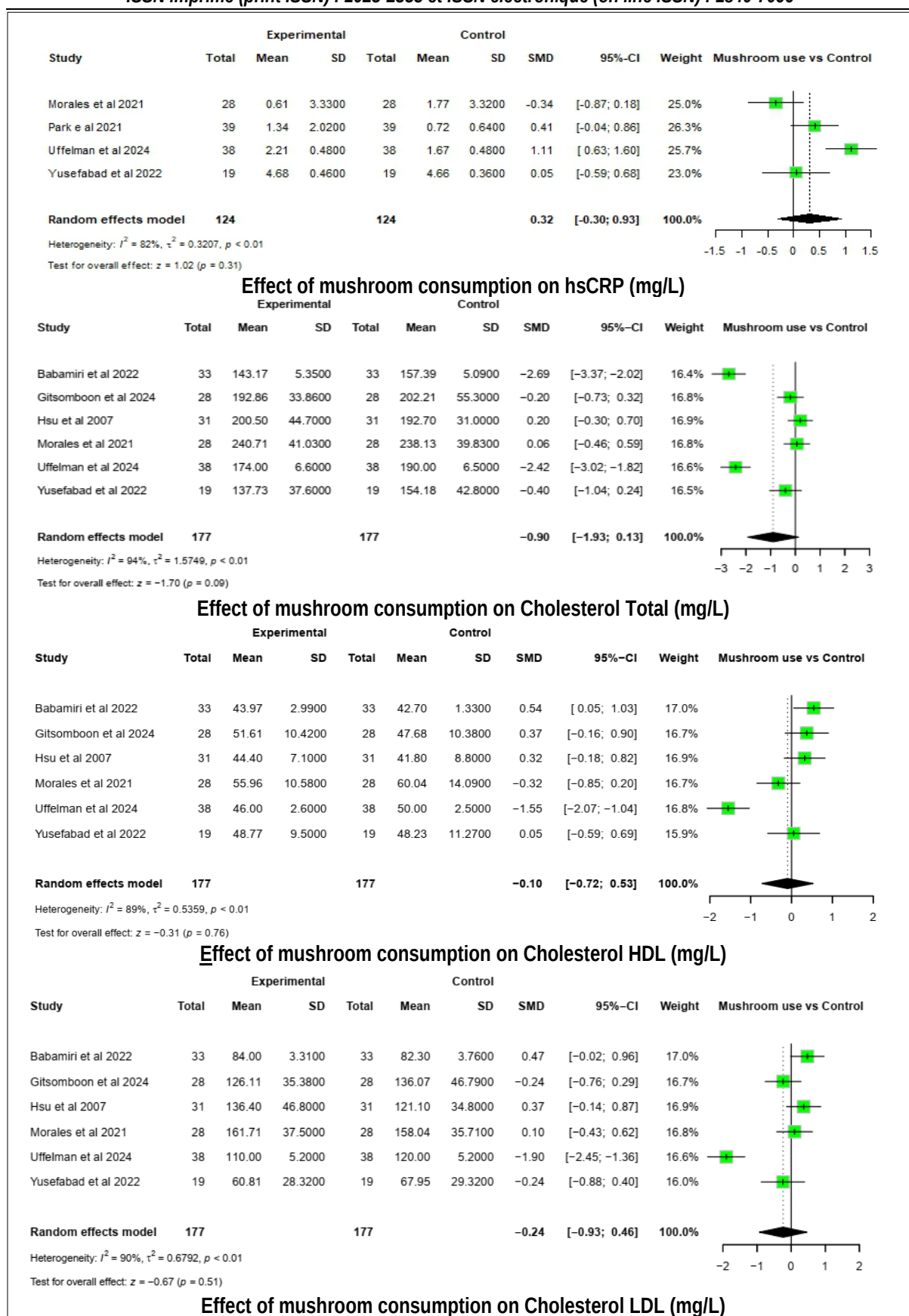


Figure 7. Forest plot of the effects of mushroom consumption on hsCRP, total cholesterol, HDL cholesterol and LDL cholesterol

3.4. Assessing the risk of bias in studies

Following Table III, only seven studies with a low overall risk of bias were included in the meta-analysis.

Table III. Risk of bias rating of selected randomized controlled trials

Study	Risk of bias domains					Overall
	D1	D2	D3	D4	D5	
Park et al 2021	+	+	+	+	+	+
Babamiri et al 2022	+	+	+	+	+	+
Hashemi Yusefabad et al 2022	+	+	+	+	+	+
Gitsomboon et al 2024	+	+	+	+	+	+
Morales et al 2021	+	+	+	+	+	+
Uffelman et al 2024	+	+	+	+	+	+
Mehrotra et al 2014	+	!	+	!	!	!
Wachtel-Galor et al 2004	+	!	+	+	!	!
Poddar et al. 2013	+	+	-	-	-	-
Hsu et al 2007	+	+	+	+	!	+

+	Low risk	D1	Randomisation process
!	Some concerns	D2	Deviations from the intended interventions
!		D3	Missing outcome data
-	High risk	D4	Measurement of the outcome
-		D5	Selection of the reported result

Concerning the assessing potential publication bias, in Figure 8 is shown a funnel diagram of the distribution of articles from randomized placebo-controlled clinical trials in the management of diabetes and hypertension using mushrooms. The first diagram shows an average effect of 0.171, indicating a moderate benefit from the consumption of mushrooms in the management of diabetes. Hsu *et al.* (2007), The Park *et al.* (2021a) and Gitsomboon *et al.* (2024) studies show high precision (low standard error), unlike the Hashemi Yusefabad *et al.* (2022) study, which shows more uncertainty. The asymmetry on the right in Uffelman *et al.* (2024)'s study suggests a possible publication bias in favour of positive results. For the second funnel plot to evaluate the impact on hypertension, the average effect was more pronounced (0.327). Although slightly skewed to the right (indicating a possible publication bias), this analysis shows acceptable reliability. The work of Hsu Hsu *et al.* (2007) and Morales Morales *et al.* (2021) reports negative effects, whereas that of Babamiri Babamiri *et al.* (2022) and Uffelman Uffelman *et al.* (2024) shows positive results.

