



ISSN (O): 2320-5407
ISSN (P): 3107-4928

Journal Homepage: - www.journalijar.com

INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH (IJAR)

Article DOI: 10.21474/IJAR01/22140
DOI URL: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/22140>



RESEARCH ARTICLE

EFFET DES FERTILISANTS ORGANIQUES SUR LA CONSERVATION DE GBOMA (SOLANUM MACROCARPUM L.) DANS LA PREFECTURE DE LA KOZAH AU TOGO

Nazer Famah Sourassou^{1,2}, Batcha Ouadja^{1,3}, Emmanuel Kombieni^{1,2}, Pitemnawè Aloyi^{1,2}, Tiatou Souho^{1,3},
Essowèréou Abel Abli^{1,3} & Atti Tchabi^{1,2}

1. Centre d'Excellence en Protection Durable des Cultures, Laboratoire des Sciences Agronomiques et Biologiques Appliquées, Université de Kara, BP. 404 Kara, Togo.
2. Institut Supérieur des Métiers de l'Agriculture, Université de Kara, Togo.
3. Facultés des Sciences et Techniques, Université de Kara, Togo.

Manuscript Info

Manuscript History

Received: 08 September 2025
Final Accepted: 10 October 2025
Published: November 2025

Key words:-

Solanum macrocarpon, fertilization,
yield, preservation, Togo.

Abstract

Soil fertility in Togo is declining, hindering agricultural production, particularly for vegetable crops like *Solanum macrocarpon*, locally known as "gboma." This study examined the impact of various fertilizers—poultry manure, compost, biofertilizer (bio-mol), NPK mineral fertilizer (15:15:15), and a control without fertilizer—on the growth, biomass, and shelf life of gboma in the Kara region. The results showed that poultry manure significantly promoted plant growth, reaching a height of 21.31 cm and an average leaf weight of 45.13 g. Compared to the control, poultry manure increased fresh biomass by 70% and outperformed both compost and NPK by 40%. In terms of preservation, leaves treated with poultry manure demonstrated the best resistance to drying at room temperature, extending their shelf life from 9 to 12 days, compared to 7 days for the control. Under refrigeration, all treatments showed similar performance, but poultry manure reduced decay rates compared to the control. Biochemical analyses revealed a water content of 85.4% and a high concentration of vitamin C (4.69 mg) for the leaves treated with poultry manure, versus only 82% water for the control leaves. These results suggest that poultry manure is the most effective fertilizer for improving productivity and post-harvest preservation of gboma.

"© 2025 by the Author(s). Published by IJAR under CC BY 4.0. Unrestricted use allowed with credit to the author."

Introduction:-

Les cultures maraîchères, en particulier les légumes, jouent un rôle essentiel dans la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations en Afrique et au Togo en particulier. Les légumes apportent à l'organisme des vitamines et sels minéraux vitaux pour son fonctionnement (Keatinge et al., 2011; Vodouhe et al., 2012). Parmi eux, la grande morelle (*Solanum macrocarpon*) est particulièrement prisée dans la gastronomie togolaise et africaine, car

Corresponding Author:- Emmanuel Kombieni

Address:- 1. Centre d'Excellence en Protection Durable des Cultures, Laboratoire des Sciences Agronomiques et Biologiques Appliquées, Université de Kara, BP. 404 Kara, Togo. 2. Institut Supérieur des Métiers de l'Agriculture, Université de Kara, Togo.

elle est riche en vitamines A et C, ainsi qu'en minéraux (Dougnon et al., 2012; Maundu et al., 2023). En plus de ses bienfaits nutritionnels, cette plante possède également des propriétés médicinales (Dougnon et al., 2014; Komlaga et al., 2014). Au Togo, la grande morelle communément appelé « gboma » est produite essentiellement en maraîchage. Pour répondre à la demande croissante de ce légume, les producteurs adoptent des amendements chimiques à des niveaux souvent excessifs, ce qui peut avoir des conséquences néfastes sur la qualité des sols (Massah & Azadegan, 2016; Sharma, 2017). En revanche, l'utilisation d'amendements organiques représente une alternative viable pour promouvoir une agriculture (Li et al., 2017; Ouedraogo et al., 2022; Paharvi et al., 2021; Zaib et al., 2023). Malgré cela, la conservation des feuilles de gboma à l'état frais est un défi majeur pour les petits exploitants, car ces feuilles comestibles se fanent plus rapidement en conditions ambiantes entraînant leurs méventes ou leur détérioration (Yolou, 2019). Cette difficulté de conservation à l'état frais des légumes sur une longue période impacte les revenus des petits exploitants (Kouame et al., 2013; Yolou, 2019). Pour atténuer ces problèmes de conservation, il est crucial d'explorer des solutions accessibles aux petits agriculteurs, notamment en anticipant les défis liés à la conservation de la phase de production (Tekpa et al., 2024b). C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude, qui vise à identifier les types d'amendements les plus efficaces pour garantir une bonne conservation des feuilles de gboma, tout en explorant l'hypothèse selon laquelle les fertilisants influencent la durée de conservation des feuilles de cette plante.

