



Composition polyphénolique, potentiel antioxydant et inhibition de l' α -amylase de l'Ail (*Allium sativum* L.) cultivé en République Démocratique du Congo

[Polyphenolic composition, antioxidant potential and α -amylase inhibition of garlic (*Allium sativum* L.) cultivated in the Democratic Republic of Congo]

Edmond Phanzu Tsasa¹, Bienvenu Kamalandua Mvingu^{2,3}, Obed Nsemi Kanga^{2,3}, Lumière Kembisa Nkutu^{2,3*}, Yvonne Saila Bomangwa Ibebeke^{1,3}, Jean Sungula Kayembe² & Jean-Noël Kanyinda Mputu^{2,3}

¹Mention Chimie, Université Pédagogique Nationale, Kinshasa-Ngaliema, DR Congo ;

²Mention Chimie, Université de Kinshasa, Kinshasa-Lemba, DR Congo.

³Département de Biotechnologie, Substances Naturelles et Environnement, Centre de Recherches en Sciences Appliquées et Technologiques, Kinshasa-Gombe

Résumé

L'ail (*Allium sativum* L.) est une plante alimentaire et médicinale largement utilisée pour ses propriétés biologiques et thérapeutiques. La présente étude vise à évaluer la composition phénolique, l'activité antioxydante et l'activité inhibitrice de l' α -amylase des extraits d'ail cultivés dans différentes régions de la République Démocratique du Congo. Cinq échantillons d'ail provenant de Bukavu, Goma (deux échantillons), Butembo et Kinshasa ont été utilisés. Les extraits aqueux et méthanoliques ont été obtenus par macération de la poudre de gousses d'ail séchées. L'analyse phytochimique a permis de mettre en évidence la présence de plusieurs classes de métabolites secondaires, notamment les composés phénoliques, les flavonoïdes et les tanins. La teneur en polyphénols totaux a été déterminée par la méthode de Folin-Ciocalteu, tandis que l'activité antioxydante a été évaluée par le test de piégeage du radical DPPH. L'activité inhibitrice de l' α -amylase a été déterminée par la méthode colorimétrique utilisant l'acide 3,5-dinitrosalicylique. Les résultats ont montré que les extraits d'ail présentent une activité antioxydante significative ainsi qu'une inhibition notable de l' α -amylase. Ces propriétés biologiques pourraient être attribuées à la présence de composés phénoliques et d'autres composés bioactifs présents dans l'ail. Cette étude met en évidence le potentiel des variétés d'ail cultivées en République Démocratique du Congo comme source naturelle de composés bioactifs susceptibles de contribuer à la prévention du stress oxydatif et à la gestion du diabète de type 2.

Mots-clés : *Allium sativum*, polyphénols, activité antioxydante, α -amylase, diabète.

Abstract

Garlic (*Allium sativum* L.) is a widely consumed food and medicinal plant known for its numerous biological and therapeutic properties. The present study aimed to evaluate the phenolic composition, antioxidant activity, and α -amylase inhibitory activity of garlic extracts cultivated in different regions of the Democratic Republic of Congo. Five garlic samples collected from Bukavu, Goma (two samples), Butembo, and Kinshasa were used in this study. Aqueous and methanolic extracts were obtained by maceration of dried garlic clove powder. Phytochemical screening revealed the presence of several classes of secondary metabolites, including phenolic compounds, flavonoids, and tannins. Total phenolic content was determined using the Folin-Ciocalteu method, while antioxidant activity was assessed using the DPPH radical scavenging assay. The α -amylase inhibitory activity was evaluated using a colorimetric method based on the 3,5-dinitrosalicylic acid reagent. The results demonstrated that garlic extracts exhibited significant antioxidant activity as well as notable inhibition of α -amylase. These biological properties may be attributed to the presence of phenolic compounds and other bioactive constituents in garlic. The findings highlight the potential of garlic varieties cultivated in the Democratic Republic of Congo as a natural source of bioactive compounds that could contribute to the prevention of oxidative stress and the management of type 2 diabetes.

Keywords: *Allium sativum*, polyphenols, antioxidant activity, α -amylase inhibition, diabetes.

*Auteur correspondant : Lumière Kembisa Nkutu, (lumkembisa@gmail.com). Tél. : (+243) 810743316

 <https://orcid.org/0009-0000-2486-9745>; Reçu le 09/06/2026 ; Révisé le 29/06/2026 ; Accepté le 22/07/2026

DOI : <https://doi.org/10.59228/rcst.026.v5.i3.314>

Copyright: ©2026 Tsasa et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (CC-BY-NC-SA 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

1. Introduction

Le stress oxydatif résulte d'un déséquilibre entre la production d'espèces réactives de l'oxygène et les défenses antioxydantes, entraînant des dommages aux biomolécules et contribuant au développement de maladies chroniques, dont le diabète de type 2 (Halliwell & Gutteridge, 2015 ; Sies, 2017 ; Valko et al., 2007). Cette pathologie, en forte progression mondiale, est caractérisée par une hyperglycémie chronique liée à une résistance à l'insuline et à une altération des cellules β pancréatiques (International Diabetes Federation, 2023 ; American Diabetes Association, 2022), processus dans lesquels le stress oxydatif joue un rôle central (Brownlee, 2005 ; Ceriello & Motz, 2004). Le contrôle de l'hyperglycémie postprandiale, notamment par l'inhibition de l' α -amylase, constitue une stratégie thérapeutique clé, bien que les inhibiteurs synthétiques présentent des effets secondaires limitants (Kwon et al., 2008 ; McCue & Shetty, 2004 ; Chiasson et al., 2002). Dans ce contexte, les plantes apparaissent comme des sources prometteuses de composés bioactifs naturels (Kooti et al., 2016). L'ail (*Allium sativum* L.), riche en composés organosoufrés et phénoliques, possède des propriétés antioxydantes et antidiabétiques avérées (Bayan et al., 2014 ; Shang et al., 2019), notamment via l'inhibition des enzymes digestives et la neutralisation des radicaux libres (Rice-Evans et al., 1997 ; Hanhineva et al., 2010 ; McDougall et al., 2005). Plusieurs études ont également démontré la capacité des extraits d'ail à réduire le stress oxydatif et à améliorer le contrôle glycémique (Corzo-Martínez et al., 2007 ; Kumar et al., 2013). Cependant, les données relatives aux variétés cultivées en République Démocratique du Congo restent limitées, malgré l'influence potentielle des conditions agro-écologiques sur leur composition. Ainsi, cette étude vise à caractériser les composés phénoliques des extraits d'ail issus de différentes régions de la RDC et à évaluer leurs activités antioxydantes et anti-amylasiques, dans une perspective de valorisation des ressources locales et de développement d'alternatives naturelles pour la gestion du diabète.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est constitué de gousses d'ail (*Allium sativum* L.) provenant de différentes régions de la République Démocratique du Congo. Cinq échantillons ont été collectés, notamment à Bukavu (ASB), Goma (ASG et

ASg), Butembo (ASb) et Kinshasa (ASK). Les échantillons ont été achetés sur les marchés locaux ou directement auprès des producteurs. L'identification de différentes variétés d'ail a été faite à l'*Herbarium* de la faculté des Sciences et Technologies de l'Université de Kinshasa. Les gousses d'ail ont été débarrassées de leurs téguments, ensuite, elles ont été râpées. Les différentes pâtes obtenues, ont été étalées puis séchées à l'air libre à température ambiante pendant quatre jours. Après séchage, elles ont été placées dans une étuve à 50 °C pendant 48 heures afin d'obtenir un séchage complet. Les échantillons séchés ont ensuite été broyés à l'aide d'un mortier et d'un pilon afin d'obtenir une poudre fine utilisée pour les analyses ultérieures.