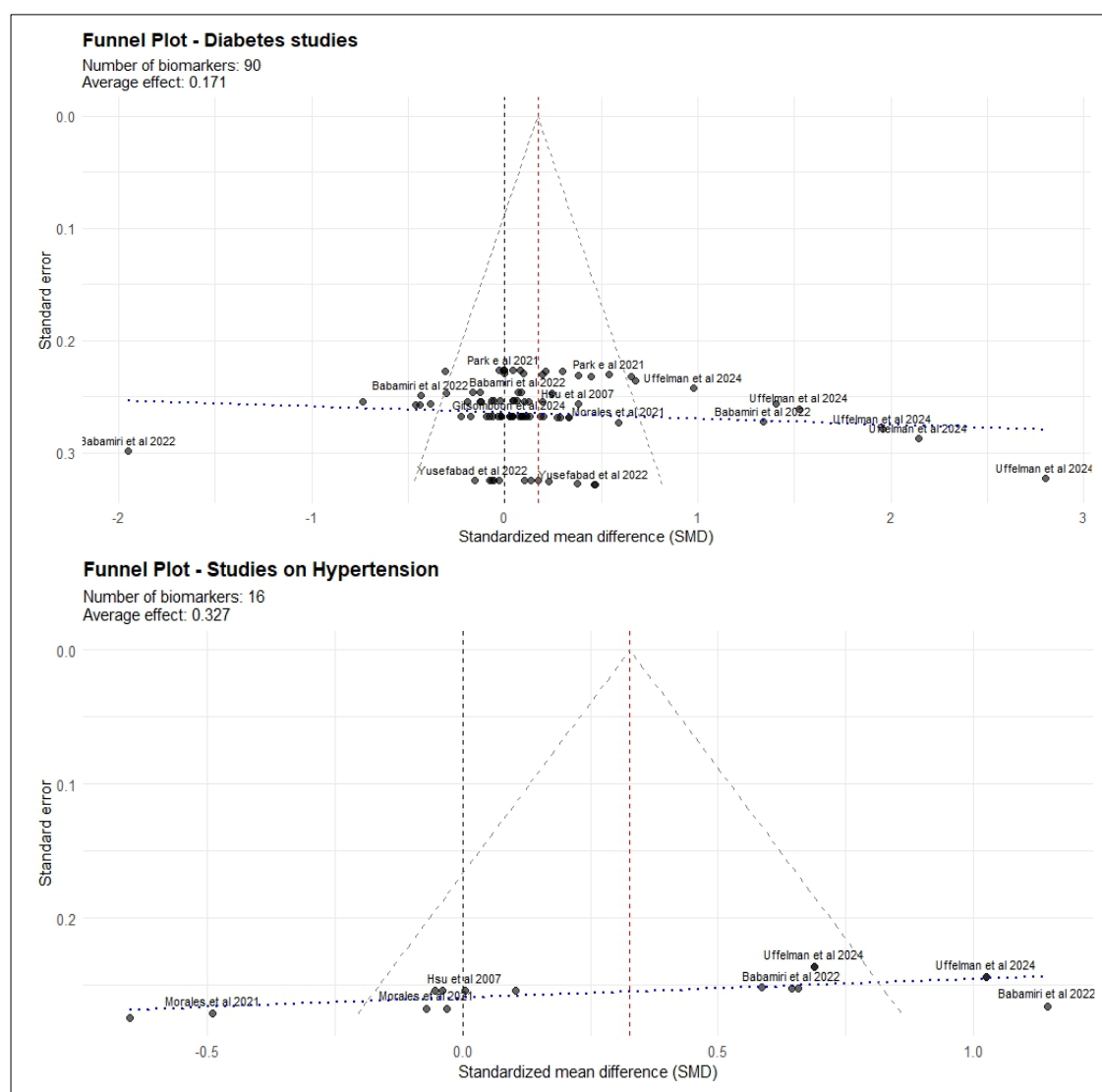


Figure 8. Funnel plot of diabetes and hypertension studies

4. Discussion about a systematic review with meta-analyses of scientific evidence of the efficacy of mushrooms in the management of diabetes and hypertension

4.1. Geographic concentration and temporal distribution of studies

The majority of studies (65%) were published between 2021 and 2024, reflecting a growing interest in mushrooms as a potential therapeutic approach during this period. This surge can be attributed to advances in understanding the bioactive compounds present in mushrooms, including polysaccharides (e.g. β -glucans), phenolic compounds, and triterpenes, which exhibit notable antidiabetic and antihypertensive properties (Zhang *et al.*, 2021; Xue *et al.*, 2022; Wang *et al.*, 2023). Kumar *et al.* (2022) corroborate our observation of the predominance of research in Southeast Asia and North America. This distribution is thought to be due to the availability of research funding and a long-standing cultural and scientific interest in medicinal mushrooms, especially in Asia, where traditional medicine has extensively utilized species such as *Ganoderma lucidum* and *Cordyceps sinensis* for centuries (Lam *et al.*, 2023). Conversely, the lack of studies originating from Africa is particularly striking, despite the rich fungal biodiversity of the continent (Basedau, 2020). This gap could be explained by limited financial resources, insufficient research infrastructure, or underappreciation of the therapeutic potential of endemic species.

4.2. Characteristics of interventions

4.2.1. Mushroom species studied

Mushrooms of the genus *Agaricus*, particularly *Agaricus bisporus* (white button mushrooms) and *Agaricus blazei*, dominate the literature, accounting for more than 30% of studies. These species are targeted for their high content of β -glucans, which have demonstrated hypoglycaemic, hypocholesterolemic and immunomodulatory effects in both preclinical and clinical settings (Ashraf Khan *et al.*, 2017; Nguyen *et al.*, 2020; Lesa *et al.*, 2022).

Other frequently studied species include *Ganoderma lucidum* (reishi mushroom) and *Lentinula edodes* (shiitake mushroom). *Ganoderma lucidum* has been shown to exert antihypertensive and antioxidant effects, with studies highlighting its capacity to attenuate oxidative stress and improve endothelial function (Lin *et al.*, 2022; Ahmed *et al.*, 2024). Similarly, *Lentinula edodes* is valued for its hepatoprotective and cardiovascular benefits, largely attributed to its ergothioneine and polysaccharide contents (Kim *et al.*, 2022).

The diversity of mushroom species studied underscores the global scope of this research, yet it also complicates the interpretation of the findings. Each species possesses a unique composition of bioactive compounds, leading to variability in therapeutic effects. As noted by (Thi Nhu Ngoc *et al.*, 2018), standardizing the evaluation of mushroom-derived treatments remains a critical challenge for the field.

4.2.2. Forms of Administration, Frequency, Dosage and Duration of Interventions

The diverse forms, frequencies and doses of medicinal mushrooms used highlight the lack of scientific consensus on the optimal protocol to ensure the best bioavailability of bioactive compounds. These findings emphasize the importance of developing standardized protocols to maximize the absorption and therapeutic efficacy of fungal compounds (Thi Nhu Ngoc *et al.*, 2018; Huang *et al.*, 2023; Jeitler *et al.*, 2020). Zhang *et al.* (2023) reported that a daily dose of 1–3 g of concentrated mushroom extract is generally effective for glycaemic control without notable side effects. Further research is necessary to refine dosing guidelines and minimize interstudy variability.

Araújo-Rodrigues *et al.* (2024) highlight that those short-term interventions, although informative, only allow a partial assessment of metabolic benefits. These brief studies may highlight rapid improvements in blood glucose and blood pressure parameters but fail to capture potential long-term effects on chronic markers such as HbA1c or cardiovascular complications.

4.3. Meta-analysis results

4.3.1. Fasting blood sugar and glycated haemoglobin levels

The results of our meta-analysis highlight considerable variability between studies. Chen *et al.* (2024) confirmed this heterogeneity, emphasizing that the impact of mushrooms on blood glucose levels depends closely on the species, the form of administration and the population studied. The results of some studies revealed a significant hypoglycaemic effect, whereas others reported more nuanced effects. These differences are in line with the mixed results in the literature. Some studies, such as that by Wang *et al.* (2022), corroborate our observations of significant hypoglycaemic effects and sometimes more nuanced results in certain cases. However, others, such as Zhang *et al.* (2020), reported no significant effect, attributing the variability to inconsistent dosing, short intervention duration or insufficient sample sizes. Ba *et al.* (2021) and Shamim *et al.* (2023), in their systematic review, also noted that the hypoglycaemic effects of mushrooms are more pronounced in animal models than in human trials, highlighting the need for larger, more standardized clinical studies.

The results indicate that mushroom consumption had no significant effect on glycated haemoglobin (HbA1c) levels, with minimal heterogeneity across studies. This lack of effect is likely due to the relatively short duration of most interventions, as HbA1c reflects average blood glucose levels over approximately three months. Similar findings have been reported in other reviews. Feng *et al.* (2019) For example, noted that short-term interventions using mushroom-derived supplements failed to significantly impact HbA1c. However, longer studies (exceeding six months) may reveal more pronounced effects, as suggested by emerging evidence from trials focusing on chronic outcomes (Shamim *et al.*, 2023; Araújo-Rodrigues *et al.*, 2024).

4.3.2. Liver Enzymes: ALT and AST

A moderate level of heterogeneity was observed for alanine aminotransferase (ALT), whereas heterogeneity for aspartate aminotransferase (AST) was low. These findings are consistent with those of (Chowdhury and Paul, 2020; Liu *et al.*, 2022), who reported that medicinal mushrooms such as *Ganoderma lucidum* and *Pleurotus ostreatus* improved liver function markers by attenuating oxidative stress and modulating inflammatory pathways. Similarly, Zhang *et al.* (2023) highlighted the role of triterpenes and polysaccharides in reducing hepatic lipid peroxidation and improving liver enzyme profiles. While promising, these findings require further validation in larger randomized controlled trials (RCTs) with diverse populations.

4.3.3. High-sensitivity C-reactive protein, total, HDL and LDL cholesterol

A high level of heterogeneity was observed in the effect of mushroom consumption on hsCRP, a key biomarker of systemic inflammation and cardiovascular risk. These findings are supported by those of (Liu *et al.*, 2022; Uffelman *et al.*, 2023), who reported that regular mushroom consumption reduced systemic inflammation in both preclinical and clinical studies. However, the variability in study designs and population characteristics underscores the need for standardized protocols to assess the anti-inflammatory potential of mushrooms more comprehensively.

The analysis revealed considerable heterogeneity across studies examining the effects of mushrooms on blood lipids, with no statistically significant overall effect. Liu *et al.* (2022) reported that low-density lipoprotein (LDL) receptor-involved endocytosis is vital for cholesterol homeostasis and that upregulation of the LDL receptor results in a decrease in blood LDL-C levels.

These variations are consistent with findings of (Muszyńska *et al.*, 2018), who demonstrated that mushrooms, particularly those rich in soluble fibers such as β -glucans, can reduce LDL levels by inhibiting intestinal cholesterol absorption and promoting bile acid excretion. For example, higher doses of mushroom extracts (>3 g/day) administered over longer periods (>12 weeks) appear to yield more pronounced lipid-lowering effects (Zhao *et al.*, 2023).