2.2. Extraction des composés bioactifs

L'extraction des composés bioactifs a été réalisée par macération solide-liquide. Cette méthode est couramment utilisée pour l'extraction des métabolites secondaires des plantes en raison de sa simplicité et de son efficacité (Owen & Johns, 1999 ; Azwanida, 2015). Pour chaque échantillon, 5 g de poudre d'ail ont été macérés dans 50 mL de solvant pendant 24 heures à température ambiante. Deux solvants d'extraction ont été utilisés : l'eau distillée et le méthanol. Le choix de ces solvants repose sur leur capacité à extraire efficacement différents types de composés bioactifs présents dans les plantes (Do et al., 2014). Après macération, les mélanges ont été filtrés à l'aide de papier filtre Whatman n°1. Les filtrats obtenus ont été concentrés à l'aide d'un évaporateur rotatif afin d'éliminer le solvant et d'obtenir les extraits bruts. Les extraits aqueux ont été codifiés (A) tandis que les extraits méthanoliques ont été codifiés (M).

2.3. Analyse phytochimique

Un criblage phytochimique qualitatif a été réalisé afin de mettre en évidence les principaux métabolites secondaires présents dans les extraits d'ail. Cette analyse repose sur des réactions colorées spécifiques permettant de détecter différentes classes de composés telles que les flavonoïdes, les tanins, les alcaloïdes et les saponines (Harborne, 1998 ; Sofowora, 2008). Les tests phytochimiques ont été effectués sur les extraits aqueux et méthanoliques selon les méthodes classiques utilisées dans l'analyse des plantes médicinales.

2.4. Détermination de la teneur en polyphénols totaux

La teneur en polyphénols totaux des extraits d'ail a été déterminée par la méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu décrite par Singleton et al. (1999).

Dans cette méthode, une aliquote de l'extrait est mélangée avec le réactif de Folin-Ciocalteu suivi de l'ajout d'une solution de carbonate de sodium. Après incubation, l'absorbance de la solution est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible. La concentration en polyphénols est déterminée à partir d'une courbe d'étalonnage obtenue avec l'acide gallique et les résultats sont exprimés en équivalent d'acide gallique (mg EAG/g d'extrait).

2.5. Détermination des flavonoïdes totaux

La teneur en flavonoïdes totaux a été déterminée par la méthode colorimétrique utilisant le trichlorure d'aluminium selon la méthode décrite par Chang et al. (2002). Cette méthode repose sur la formation d'un complexe flavonoïde-aluminium qui peut être quantifié par spectrophotométrie. L'absorbance du mélange réactionnel est mesurée à 415 nm et les résultats sont exprimés en équivalent de quercétine.

2.6. Évaluation de l'activité antioxydante totale

L'activité antioxydante totale des extraits d'ail a été évaluée par la méthode de piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) décrite par Brand-Williams et al. (1995). Cette méthode repose sur la capacité des composés antioxydants à réduire le radical DPPH, entraînant une diminution de l'absorbance de la solution. Une solution de DPPH est mélangée avec différentes concentrations d'extrait. Après incubation dans l'obscurité pendant 30 minutes, l'absorbance est mesurée à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible. L'activité antioxydante totale sera exprimée selon 2 paramètres : IC₅₀ et AAI.

2.7. Détermination de l'activité anti-amylasique

L'activité inhibitrice de l' α -amylase a été déterminée selon la méthode décrite par McCue et Shetty (2004) et Kwon et al. (2008). Cette méthode repose sur l'hydrolyse de l'amidon par l' α -amylase en présence ou en absence des extraits végétaux. Les extraits sont incubés avec l'enzyme α -amylase avant l'ajout du substrat (amidon soluble). Après incubation, la réaction est arrêtée par l'ajout du réactif d'acide 3,5-dinitrosalicylique (DNS), qui permet de quantifier les sucres réducteurs libérés lors de l'hydrolyse de l'amidon. Le mélange est ensuite chauffé dans un bain-marie, puis l'absorbance est mesurée à 540 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible. L'activité inhibitrice de l' α -amylase est exprimée en pourcentage d'inhibition.

3. Résultats

3.1. Analyse phytochimique

Le criblage phytochimique réalisé sur les extraits aqueux et méthanoliques des différents échantillons d'ail a révélé la présence de plusieurs classes de métabolites secondaires, notamment les composés phénoliques, les flavonoïdes et les tanins (tableau I). Ces composés sont connus pour leurs propriétés biologiques, notamment leurs activités antioxydantes et antidiabétiques. La présence de ces métabolites secondaires confirme les résultats de plusieurs études antérieures qui ont montré que l'ail contient une grande diversité de composés bioactifs responsables de ses propriétés pharmacologiques (Bayan et al., 2014 ; Shang et al., 2019).

Tableau I. Résultats du screening phytochimique des extraits d'*Allium sativum*

Métabolites secondaires	Extrait aqueux	Extrait méthanolique
Polyphénols	+	+
Flavonoïdes	+	+
Tanins	+	+
Saponines	±	+
Alcaloïdes	-	-

Légende : + : présent ; - : absent ; ± : faiblement présent.

3.2. Teneur en polyphénols totaux

Les résultats de la teneur en polyphénols totaux de nos échantillons sont présentés dans la figure 1 ci-dessous.

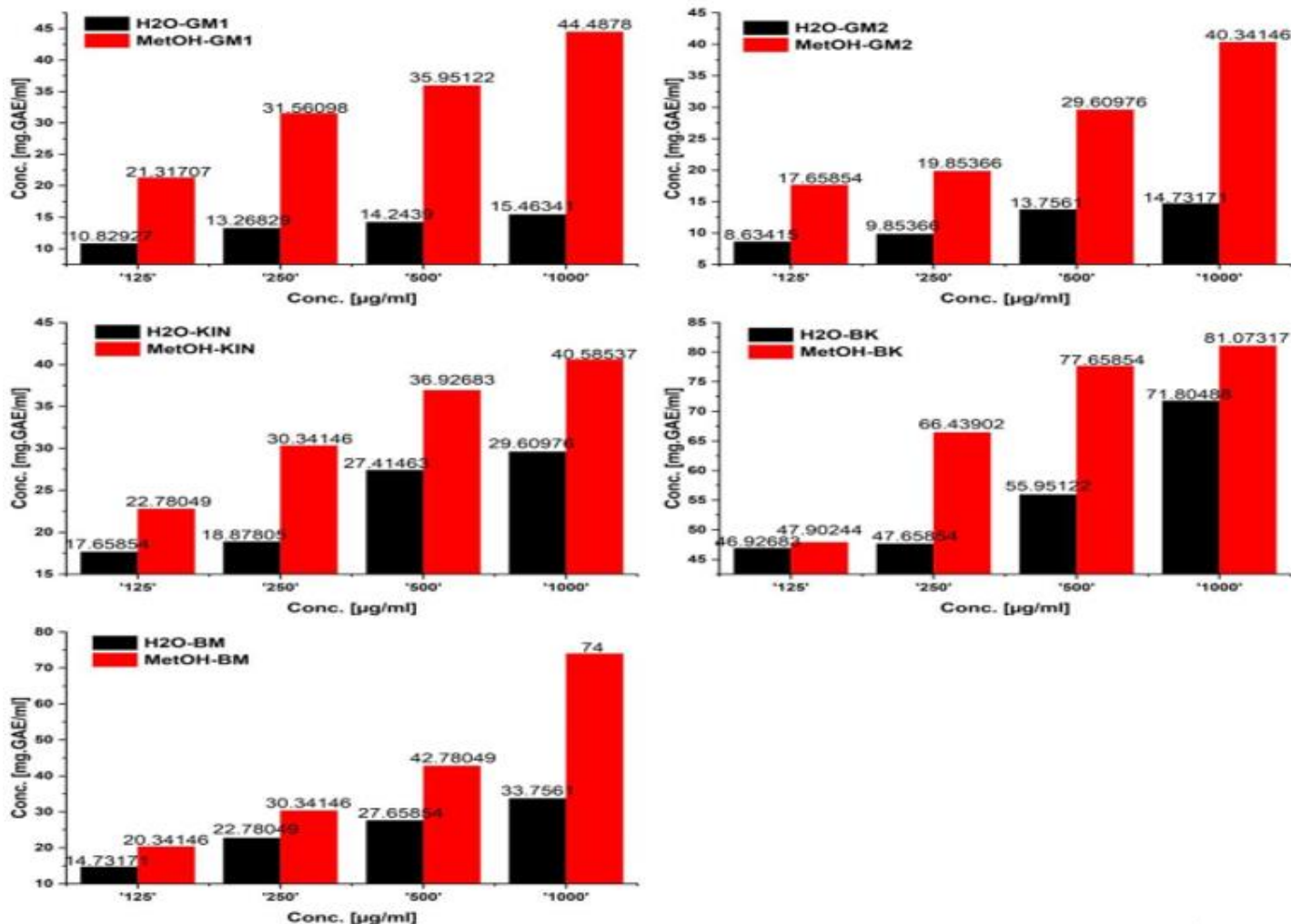


Figure 1 : Teneur en polyphénols totaux des échantillons d'*Allium savitum* L.