4.3.4. Blood pressure (systolic and diastolic)

Significant heterogeneity was observed in the impact of mushroom consumption on blood pressure. These findings are supported by Chowdhury and Paul (2020), Jeitler *et al.* (2020) and Uffelman *et al.* (2023), who demonstrated that mushrooms could modulate the renin-angiotensin system, thereby reducing vascular resistance and improving blood pressure regulation. Additionally, the antioxidant properties of mushrooms may reduce arterial stiffness and oxidative stress, further contributing to their antihypertensive effects (Chen *et al.*, 2024). Krittanawong *et al.* (2021) demonstrated that the beneficial cardiovascular effects of edible mushroom consumption are not consistent and are weak at best.

4.3.5. Scientific evidence about diabetes, hypertension and Cardiovascular Health

Scientific evidence indicates that edible and medicinal mushrooms, such as *Ganoderma lucidum* (Reishi), *Pleurotus ostreatus* (Oyster) and *Grifola frondosa* (Maitake), possess bioactive compounds—specifically polysaccharides (β -glucans), terpenoids and fibers—that help manage diabetes and hypertension (Al-Faqeeh *et al.*, 2021; Jovanović *et al.*, 2021). They reduce blood glucose, improve insulin resistance, lower blood pressure and improve lipid profiles in preclinical studies (Al-Faqeeh *et al.*, 2021; Jovanović *et al.*, 2021). The key evidence is the following for:

❖ Diabetes Management:

- ✓ Blood Sugar Regulation: Mushroom polysaccharides and terpenoids enhance insulin sensitivity and lower serum glucose levels, with studies on *Ganoderma lucidum* showing a significant reduction of HbA1c in diabetic models.
- ✓ Enzyme Inhibition: Extracts inhibit α -amylase and α -glucosidase, enzymes that break down carbohydrates, thus reducing post-meal blood sugar spikes.
- ✓ Pancreatic Protection: Antioxidant properties of mushrooms protect pancreatic β -cells from oxidative damage.

❖ Hypertension and Cardiovascular Health:

- ✓ Blood Pressure Reduction: *Ganoderma lucidum* and *Cordyceps sinensis* have demonstrated hypotensive effects, potentially acting as natural ACE inhibitors.

- ✓ Lipid Metabolism: Consumption helps decrease total cholesterol and low-density lipoproteins (LDL) while increasing high-density lipoproteins (HDL).
- ✓ Nutritional Profile: High potassium and low salt/fat content make them ideal for hypertensive diets.

For scientific limitations it's mentioned that while *in vitro* and *in vivo* (animal) studies show strong results, evidence from human clinical trials is still limited, with many studies having a short-term follow-up (Shamim *et al.*, 2023). Further rigorous human trials are necessary to confirm therapeutic dosages and long-term efficacy (Shamim *et al.*, 2023).

5. Conclusion

Mushrooms represent an emerging therapeutic resource with significant potential in the management of diabetes and hypertension. Their antioxidant properties, embodied by compounds such as ergothioneine and phenolic compounds, offer a remarkable ability to neutralize reactive oxygen species and modulate inflammatory cytokines. The systematic review and meta-analysis confirm their efficacy in improving metabolic and cardiovascular parameters, particularly fasting glycaemia, systemic inflammation and liver enzyme markers. The geographical distribution of studies on mushrooms highlights an uneven scientific distribution. Regions with high biodiversity, particularly the African continent, remain insufficiently documented despite their potential wealth of species with unique bioactive profiles. Furthermore, the heterogeneity of the studies resulting from variations in the fungal species, dosages and populations studied represents a major methodological challenge. To fully exploit the therapeutic potential of fungi, the scientific community must focus its efforts on three strategic areas. First, to develop standardized intervention protocols guaranteeing the consistent selection of species, the dosage and standardized duration of treatment will be optimized. Second, in-depth longitudinal studies will be designed to assess chronic outcomes, particularly HbA1c, lipid profiles and cardiovascular risk markers. Third, we aim to systematically explore underexplored mushroom species from regions with high biodiversity. The outcome of these investigations will not only consolidate the scientific evidence base but also enable mushrooms to be gradually incorporated into conventional therapeutic practices, opening new prospects for the treatment of metabolic and cardiovascular disorders.

6. Other purposes

Declarations: The authors declare that they have no conflicts of interest.

Author contributions:

Conceptualization, A.L., N.Y. and M.G.; methodology, G.B.H., A.H., O.G.F. and S.Z.; literature search and study selection, A.L.; data extraction, G.B.H. and A.L.; risk of bias assessment, T.A. and A.L.; writing - initial draft preparation, A.L. S.Z.; writing - revision and editing, B.O., S.B., N.Y. and M.G. All authors have read and approved the published version of the manuscript.

Funding: This research has received no external funding.

Clinical trial number: Not applicable.

Ethics approval and consent to participate: Not applicable.

7. References

- Ahmed, H. G. M. D., R. Iqbal, X Yang, J. Yang, X. Pu, X. Li, L. E. Yang, Y. Zeng, 2025: Bioactive Compounds in Barley Modulating Glycemic Response: Implications for Diabetes Management. *Natural Product Communications*, 20, 1934578X251336985, 1- 20.
- Ahmed, R., M. A. H. M. Niloy, M. S. Islam, M. S. Reza, S. Yesmin, S. B. Rasul, J. Khandakar, 2024: Optimizing tea waste as a sustainable substrate for oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) cultivation: a comprehensive study on biological efficiency and nutritional aspect. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1- 10.
- Aho-Glele, L.-S., Aho, S. 2020: Méta-analyse : choisir une démarche appropriée, partie II. *Hygiènes*, 393-399.
- Akata, I., G. Zengin, C. M. N. Picot, M. F. Mahomoodally, 2019: Enzyme inhibitory and antioxidant properties of six mushroom species from the Agaricaceae family. *South African Journal of Botany*, 120, 95-99.

- Al-Faqeeh, L. A. S., N. Rafiuddin, S. R. Kagne, S. W. Khan, 2021: Activity of mushrooms against diabetic and inflammation: A review. *India.GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 2021, 14(02), 037–044. DOI: <https://doi.org/10.30574/gscbps.2021.14.2.0035>.
- Allakonon, M. G. B., S. Zakari, P. G. Tovihoudji, A. S. Fatondji, P. B. I. Akponikpè, 2022: Grain yield, actual evapotranspiration and water productivity responses of maize crop to deficit irrigation: A global meta-analysis. *Agricultural Water Management*, 270, 107746, 1- 10.
- Anusiya, G., U. Gowthama Prabhu, N. V. Yamini, N. Sivarajasekar, K. Rambabu, G. Bharath, F. Banat, 2021: A review of the therapeutic and biological effects of edible and wild mushrooms. *Bioengineered*, 12, 11239-11268.
- Araújo-Rodrigues, H., A. S. Sousa, J. B. Relvas, F. K. Tavaría, M. Pintado, 2024: An Overview on Mushroom Polysaccharides: Health-promoting Properties, Prebiotic and Gut Microbiota Modulation Effects and Structure-function Correlation. *Carbohydrate Polymers*, 333, 121978, 1- 22.
- Ashraf Khan, A., A. Gani, F. A. Masoodi, U. Mushtaq, A. Silotry Naik, 2017: Structural, rheological, antioxidant, and functional properties of β -glucan extracted from edible mushrooms *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* and *Coprinus atramentarius*. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 11, 67-74.
- Ba, D. M., P. Ssentongo, R. B. Beelman, J. Muscat, X. Gao, J. P. Richie, 2021: Higher Mushroom Consumption Is Associated with Lower Risk of Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Advances in Nutrition*, 12, 1691-1704.
- Babamiri, S., M. S. Mojani Qomi, M. Shiehmorteza, 2022: The Efficacy of italic *Ganoderma lucidum* in Overweight Individuals: A Randomized Placebo-controlled trial. 15, 263-271.
- Balduzzi, S., G. Rücker, G. Schwarzer, 2019: How to perform a meta-analysis with R: a practical tutorial. *Evidence Based Mental Health*, 22, 153-160.
- Basedau, M. 2020: Rethinking African Studies: Four Challenges and the Case for Comparative African Studies. *Africa Spectrum*, 55, 194-206.
- Benítez-López, A., R. Alkemade, A. Schipper, D. Ingram, P. A. Verweij, J. Eikelboom, M. Huijbregts, 2017: The impact of hunting on tropical mammal and bird populations. *Science*, 356, 180-183.
- Bich, L., M. Mossio, A. M. Soto, 2020: Glycemia Regulation: From Feedback Loops to Organizational Closure. *Front Physiol*, 11, 69, 1- 13.
- Borenstein, M., L. Hedges, J. Higgins, H. Rothstein, 2009: An Introduction to Meta-Analysis. *Introduction to Meta-Analysis*, 19, 1- 15.
- Chen, L., R. Qiu, B. Wang, J. Liu, X. Li, Z. Hou, T. Wu, H. Cao, X. Ji, P. Zhang, Y. Zhang, M. Xue, L. Qiu, L. Wang, Y. Wei, M. Chen, 2024: Investigating the association between inflammation mediated by mushroom consumption and mild cognitive impairment in Chinese older adults. *Food & Function*, 15, 5343-5351.
- Choi, J. Y., D. J. Paik, D. Y. Kwon, Y. Park, 2014: Dietary supplementation with rice bran fermented with *Lentinus edodes* increases interferon- γ activity without causing adverse effects: a randomized, double-blind, placebo-controlled, parallel-group study. *Nutrition journal*, 13, 35, 1–7.
- Chowdhury, P., Paul, S. 2020: The Potential Role of Mushrooms in The Prevention and Treatment of Diabetes: A Review. 10, 429-454.
- Das, A., C.-M. Chen, S.-C. Mu, S.-H. Yang, Y.-M. Ju, S.-C. Li, 2022: Medicinal Components in Edible Mushrooms on Diabetes Mellitus Treatment. *Pharmaceutics*, 14, 436, 1- 17.
- Deng, G., H. Lin, A. Seidman, M. Fornier, G. D'Andrea, K. Wesa, S. Yeung, S. Cunningham-Rundles, A. J. Vickers, B. Cassileth, 2009: A phase I/II trial of a polysaccharide extract from *Grifola frondosa* (Maitake mushroom) in breast cancer patients: immunological effects. *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology*, 135, 1215-1221.
- Dicks, L., L. Jakobs, M. Sari, R. Hambitzer, N. Ludwig, M.-C. Simon, P. Stehle, B. Stoffel-Wagner, H.-P. Helfrich, J. Ahlborn, M. Rühl, B. Hartmann, J. J. Holst, S. Ellinger, 2022: Fortifying a meal with oyster mushroom powder beneficially affects postprandial glucagon-like peptide-1, non-esterified free fatty acids and hunger sensation in adults with impaired glucose tolerance: a double-blind randomized controlled crossover trial. *European journal of nutrition*, 61, 687-701.
- Feng, L., I. K. Cheah, M. M. Ng, J. Li, S. M. Chan, S. L. Lim, R. Mahendran, E. H. Kua, B. Halliwell, 2019: The Association between Mushroom Consumption and Mild Cognitive Impairment: A Community-Based Cross-Sectional Study in Singapore. *J Alzheimers Dis*, 68, 197-203.
- Gitsomboon, S., G. Ratanapornsompong, B. Ongphiphadhanakul, S. Thongpradit, S. Chanprasertyothin, L. O. Chailurkit, H. Nimitphong, 2024: Tremella fuciformis beverage improves glycated haemoglobin A1c and waist circumference in overweight/obese prediabetic subjects: a randomized controlled trial. 10, 1- 8.
- Hashemi Yusefabad, H., S. Hosseini, M. Zakerkish, B. Cheraghian, M. Alipour, 2022: The effects of hot air-dried white button mushroom powder on glycaemic indices, lipid profile, inflammatory biomarkers and total antioxidant capacity in patients with type-2 diabetes mellitus: A randomized controlled trial. *Journal of Research in Medical Sciences*, 27, 49-49.