Les résultats obtenus montrent que les extraits d'ail présentent des teneurs variables en polyphénols totaux selon l'origine géographique des échantillons et le solvant d'extraction utilisé. Les concentrations observées varient entre 14,73 et 71,81 mg EAG/g pour les extraits aqueux et entre 40,34 et 81,07 mg EAG/g pour les extraits méthanoliques. De manière générale, les extraits méthanoliques présentent des teneurs plus élevées en polyphénols que les extraits aqueux. Cette observation peut s'expliquer par la capacité du méthanol à solubiliser efficacement une large gamme de composés phénoliques.

Plusieurs études ont montré que les solvants organiques tels que le méthanol et l'éthanol sont particulièrement efficaces pour l'extraction des polyphénols en raison de leur polarité intermédiaire (Do et al., 2014 ; Azwanida, 2015). Les différences

observées entre les échantillons peuvent également être attribuées à divers facteurs tels que les conditions agroécologiques, le type de sol, les pratiques culturales et l'origine géographique des plantes. Il est bien établi que ces facteurs environnementaux influencent fortement la biosynthèse des métabolites secondaires chez les plantes (Shang et al., 2019). La présence importante de polyphénols dans les extraits d'ail suggère que cette plante pourrait constituer une source intéressante de composés bioactifs capables de contribuer à la neutralisation des radicaux libres et à la prévention du stress oxydatif.

3.3. Flavonoïdes totaux

Les résultats de la teneur en flavonoïdes totaux de nos échantillons sont présentés dans la figure 2 ci-dessous.

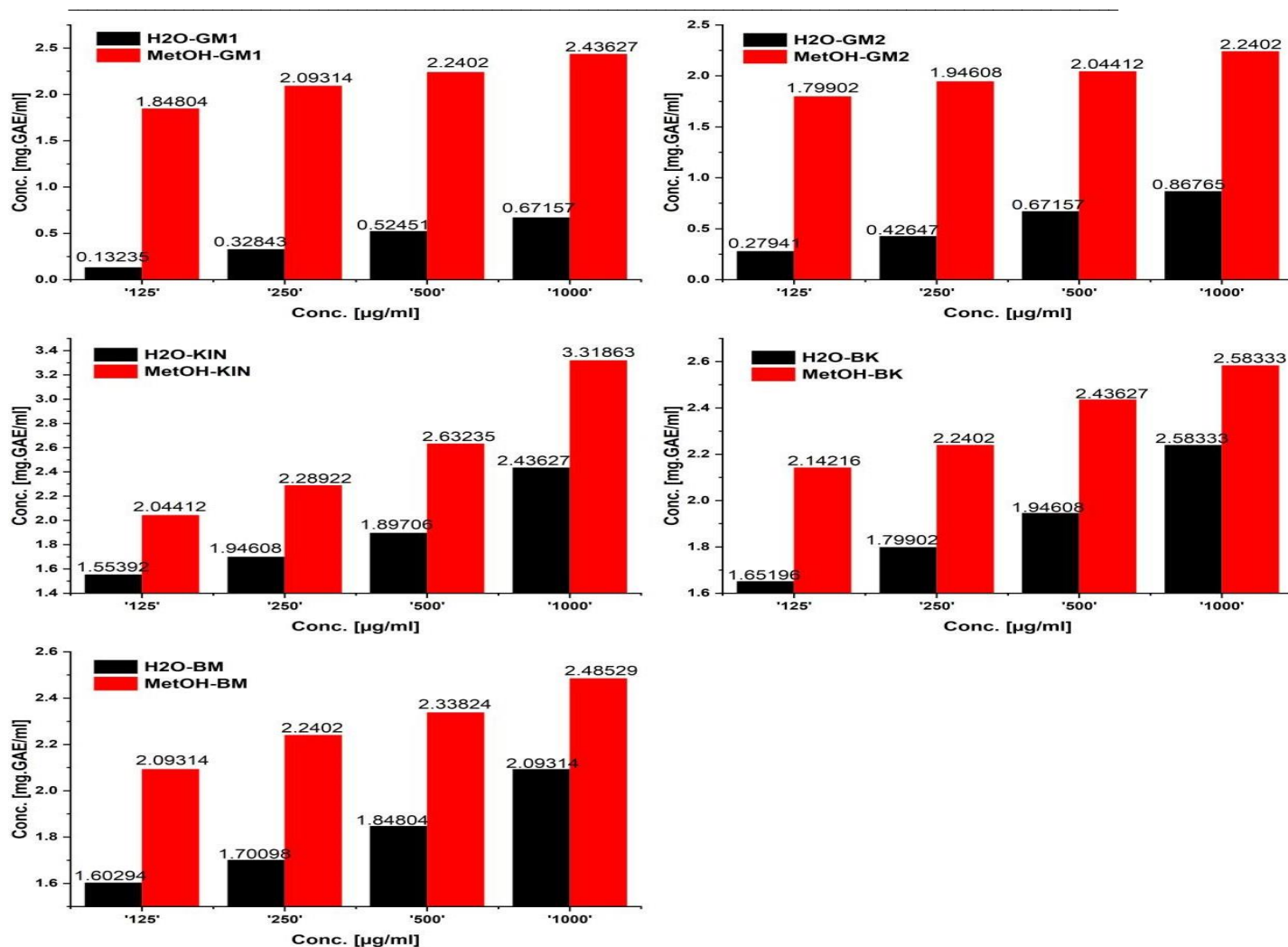


Figure 2: Teneurs en Flavonoïdes des échantillons d'*Allium savitum* L

Les résultats de l'analyse des flavonoïdes totaux montrent également une variation importante entre les différents extraits. Les teneurs les plus élevées ont été observées dans les extraits méthanoliques, notamment dans l'échantillon de Kinshasa (ASKM) avec 3,31863 mg QE/g, tandis que les valeurs les plus faibles ont été enregistrées dans certains extraits aqueux tels que l'échantillon ASGA avec 0,67157 mg QE/g. Ces résultats confirment que les flavonoïdes sont plus facilement extraits dans les solvants organiques. En effet, la structure chimique des flavonoïdes leur confère une meilleure solubilité dans les solvants organiques polaires tels que le méthanol et l'éthanol (Harborne, 1998). Les flavonoïdes sont connus pour leurs propriétés biologiques multiples, notamment leurs activités antioxydantes, anti-inflammatoires et

cardioprotectrices. Leur activité antioxydante repose principalement sur leur capacité à neutraliser les radicaux libres et à inhiber les réactions d'oxydation impliquées dans les dommages cellulaires (Rice-Evans et al., 1997). La présence de ces composés dans les extraits d'ail pourrait donc contribuer de manière significative aux propriétés biologiques observées dans cette étude.

3.4. Tanins totaux

Les résultats de la teneur en tanins totaux de nos échantillons sont présentés dans la figure 3 ci-dessous.

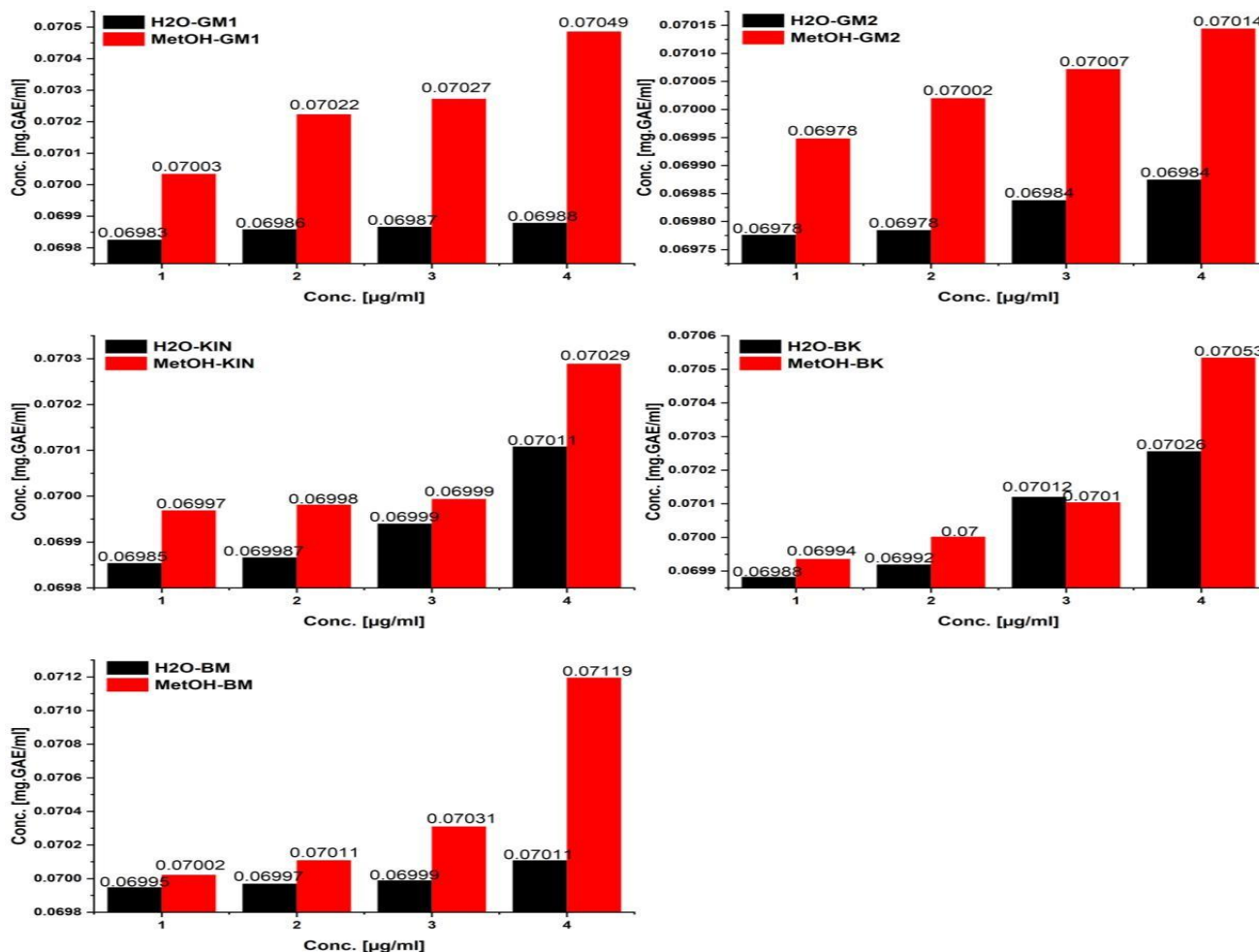


Figure 3 : Teneurs en Tanins totaux des échantillons d'*Allium savitum* L.

Les résultats obtenus montrent que les teneurs en tanins totaux sont relativement faibles mais comparables entre les différents échantillons. Les valeurs observées varient légèrement selon les extraits, avec des concentrations légèrement plus élevées dans les extraits méthanoliques que dans les extraits aqueux. Les tanins sont des polyphénols complexes capables d'interagir avec les protéines et diverses enzymes biologiques. Ils jouent un rôle important dans la défense des plantes contre les stress environnementaux et les attaques de pathogènes (Scalbert, 1991).

D'un point de vue pharmacologique, les tanins possèdent plusieurs propriétés biologiques, notamment des activités antioxydantes, antimicrobiennes et anti-inflammatoires. Leur capacité à complexer certaines enzymes digestives pourrait également contribuer à l'activité inhibitrice de l' α -amylase observée dans cette étude.

3.5. Activité antioxydante (DPPH)

Les résultats des activités antioxydante de nos échantillons d'*Allium savitum* L sont repris dans le [tableau II](#) ci-dessous.

Tableau II : Résultats de l'activité antioxydante totale selon les critères de IC₅₀ et de AAI

ECHANTILLONS		ACTIVITE ANTIOXYDANT DPPH	
		IC ₅₀ (µg/mL)	AAI
EXTRAITS AQUEUX	ASB	171,17	5,84
	ASK	215,59	4,64
	Asg	205,45	4,87
	Asb	194,62	5,14
	ASG	214,21	4,67
EXTRAITS METHANOLIQUES	ASB	127,76	7,83
	ASK	154,75	6,46
	Asg	128,08	7,81
	Asb	121,34	8,24
	ASG	168,90	5,92
REFERENCES	AC.		
	ASC	9,76	20,49
	BHT	10,27	19,47

Pour évaluer l'activité antioxydante totale in vitro, on utilise soit l'IC50, soit l'AAI.

L'IC50 qui est l'indice inhibitrice à 50%, mesure la capacité d'une substance à inhiber une fonction biologique ou biochimique spécifique, représentant la concentration nécessaire pour réduire cette activité de 50%. Ce paramètre est très utilisé pour les médicaments. Plus l'IC50 est faible, plus l'antioxydant est puissant (figure S1 et S2).

Nos extraits méthanoliques ont des valeurs de l'IC50 plus faibles que les extraits aqueux

Par ordre décroissant, on a :

- Pour les extraits méthanoliques, on a : ASG (168,9) ; ASK (154,75) ; ASg (128,08) ; ASB (127,75) ; ASb (121,34)

- Pour les extraits aqueux, on a : ASK (215,59) ; ASG (214,21) ; ASg (205,45) ; ASb (194,62) ; ASB (171,17)

L'AAI, l'indice de l'activité oxydante est un paramètre calculé à partir du rapport entre la concentration de DDPH utilisé lors du test et la valeur de l'IC50 trouvé. Cet indice est utilisé pour une évaluation et une comparaison de l'efficacité des antioxydants. L'AAI est simple d'interprétation car il permet de classer facilement les échantillons selon les catégories suivantes : $\geq 2,0$ $\mu\text{g/mL}$ (très fort) ; 1,0-2,0 (fort) ; 0,5-0,1 (modéré) ; $< 0,5$ (pauvre).

Plus l'AAI est grand, plus l'antioxydant est puissant.

Pour nos échantillons classés par ordre croissant de l'AAI, on a :

- Pour les extraits aqueux, on a : ASK (4,64) ; ASG (4,67) ; ASg (4,87) ; ASb (5,14) ; ASB (5,84)

L'extrait ASB aqueux a un AAI plus élevé de tous les extraits aqueux

- Pour les extraits méthanoliques, on a : ASG (5,92) ; ASK (6,46) ; ASg (7,81) ; ASB (7,83) ; ASb (8,24)

L'extrait ASb méthanolique a un AAI le plus élevé de tous nos échantillons.

Tous nos échantillons sont tous très actifs car ils ont tous un AAI $> 2,0$. Les extraits méthanoliques ont montré une activité antioxydante supérieure par rapport aux extraits aqueux. Le BHT et l'acide ascorbique ont été utilisés comme antioxydants de référence. Tous deux ont présenté un AAI de loin plus élevé que tous nos échantillons.

3.6. Implications biologiques et pharmacologiques

Les résultats obtenus dans cette étude mettent en évidence le potentiel biologique important des extraits d'ail cultivés en RD Congo. La présence de composés phénoliques, de flavonoïdes et de tanins pourrait contribuer aux activités antioxydantes observées. Ces propriétés biologiques sont particulièrement intéressantes dans le contexte de la prévention des maladies chroniques associées au stress oxydatif, notamment le diabète de type 2.