- Hsu, C.-H., Y.-L. Liao, S.-C. Lin, K.-C. Hwang, P. Chou, 2007: The Mushroom *Agaricus Blazei* Murill in Combination with Metformin and Gliclazide Improves Insulin Resistance in Type 2 Diabetes: A Randomized, Double-blinded, and Placebo-Controlled Clinical Trial. *Journal of alternative and complementary medicine* (New York, N.Y.), 13, 97-102.
- Huang, K., H. R. El-Seedi, B. Xu, 2022: Critical review on chemical compositions and health-promoting effects of mushroom *Agaricus blazei* Murill. *Current Research in Food Science*, 5, 2190-2203.
- Huang, Y., Y. Xie, L. Huang, Z. Han, 2023: The Value of Anticoagulation Management Combining Telemedicine and Self-Testing in Cardiovascular Diseases: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *THERAPEUTICS AND CLINICAL RISK MANAGEMENT*, 19, 279-290.
- Jeitler, M., A. Michalsen, D. Frings, M. Hübner, M. Fischer, D. A. Koppold-Liebscher, V. Murthy, C. S. Kessler, 2020: Significance of Medicinal Mushrooms in Integrative Oncology: A Narrative Review. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 1- 13.
- Jovanović, J. A., M. Mihailović, A. Uskoković, N. Grdović, S. Dinić, M. Vidaković, 2021: The Effects of Major Mushroom Bioactive Compounds on Mechanisms That Control Blood Glucose Level. *J. Fungi* 2021, 7(1), 58. Special Issue Mushrooms—Mycotherapy and Mycochemistry. <https://doi.org/10.3390/jof7010058>.
- Julius, K.-I. 2017: CADIMA - EvidenceSynthesisDatabase Area. Center for Agriculture and Biosciences International (CABI). <https://www.cadima.info>
- Khatun, M. A., S. Sato, T. Konishi, 2020: Obesity preventive function of novel edible mushroom, *Basidiomycetes-X* (*Echigoshirayukidake*): Manipulations of insulin resistance and lipid metabolism. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 10, 245-251.
- Kim, Y., H. Lee, M. L. Chung, 2022: Living labs for a mobile app-based health program: effectiveness of a 24-week walking intervention for cardiovascular disease risk reduction among female Korean-Chinese migrant workers: a randomized controlled trial. *ARCHIVES OF PUBLIC HEALTH*, 80, 181-181.
- Kleftaki, S.-A., C. Amerikanou, A. Gioxari, D. Z. Lantzouraki, G. Sotiroudis, K. Tsiantas, T. Tsiaka, D. Tagkouli, C. Tzavara, L. Lachouvaris, G. I. Zervakis, N. Kalogeropoulos, P. Zoumpoulakis, A. C. Kaliora, 2022: A Randomized Controlled Trial on *Pleurotus eryngii* Mushrooms with Antioxidant Compounds and Vitamin D2 in Managing Metabolic Disorders. *Antioxidants*, 11, 2113, 1- 17.
- Klupp, N. L., H. Kiat, A. Bensoussan, G. Z. Steiner, D. H. Chang, 2016: A double-blind, randomised, placebo-controlled trial of *Ganoderma lucidum* for the treatment of cardiovascular risk factors of metabolic syndrome. *Scientific Reports*, 6, 29540, 1- 10.
- Krittanawong, C., A. Isath, J. Hahn, Z. Wang, S. E. Fogg, D. Bandyopadhyay, H. Jneid, S. S. Virani, W. H. W. Tang, 2021: Mushroom Consumption and Cardiovascular Health: A Systematic Review. 134, 637-642.e2.
- Kumar, P., E. M. Eid, M. A. Taher, M. H. E. El-Morsy, H. E. M. Osman, D. A. Al-Bakre, B. Adelodun, S. Abou Fayssal, M. Goala, B. Mioč, V. Držaić, F. O. Ajibade, K. S. Choi, V. Kumar, I. Širić, 2022: Biotransforming the Spent Substrate of Shiitake Mushroom (*Lentinula edodes* Berk.): A Synergistic Approach to Biogas Production and Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Fertilization. *Horticulturae*, 8, 479, 1- 15.
- Lam, L., S. Rapior, S. Morel, F. Fons, 2023: *Ganoderma lucidum* : Utilisations en Médecine Traditionnelle Chinoise tout au long de la vie. Thèse de pharmacie. Université de Montpellier, France, 118 p.
- Lesa, K., M. Khandaker, M. R. Faruque, R. Sharma, F. Islam, S. Mitra, T. Emran, 2022: Nutritional Value, Medicinal Importance, and Health-Promoting Effects of Dietary Mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Journal of Food Quality*, 2022, 1-9.
- Lin, J.-L., W.-K. Tseng, P.-T. Lee, C.-H. Lee, S.-Y. Tseng, P.-W. Chen, H.-Y. Chang, T.-H. Chao, 2022: A Randomized Controlled Trial Evaluating Outcome Impact of Cilostazol in Patients with Coronary Artery Disease or at a High Risk of Cardiovascular Disease. *JOURNAL OF PERSONALIZED MEDICINE*, 12, 938-938.
- Lin, L., Chu, H. 2017: Quantifying Publication Bias in Meta-Analysis. *Biometrics*, 74, 785-794.
- Liu, X., D. Luo, J. Guan, J. Chen, X. Xu, 2022: Mushroom polysaccharides with potential in anti-diabetes: Biological mechanisms, extraction, and future perspectives: A review. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1- 20.
- Martinez, O., C. C. Steele, T. J. Steele, S. Emerson, B. J. Cull, S. P. Kurti, S. K. Rosenkranz, 2024: Effects of short-term sugary beverage consumption on glucose control and cardiovascular disease risk factors: A randomized controlled parallel-arm trial. *JOURNAL OF AMERICAN COLLEGE HEALTH*, 72, 195-202.
- Mehrotra, A., M. S. Calvo, R. B. Beelman, E. Levy, J. Siuty, M. D. Kalaras, J. Uribarri, 2014: Bioavailability of vitamin D2 from enriched mushrooms in prediabetic adults: A randomized controlled trial. 68, 1154-1160.
- Morales, D., S. A. Shetty, B. López-Plaza, C. Gómez-Candela, H. Smidt, F. R. Marín, C. Soler-Rivas, 2021: Modulation of human intestinal microbiota in a clinical trial by consumption of a β -D-glucan-enriched extract obtained from *Lentinula edodes*. *European journal of nutrition*, 60, 3249-3265.
- Muszyńska, B., A. Grzywacz-Kisielewska, K. Kała, J. Gdula-Argasińska, 2018: Anti-inflammatory properties of edible mushrooms: A review. *Food Chemistry*, 243, 373-381.