En effet, les composés phénoliques ont la capacité d'inhiber certaines enzymes digestives impliquées dans le métabolisme des glucides, telles que l' α -amylase, ce qui peut contribuer à la régulation de la glycémie postprandiale (McDougall et al., 2005 ; Kwon et al., 2008). Ainsi, les variétés d'ail étudiées pourraient constituer une source naturelle prometteuse de composés bioactifs susceptibles d'être valorisés dans le développement d'aliments fonctionnels ou de produits nutraceutiques destinés à la prévention du diabète et des maladies liées au stress oxydatif.

3.7. Activité inhibitrice de l' α -amylase

a. Sans inhibiteur

L'évolution de la concentration du produit formé au cours du temps et les tangentes au temps 0 pour la détermination de la vitesse initiale V_0 sont représentés dans les figures S3 et S4.

Les différentes vitesses initiales obtenues sont consignées dans le tableau T1 (supporting information). Ces résultats nous ont permis de tracer la courbe (hyperbole de Michaelis-Menten)

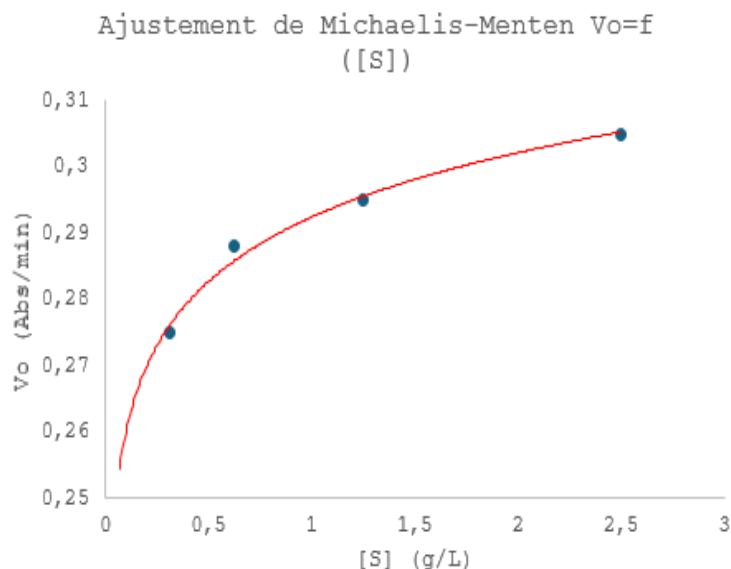


Figure 4 : Courbe de Michaelis-Menten (Hyperbole $V_0 = f([S])$)

Pour linéariser l'hyperbole de Michaelis-Menten, nous avons déterminé les inverses des concentrations et des absorbances ($1/S$ et $1/V_o$). Ce qui donne la représentation linéaire de Lineweaver-Burk ci-dessous :

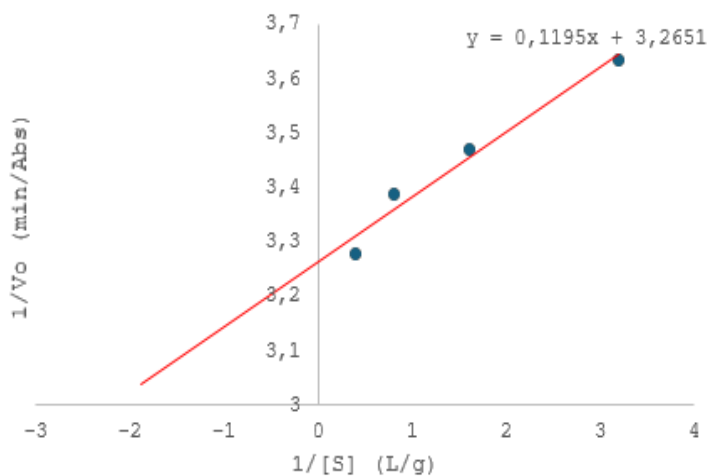


Figure 5 : Représentation de Lineweaver – Burk :
droite de $1/V_o = f(1/[S])$

- $V_{max} = 0,306$ absorbance/min
- $K_m = 0,037$ g/L

b. Avec inhibiteur

ASGA

L'évolution de la concentration du produit formé au cours du temps et les tangentes au temps 0 pour la détermination de la vitesse initiale V_o sont représentés dans les figures S5 et S6.

Les différentes vitesses initiales obtenues sont consignées dans le tableau T2 (supporting information). Ces résultats nous ont permis de tracer la courbe (hyperbole de Michaelis-Menten)

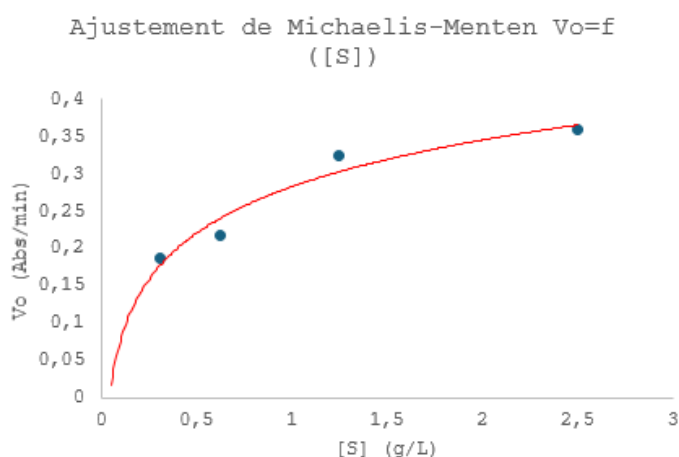


Figure 6 : Courbe de Michaelis-Menten (Hyperbole $V_o = f([S])$)

Pour linéariser l'hyperbole de Michaelis-Menten, nous avons déterminé les valeurs de $1/S$ et $1/V_o$

Ce qui donne la représentation linéaire de Lineweaver-Burk ci-dessous :

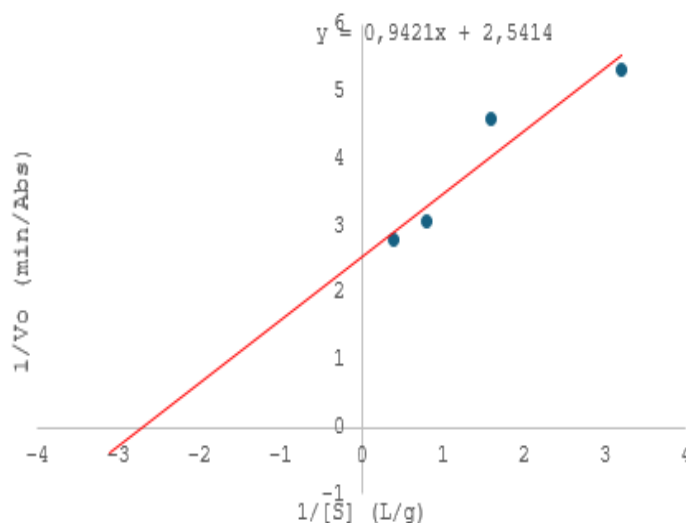


Figure 7 : Représentation de Lineweaver Burk :
droite de $1/V_o = f(1/[S])$

- $V_{max} = 0,393$ absorbance/min
- $K_m = 0,371$ g/L

ASgA

L'évolution de la concentration du produit formé au cours du temps et les tangentes au temps 0 pour la détermination de la vitesse initiale V_o sont représentés dans les figures S7 et S8.

Les différentes vitesses initiales obtenues sont consignées dans le tableau T3 (supporting information). Ces résultats nous ont permis de tracer la courbe (hyperbole de Michaelis-Menten).