- Nguyen, T. M. N., H. S. Le, B. V. Le, Y. H. Kim, I. Hwang, 2020: Anti-allergic effect of inotodiol, a lanostane triterpenoid from Chaga mushroom, via selective inhibition of mast cell function. *International Immunopharmacology*, 81, 106244, 1- 7.
- OMS, 2022: Suivi des progrès dans la lutte contre les maladies non transmissibles, 2022. Genève, Rapport, OMS. 204 p.
- OMS. 2025: *Il est urgent d'agir alors que le nombre de cas de diabète dans le monde a été multiplié par quatre au cours des dernières décennies* [Online]. Communiqué de presse en ligne, OMS. Available: <https://www.who.int/fr/news/item/13-11-2024-urgent-action-needed-as-global-diabetes-cases-increase-four-fold-over-past-decades> [Accessed 2025-01-23 17:31:05].
- Page, M., J. McKenzie, P. Bossuyt, I. Boutron, T. Hoffmann, C. Mulrow, L. Shamseer, J. Tetzlaff, E. Akl, S. Brennan, R. Chou, J. Glanville, J. Grimshaw, A. Hróbjartsson, M. Lalu, T. Li, E. Loder, E. Mayo-Wilson, S. McDonald, D. Moher, 2021: The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *PLOS Medicine*, 18, e1003583, 1–15.
- Park, H.-J. 2022: Current Uses of Mushrooms in Cancer Treatment and Their Anticancer Mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*, 23, 10502, 1- 14.
- Park, S., C.-J. Kim, K.-C. Ha, H.-I. Baek, H.-J. Yang, M.-J. Kim, S.-J. Park, 2021a: Efficacy and Safety of Aronia, Red Ginseng, Shiitake Mushroom, and Nattokinase Mixture on Insulin Resistance in Prediabetic Adults: A Randomized, Double-Blinded, Placebo-Controlled Trial. *Foods*, 10, 1558, 1- 18.
- Poddar, K. H., M. Ames, C. Hsin-Jen, M. J. Feeney, Y. Wang, L. J. Cheskin, 2013: Positive effect of mushrooms substituted for meat on body weight, body composition, and health parameters. A 1-year randomized clinical trial. *APPETITE*, 71, 379-387.
- RCORETEAM 2023: R: A Language and Environment for Statistical Computing. *R Foundation for Statistical Computing*.
- Shamim, M. Z., A. K. Mishra, T. Kausar, S. Mahanta, B. Sarma, V. Kumar, P. K. Mishra, J. Panda, K.-H. Baek, Y. K. Mohanta, 2023: Exploring Edible Mushrooms for Diabetes: Unveiling Their Role in Prevention and Treatment. *Molecules*, 28, 2837. doi: 10.3390/molecules28062837. PMCID: PMC10058372. PMID: 36985818.
- Sivanesan, I., M. Muthu, J. Gopal, J.-W. Oh, 2022: Mushroom Polysaccharide-Assisted Anticarcinogenic Mycotherapy: Reviewing Its Clinical Trials. *Molecules*, 27, 4090, 1–17.
- Sterne, J. A. C., J. Savović, M. J. Page, R. G. Elbers, N. S. Blencowe, I. Boutron, C. J. Cates, H. Y. Cheng, M. S. Corbett, M. S. Corbett, S. M. Eldridge, M. A. Hernán, S. Hopewell, A. Hróbjartsson, D. R. Junqueira, P. Jüni, J. J. Kirkham, T. Lasserson, Li, T., A. Mcaleenan, B. C. Reeves, S. Shepperd, I. Shrier, L. A. Stewart, K. Tilling, I. R. White, P. F. Whiting, J. P. T. Higgins, 2019: RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*, 366, 1- 12.
- Tang, W., D. Chen, L. Chen, G. Liu, S. Sun, C. Wang, Y. Gao, X. Ran, 2024: The correlation between serum vitamin D status and the occurrence of diabetic foot ulcers: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 14, 21932, 1- 13.
- Tangen, J.-M., A. Tierens, J. Caers, M. Binsfeld, O. K. Olstad, A.-M. S. Trøseid, J. Wang, G. E. Tjønnfjord, G. Hetland, 2015: Immunomodulatory Effects of the *Agaricus blazei* Murrill-Based Mushroom Extract AndoSan in Patients with Multiple Myeloma Undergoing High Dose Chemotherapy and Autologous Stem Cell Transplantation: A Randomized, Double Blinded Clinical Study. *BioMed Research International*, 2015, 718539, 1- 11.
- Therkelsen, S. P., G. Hetland, T. Lyberg, I. Lygren, E. Johnson, 2016: Effect of the Medicinal *Agaricus blazei* Murrill-Based Mushroom Extract, AndoSan™, on Symptoms, Fatigue and Quality of Life in Patients with Crohn's Disease in a Randomized Single-Blinded Placebo Controlled Study. *PloS one*, 11, e0159288-e0159288, 1–17.
- Thi Nhu Ngoc, L., Y. K. Oh, Y. J. Lee, Y. C. Lee, 2018: Effects of *Sparassis crispa* in Medical Therapeutics: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Int J Mol Sci*, 19, 1- 17.
- Tsai, M.-Y., Y.-C. Hung, Y.-H. Chen, Y.-H. Chen, Y.-C. Huang, C.-W. Kao, Y.-L. Su, H.-H. E. Chiu, K.-M. Rau, 2016: A preliminary randomised controlled study of short-term *Antrodia cinnamomea* treatment combined with chemotherapy for patients with advanced cancer. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 16, 322, 1- 10.
- Uffelman, C. N., N. I. Chan, E. M. Davis, Y. Wang, B. S. McGowan, W. W. Campbell, 2023: An Assessment of Mushroom Consumption on Cardiometabolic Disease Risk Factors and Morbidities in Humans: A Systematic Review. *Nutrients*, 15, 1079, 1- 22.
- Uffelman, C. N., J. N. Schmok, R. E. Campbell, A. S. Hartman, M. R. Olson, N. L. Anderson, N. A. Reisdorph, M. Tang, N. F. Krebs, W. W. Campbell, 2024: Consuming Mushrooms When Adopting a Healthy Mediterranean-Style Dietary Pattern Does Not Influence Short-Term Changes of Most Cardiometabolic Disease Risk Factors in Healthy Middle-Aged and Older Adults. 154, 574-582.
- Viechtbauer, W. 2010: Conducting Meta-Analyses in *R* with the *metafor* Package. *Journal of Statistical Software*, 36, 1–48.
- Wachtel-Galor, S., B. Tomlinson, I. F. F. Benzie, 2004: *Ganoderma lucidum* ("Lingzhi"), a Chinese medicinal mushroom: biomarker responses in a controlled human supplementation study. *The British journal of nutrition*, 91, 263-269.
- Wang, H., J. X. Ma, M. Zhou, J. Si, B. K. Cui, 2022: Current advances and potential trends of the polysaccharides derived from medicinal mushrooms *sanghuang*. *Front Microbiol*, 13, 965934, 1- 8.