Ajustement de Michaelis-Menten $V_o = f([S])$

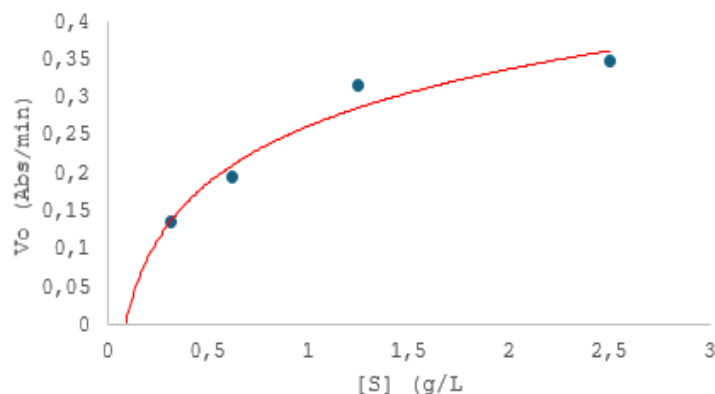


Figure 8 : Courbe de Michaelis-Menten (Hyperbole $V_o = f([S])$)

Pour linéariser l'hyperbole de Michaelis-Menten, nous avons déterminé les valeurs de $1/S$ et $1/V_o$

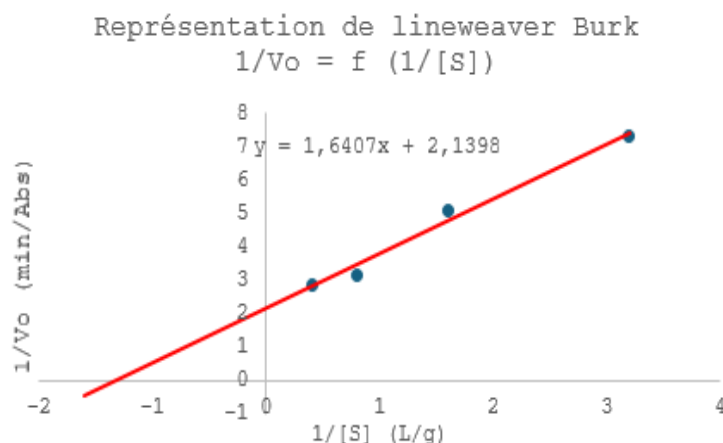


Figure 9 : Représentation de Lineweaver Burk: droite de $1/V_o = f(1/[S])$

- **V_{max} = 0,467 absorbance/min**
- **K_m = 0,767 g/L**

ASKA

L'évolution de la concentration du produit formé au cours du temps et les tangentes au temps 0 pour la détermination de la vitesse initiale V_o sont représentés dans les figures S9 et S10.

Les différentes vitesses initiales obtenues sont consignées dans le tableau T4 (supporting information). Ces résultats nous ont permis de tracer la courbe (hyperbole de Michaelis-Menten)

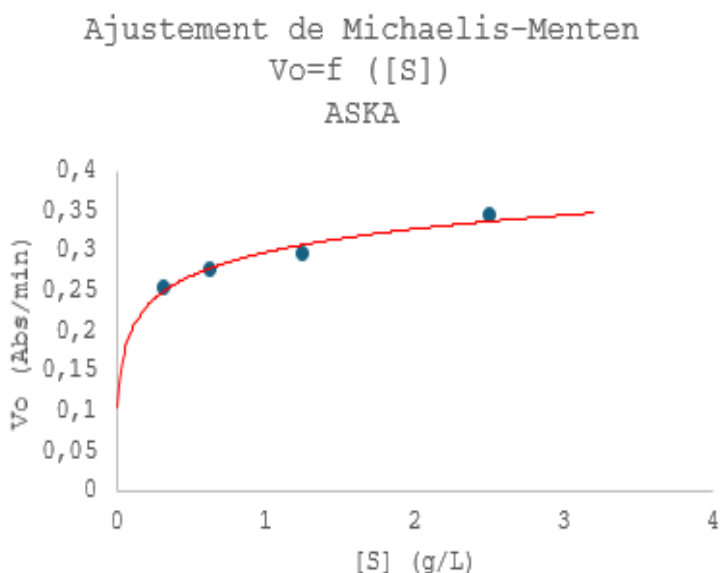


Figure 10 : Courbe de Michaelis-Menten (Hyperbole $V_o = f([S])$)

Pour linéariser l'hyperbole de Michaelis-Menten, nous avons déterminé les valeurs de $1/S$ et $1/V_o$.

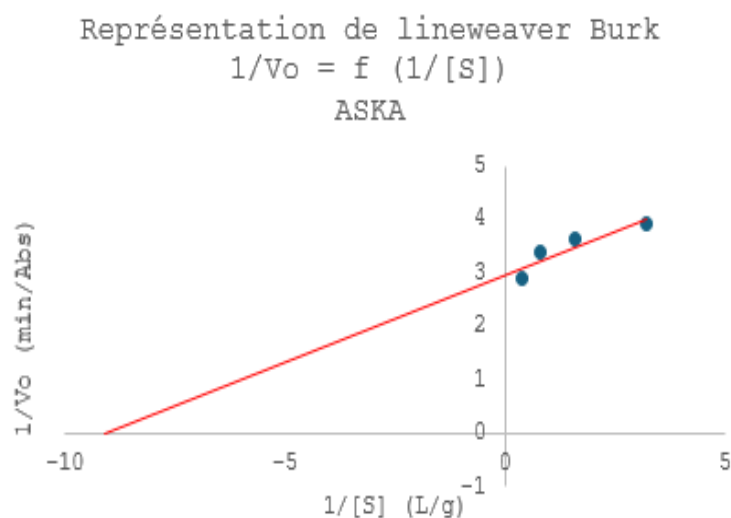


Figure 11 : Représentation de Lineweaver Burk : droite de $1/V_o = f(1/[S])$

- **V_{max} = 0.337 absorbance/min**
- **K_m = 0.110 g/L**

ASBA

L'évolution de la concentration du produit formé au cours du temps et les tangentes au temps 0 pour la détermination de la vitesse initiale V_o sont représentés dans les figures S11 et S12.

Les différentes vitesses initiales obtenues sont consignées dans le tableau suivant T5 (supporting information). Ces résultats nous ont permis de tracer la courbe (hyperbole de Michaelis-Menten)

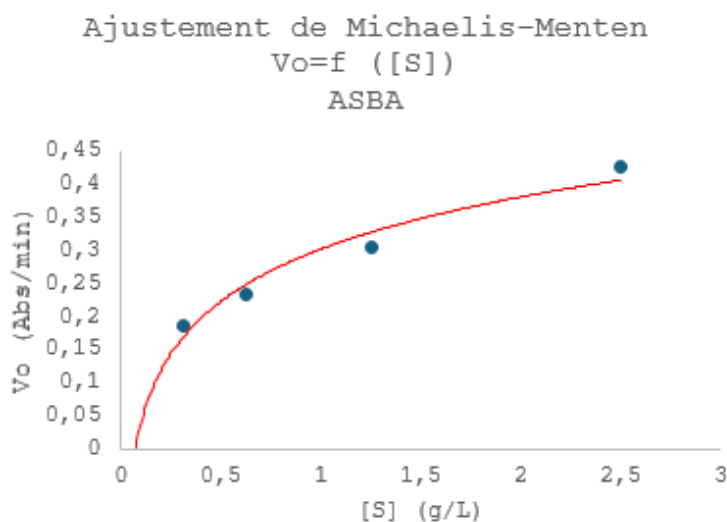


Figure 12 : Courbe de Michaelis-Menten (Hyperbole $V_o = f([S])$)

Pour linéariser l'hyperbole de Michaelis-Menten, nous avons déterminé les valeurs de $1/S$ et $1/V_o$

Représentation de lineweaver Burk
 $1/V_o = f(1/[S])$

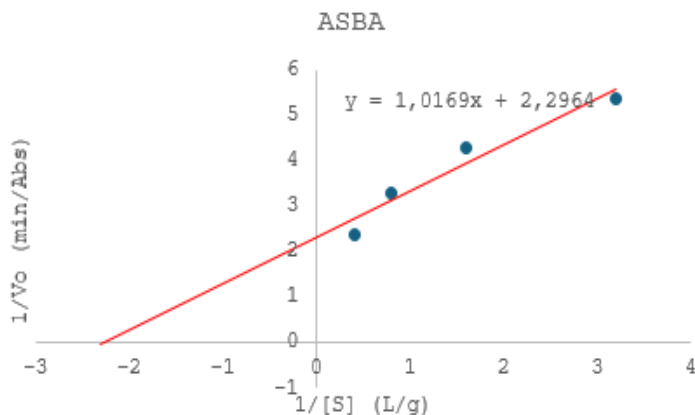


Figure 13 : Représentation de Lineweaver Burk: droite de $1/V_o = f(1/[S])$

- $V_{max} = 0,522$ absorbance/min
- $K_m = 0,714$ g/L

ASbA

L'évolution de la concentration du produit formé au cours du temps et les tangentes au temps 0 pour la détermination de la vitesse initiale V_o sont repris dans les figures S13 et S14.

Les différentes vitesses initiales obtenues sont consignées dans le [tableau T6](#) suivant (supporting information). Ces résultats nous ont permis de tracer la courbe (hyperbole de Michaelis-Menten)

Ajustement de Michaelis-Menten
 $V_o = f([S])$

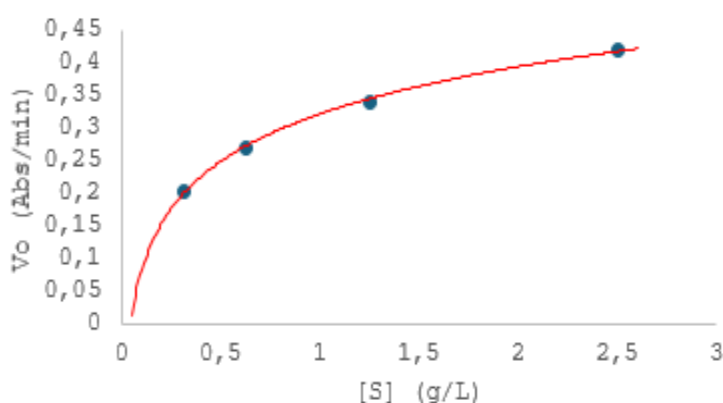


Figure 14 : Courbe de Michaelis-Menten (Hyperbole $V_o = f([S])$)

Pour linéariser l'hyperbole de Michaelis-Menten, nous avons déterminé les valeurs de $1/S$ et $1/V_o$

Représentation de lineweaver Burk
 $1/V_o = f(1/[S])$

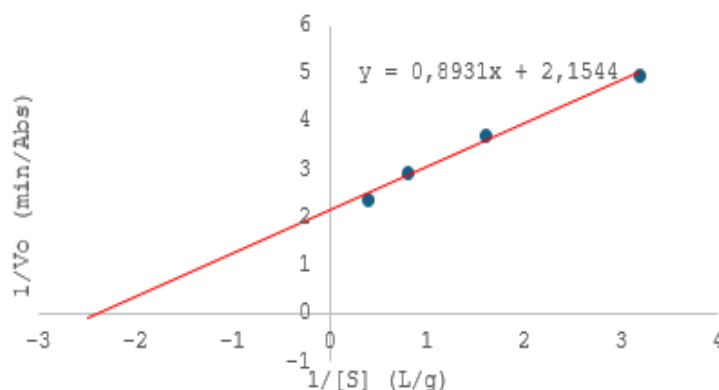


Figure 15 : Représentation de lineweaver Burk : droite $1/V_o = f(1/[S])$

- $V_{max} = 0,577$ absorbance/min
- $K_m = 0,331$ g/L

c. Représentations de Lineweaver-Burk de tous nos extraits mis ensemble

Représentation de lineweaver Burk
 $1/V_o = f(1/[S])$

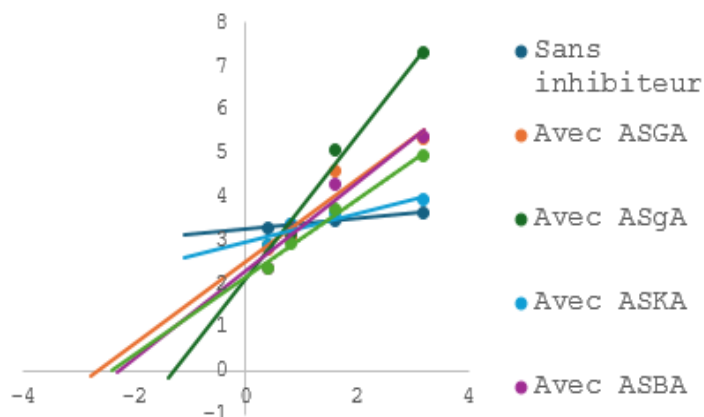


Figure 16 : Les droites de Lineweaver Burk mises ensembles

4. Discussion

L'évaluation de l'activité inhibitrice de l' α -amylase des extraits d'*Allium sativum* a montré que les différents extraits possèdent une capacité notable à inhiber cette enzyme digestive. L' α -amylase est une enzyme clé impliquée dans l'hydrolyse des polysaccharides alimentaires tels que l'amidon en sucres simples, principalement le maltose et le glucose. L'inhibition de cette enzyme constitue une stratégie importante pour la gestion de l'hyperglycémie postprandiale chez les patients atteints de diabète de type 2 (Kwon et al., 2008). Les résultats obtenus

indiquent que l'activité inhibitrice varie selon l'origine géographique des échantillons et selon le type de solvant utilisé pour l'extraction. De manière générale, les extraits méthanoliques ont montré une activité inhibitrice plus élevée que les extraits aqueux. Cette observation pourrait être liée à une meilleure extraction des composés bioactifs dans les solvants organiques tels que le méthanol, qui favorisent l'extraction des composés phénoliques et flavonoïdes.

Les composés phénoliques présents dans les extraits d'ail pourraient être responsables de cette activité inhibitrice. En effet, plusieurs études ont montré que les polyphénols possèdent la capacité d'interagir avec les enzymes digestives et d'inhiber leur activité catalytique. Cette inhibition peut se produire par interaction avec le site actif de l'enzyme ou par modification de sa structure tridimensionnelle (McDougall et al., 2005).

Les flavonoïdes et les tanins présents dans les extraits pourraient également contribuer à cette activité inhibitrice. Ces composés sont capables de former des complexes avec les protéines enzymatiques, ce qui peut entraîner une diminution de l'activité enzymatique. Des travaux antérieurs ont montré que les extraits riches en flavonoïdes présentent souvent une activité inhibitrice significative contre l' α -amylase et l' α -glucosidase, deux enzymes importantes dans la digestion des glucides (Hanhineva et al., 2010).

L'activité inhibitrice observée dans cette étude est également en accord avec les travaux de plusieurs chercheurs qui ont rapporté que les extraits d'ail possèdent des propriétés antidiabétiques potentielles. Par exemple, certains composés organosoufrés présents dans l'ail, tels que l'allicine et le diallyl disulfure, ont été associés à des effets hypoglycémisants et à une amélioration du métabolisme du glucose (Bayan et al., 2014).

Par ailleurs, les variations observées entre les différents échantillons peuvent être liées à plusieurs facteurs, notamment les conditions environnementales, les caractéristiques du sol, les pratiques culturales et le stade de maturité des plantes. Ces facteurs peuvent influencer la biosynthèse et l'accumulation des métabolites secondaires responsables des activités biologiques des plantes (Shang et al., 2019).

Ainsi, les résultats obtenus dans cette étude suggèrent que les extraits d'*Allium sativum* cultivé en République Démocratique du Congo possèdent un potentiel intéressant comme source naturelle

d'inhibiteurs de l' α -amylase. Cette propriété pourrait contribuer à la régulation de la glycémie postprandiale et offrir des perspectives prometteuses pour le développement de produits nutraceutiques ou phytothérapeutiques destinés à la prévention et à la gestion du diabète de type 2.

5. Conclusion

La présente étude a permis d'évaluer la composition phytochimique ainsi que les activités biologiques des extraits d'*Allium sativum* provenant de différentes régions de la République Démocratique du Congo. Les résultats obtenus ont mis en évidence la présence de plusieurs classes de métabolites secondaires, notamment les composés phénoliques, les flavonoïdes et les tanins, connus pour leurs propriétés biologiques importantes. L'analyse quantitative a montré que les extraits méthanoliques présentent généralement des teneurs plus élevées en polyphénols et en flavonoïdes que les extraits aqueux, ce qui suggère une meilleure efficacité du méthanol pour l'extraction de ces composés bioactifs.