- Wang, Y., Y. Wang, Q. Shehzad, Y. Su, L. Xu, L. Yu, W. Zeng, Z. Fang, G. Wu, W. Wei, Q. Jin, H. Zhang, X. Wang, 2023: Does omega-3 PUFAs supplementation improve metabolic syndrome and related cardiovascular diseases? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Critical reviews in food science and nutrition*, 1-28.
- Wickham, H., R. François, L. Henry, K. Müller, D. Vaughan, P. Software, PBC, 2023: dplyr: A Grammar of Data Manipulation. logiciel, CRAN / Posit Software, PBC. URL : <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>. DOI : 10.32614.
- Wińska, K., W. Mączka, K. Gabryelska, M. Grabarczyk, 2019: Mushrooms of the Genus Ganoderma Used to Treat Diabetes and Insulin Resistance. *Molecules*, 24, 4075, 1- 18.
- Xue, B., L. Li, X.-D. Gu, Z. Luo, F.-C. Jia, J.-C. Zhang, Y. Liu, Z.-D. Liu, W.-H. Wang, 2022: Protective Effect of Cordycepin on Impairment of Endothelial Function in Type 2 Diabetes Mellitus. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 24, 65-75.
- Zakari, S., X. Jiang, X. Zhu, W. Liu, M. G. B. Allakonon, A. K. Singh, C. Chen, X. Zou, P. B. I. Akponikpè, G. G. O. Dossa, B. Yang, 2021: Influence of sulfur amendments on heavy metals phytoextraction from agricultural contaminated soils: A meta-analysis. *Environmental pollution (Barking, Essex : 1987)*, 288, 1- 11.
- Zannou, E. S. D. 2024: *Trajectoires médicales et vécu des malades de cancer du sein : une analyse socio - anthropologique à partir des cas observés au CNHU-HKM de Cotonou*. Thèse unique de Doctorat, Abomey-Calavi.
- Zhang, J., B. Chen, J. Liang, J. Han, L. Zhou, R. Zhao, H. Liu, H. Dai, 2020: Lanostane Triterpenoids with PTP1B Inhibitory and Glucose-Uptake Stimulatory Activities from Mushroom *Fomitopsis pinicola* Collected in North America. *J Agric Food Chem*, 68, 10036-10049.
- Zhang, X., L. Cui, B. Chen, Q. Xiong, Y. Zhan, J. Ye, Q. Yin, 2021: Effect of chromium supplementation on hs-CRP, TNF-alpha and IL-6 as risk factor for cardiovascular diseases: A meta-analysis of randomized-controlled trials. *Complementary therapies in clinical practice*, 42, 101291-101291.
- Zhang, Y., Y. Lin, K. Wu, M. Jiang, L. Li, Y. Liu, 2023: Pleurotus abieticola Polysaccharide Alleviates Hyperlipidemia Symptoms via Inhibition of Nuclear Factor- κ B/Signal Transducer and Activator of Transcription 3-Mediated Inflammatory Responses, *Nutrients*, 15(23) 4904, 1–18. DOI : 10.3390/nu15234904
- Zhao, Q., Y. Jiang, Q. Zhao, H. Patrick Manzi, L. Su, D. Liu, X. Huang, D. Long, Z. Tang, Y. Zhang, 2023: The benefits of edible mushroom polysaccharides for health and their influence on gut microbiota: a review. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1- 19.