Les tests d'activité antioxydante réalisés par la méthode de piégeage du radical DPPH ont révélé une forte capacité de neutralisation des radicaux libres, indiquant que les extraits d'ail possèdent un potentiel antioxydant significatif. Par ailleurs, les extraits étudiés ont montré une activité inhibitrice notable de l' α -amylase, une enzyme clé dans la digestion des glucides. Cette inhibition pourrait contribuer à la réduction de l'hyperglycémie postprandiale et suggère un potentiel intéressant des extraits d'ail dans la prévention et la gestion du diabète de type 2.

Ainsi, les résultats de cette étude mettent en évidence le potentiel biologique et nutraceutique des variétés d'ail cultivées en RD Congo. L'ail pourrait constituer une source naturelle prometteuse de composés bioactifs pouvant être valorisés dans le développement d'aliments fonctionnels ou de produits phytothérapeutiques destinés à la prévention des maladies liées au stress oxydatif. Ces résultats pourront être approfondie par les études in vivo, la LC-MS et la RMN.

Remerciements

Les auteurs remercient les institutions qui ont mis à leur disposition les infrastructures et les équipements nécessaires à la réalisation de cette étude.

Financement

Les auteurs déclarent n'avoir reçu aucun financement spécifique pour cette étude.

Conflit d'intérêts

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts.

Considération d'éthique

Cette étude n'a impliqué ni sujets humains ni animaux. Toutes les analyses ont été réalisées conformément aux bonnes pratiques de laboratoire et aux normes scientifiques en vigueur.

ORCID des auteurs

TSASA P.E: <https://orcid.org/0009-0000-2486-9745>

MVINGU K.B: <https://orcid.org/0000-0003-4031-9510>

KANGA N.O: <https://orcid.org/0009-0003-0396-3785>

Lumière N.K.L: <https://orcid.org/0009-0005-5710-0699>

IBEBEKE B.S.Y: <https://orcid.org/0009-0001-7440-7108>

KAYEMBE S.J: <https://orcid.org/0000-002-4238-591X>

MPUTU K.J.N: <https://orcid.org/0009-0009-4464-8013>

Contribution des auteurs

T.P.E. a conçu l'étude, réalisé les travaux expérimentaux, collecté et analysé les données, puis rédigé la première version du manuscrit.

M.K.B. et K.S.O. ont contribué aux analyses, au traitement des données ainsi qu'à l'interprétation des résultats.

N.K.L. a participé à la préparation et la soumission du manuscrit. A assuré la communication avec la revue, coordonné les révisions du manuscrit en réponse aux observations des évaluateurs et intégré les corrections et compléments d'information requis avant la soumission de la version finale.

I.B.S.Y. et K.S.J. ont contribué à l'encadrement scientifique des travaux et à la révision critique du manuscrit.

M.K.J.N. a assuré la supervision générale du projet, participé à la validation des résultats révisé le manuscrit et approuvé la version finale à soumettre.

Tous les auteurs ont lu et approuvé la version finale du manuscrit.

Références bibliographiques

- American Diabetes Association. (2022). Standards of medical care in diabetes.
- Azwanida, N. (2015). A review on the extraction methods use in medicinal plants. *Medicinal & Aromatic Plants*, 4, 196.
- Azwanida, N. (2015). A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Medicinal & Aromatic Plants*, 4(3), 196. <https://doi.org/10.4172/2167-0412.1000196>
- Bayan, L., Koulivand, P. H., & Gorji, A. (2014). Garlic: a review of potential therapeutic effects. *Avicenna Journal of Phytomedicine*.
- Bayan, L., Koulivand, P. H., & Gorji, A. (2014). Garlic: A review of potential therapeutic effects. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 4(1), 1-14.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28, 25-30.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT – Food Science and Technology*, 28(1), 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Brownlee, M. (2005). The pathobiology of diabetic complications. *Nature*.
- Ceriello, A., & Motz, E. (2004). Is oxidative stress the pathogenic mechanism of diabetic complications? *Diabetes Care*.
- Chang, C., Yang, M., Wen, H., & Chern, J. (2002). Estimation of total flavonoid content by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10, 178-182.
- Chiasson, J. L., et al. (2002). Acarbose treatment and prevention of diabetes. *The Lancet*.
- Corzo-Martínez, M., et al. (2007). Biological properties of garlic and onions. *Trends in Food Science & Technology*.
- Do, Q. D., Angkawijaya, A. E., Tran-Nguyen, P. L., et al. (2014). Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*. *Journal of Food and Drug Analysis*, 22(3), 296-302.
- Do, Q. D., et al. (2014). Effect of extraction solvent on total phenol content and antioxidant activity of

- plant extracts. *Journal of Food and Drug Analysis*, 22, 296-302.
- Halliwell, B., & Gutteridge, J. (2015). *Free Radicals in Biology and Medicine*.
- Hanhineva, K., et al. (2010). Impact of dietary polyphenols on carbohydrate metabolism. *International Journal of Molecular Sciences*.
- Hanhineva, K., Törrönen, R., Bondia-Pons, I., et al. (2010). Impact of dietary polyphenols on carbohydrate metabolism. *International Journal of Molecular Sciences*, 11(4), 1365-1402.
- Harborne, J. B. (1998). *Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis*. Chapman & Hall.
- Harborne, J. B. (1998). *Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis*. Chapman & Hall, London.
- International Diabetes Federation. (2023). *IDF Diabetes Atlas*.
- Kooti, W., et al. (2016). Medicinal plants in the treatment of diabetes. *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*.
- Kwon, Y. I., Apostolidis, E., & Shetty, K. (2008). Inhibitory potential of plant extracts against α -amylase. *Bioresource Technology*.
- Kwon, Y. I., Apostolidis, E., & Shetty, K. (2008). Inhibitory potential of plant extracts against α -amylase. *Bioresource Technology*, 99, 2981-2988.
- Kwon, Y. I., Apostolidis, E., & Shetty, K. (2008). Inhibitory potential of wine and tea against α -amylase and α -glucosidase for management of hyperglycemia linked to type 2 diabetes. *Bioresource Technology*, 99(8), 2981-2988.
- McCue, P., & Shetty, K. (2004). Inhibitory effects of plant extracts on α -amylase activity. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 13, 101-106.
- McCue, P., & Shetty, K. (2004). Inhibitory effects of rosmarinic acid extracts on porcine pancreatic α -amylase in vitro. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 13(1), 101-106.
- McDougall, G. J., et al. (2005). Polyphenols and inhibition of digestive enzymes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
- McDougall, G. J., Shpiro, F., Dobson, P., et al. (2005). Different polyphenolic components of soft fruits inhibit α -amylase and α -glucosidase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(7), 2760-2766.
- Owen, P. L., & Johns, T. (1999). Xanthine oxidase inhibitory activity of plant extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, 64, 149-160.
- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., & Paganga, G. (1997). Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*, 2(4), 152-159.
- Rice-Evans, C., et al. (1997). Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*.
- Scalbert, A. (1991). Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry*, 30(12), 3875-3883.
- Shang, A., Cao, S. Y., Xu, X. Y., et al. (2019). Bioactive compounds and biological functions of garlic (*Allium sativum* L.). *Trends in Food Science & Technology*, 86, 412-427.
- Shang, A., et al. (2019). Bioactive compounds and health benefits of garlic. *Trends in Food Science & Technology*.
- Sies, H. (2017). Oxidative stress: a concept in redox biology. *Redox Biology*.
- Sies, H. (2017). Oxidative stress: A concept in redox biology and medicine. *Redox Biology*, 11, 613-619.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols by Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Sofowora, A. (2008). *Medicinal Plants and Traditional Medicine in Africa*. Spectrum Books.
- Valko, M., et al. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., et al. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 39(1), 44-84.