Materiel Et Methodes :-

MILIEU D'ETUDE :-

L'étude a été conduite à la station d'expérimentation agronomique de l'université de Lomé sise à Tchitchao dans la région de la Kara (latitude 9,617N ; longitude 1,115 E), au nord-Togo. Le climat y est subtropical soudanien, caractérisé par une saison des pluies d'avril à novembre et une saison sèche de décembre à mars. La température moyenne annuelle est de 26,9°C, avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1048,9 mm. Le sol, de type squelettique, est peu profond et relativement pauvre. Les travaux de laboratoire se sont déroulés d'août à septembre 2023 au Laboratoire des Sciences Agronomiques et Biologiques Appliquées (LASABA) de l'Université de Kara.

MATERIEL VEGETAL :

Une variété de gboma, Kombara, achetée auprès de l'établissement YA-ALLAHOU à Kara a été utilisée pour l'étude.

LES FERTILISANTS ET PESTICIDE UTILISES :

Le compost a été obtenu à Niamtougou (Togo) auprès de la société Ecolab, tandis que le fumier provient de la section aviaire de la SEAT. Le fertilisant minéral de synthèse est un engrais composé NPK 15 :15 :15 acquis auprès de CAGIA Togo ainsi que le bio-mol qui est un biofertilisant granulé issu de débris végétaux et animaux. Les caractéristiques physico-chimiques du sol, du compost et de la fiente utilisés pour cette expérimentation sont identiques à celles rapportées par Tekpa et al. (2024b). Le tableau 1 présente les caractéristiques physico-chimiques du sol, du compost et de la fiente utilisés pour l'étude.

Le bio-insecticide Neemsol GA (Azadirachin) a été utilisé pour protéger les cultures contre les ravageurs

Tableau 1 : Caractéristiques physico- chimiques du sol, du compost et de la fiente utilisés

Echantillons	Parametres		
	Carbone (%)	Azote (mg/Kg)	Phosphore (mg/Kg)
Compost	1,565	86,71	89,74
Fiente	1,783	654,84	1027,89
Sol	0,543	72,48	0,65

MISE EN PLACE DE L'ESSAI :

Mise en place de la pépinière :

La pépinière a été réalisée sur les planches, et les jeunes plants ont été repiqués un mois plus tard sur des planches de 5 m² (1 m x 5 m), suivant un schéma de plantation (30 x 40 cm) soit 25 plants par unité expérimentale. Le dispositif expérimental adopté est celui en bloc aléatoire avec 5 traitements répétés 3 fois. Deux semaines avant le repiquage, les planches qui avaient été choisies pour être traitées avec la fiente de volaille et le compost ont reçu l'apport en fumure de fond à la dose de 30t/ha. Deux semaines après le repiquage ce fut l'apport de NPK 1515 et du biofertilisant granulé biomol à des doses respectives de 2 kg/ha.

Evaluation des effets des fertilisants sur les parametres de croissance des plants de Gboma et sur la biomasse fraiche de gboma :-

Les parametres suivants ont été mesurés : la hauteur des plants, la longueur des feuilles, la circonférence de tige des plants, le poids de feuille, poids de plant. Ces observations ont été faites à un intervalle d'un mois sur 10 plants choisis au hasard par planche pour la variété. La circonférence des plants a été prise à l'aide d'un metre ruban et le poids des feuilles a été mesurés à l'aide de la balance électronique LCD CUISINE d'une portée de 5kg de précision de 1g.

Evaluation des effets des fertilisants sur la durée de conservation de gboma :

Pour évaluer l'impact des différents fertilisants sur la durée de conservation du gboma, 100 g de feuilles saines par traitement ont été stockés selon deux méthodes : à température ambiante et au réfrigérateur. Des observations ont été effectuées tous les trois jours, permettant de compter et d'éliminer les feuilles détériorées.

Détermination des caractéristiques biochimiques des feuilles de Gboma :

La détermination des caractéristiques biochimiques des feuilles de gboma a été réalisée selon les méthodologies utilisées par Tekpa et al. (2024b) pour la détermination des caractéristiques biochimiques de la tomate fraiche. La teneur en eau des échantillons est déterminée par la méthode AOAC (Horwitz, 2006), tandis que les cendres brutes sont obtenues par incinération complète de la matière organique. Les analyses comprennent la détermination de l'azote total selon la méthode de Kjeldahl, des sucres totaux par la méthode de Dubois, et la titration de l'acide ascorbique par une méthode d'oxydoréduction indirecte avec I_2 . Les sels minéraux totaux sont extraits et dosés, la teneur en lipides est mesurée via la méthode Soxhlet, et la valeur énergétique est calculée à partir des lipides, glucides et protéines.

ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES :

Les données ont été transformées à l'aide de la fonction $X' = \log(X + 1)$. L'analyse de variance (ANOVA) a été effectuée à l'aide du logiciel statistique SAS, et le test de séparation des moyennes de Student-Newman-Keuls a été appliqué avec un seuil de signification de 5 %.

Résultats:-

EFFETS DES FERTILISANTS SUR LA CROISSANCE DES PLANTS DE GBOMA :-

Les résultats montrent que le traitement avec la fiente a significativement amélioré la hauteur des plants, la circonférence et le poids des feuilles par rapport aux autres traitements, avec des valeurs respectives de 21,31 cm, 2,67 cm et 45,13 cm. En revanche, le groupe témoin, ainsi que les traitements bio-mol, NPK et compost, présentent des performances similaires et inférieures, sans différences significatives entre eux (Tableau 2).

Tableau 1: Hauteur, circonférence et poids moyen de feuille de gboma en fonction des traitements

Traitements	Hauteur plant (cm)	Circonférences plant (cm)	Poids des feuilles (g)
Témoin	15,06 ± 0,6b	2,04 ± 0,1b	82,97 ± 4,87 c
Bio-mol	15,92 ± 0,7b	2,22 ± 0,12b	98,14 ± 6,04 cb
NPK	16,18 ± 0,6b	1,96 ± 0,11b	108,84 ± 5,60 b
Fiente	21,31 ± 1,4 a	2,67 ± 0,12 a	129,94 ± 7,51 a
Compost	14,78 ± 0,8b	2,05 ± 0,10b	82,08 ± 5,58 c
<i>F</i>	8,62	6,16	10,84
<i>P</i>	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Les valeurs moyennes suivies des lettres minuscules identiques dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Effets des fertilisants sur la production de la biomasse fraiche de gboma:-

L'analyse des poids des échantillons montre que, pour les trois coupes des feuilles de gboma, la fiente a donné des résultats nettement supérieurs, atteignant des poids significativement plus élevés que ceux des autres traitements

(Figure 1). Les barres représentant les traitements Bio-mol, NPK et Compost présentent des poids similaires, sans différence significative entre elles.

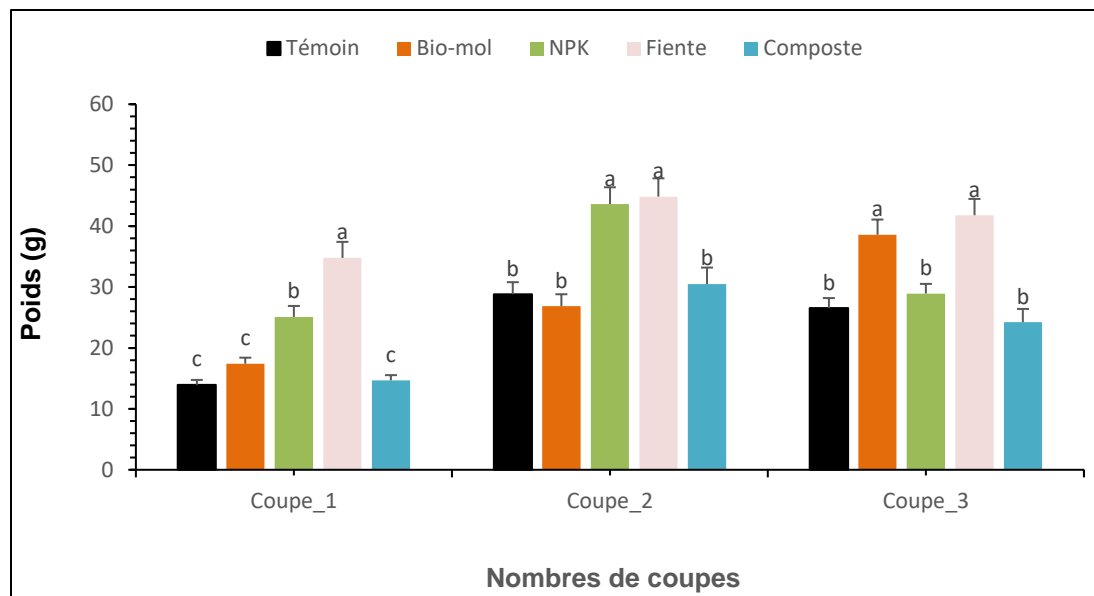


Figure 1: Biomasse fraîche moyenne en feuilles fraîches produites par les plants des différents fertilisants en fonction du nombre de coupes.

Caractéristiques biochimiques et nutritionnelles des feuilles de gboma:-

Le Tableau 3 montre que les feuilles de gboma issues du traitement à la fiente ont la teneur la plus élevée en eau (85,4%) et en vitamine C (4,69 mg), ainsi qu'une bonne teneur en cendres (2,26%) et en lipides (0,22%). Le compost se distingue par une teneur en cendres plus élevée (2,41%), tandis que le NPK présente les valeurs les plus faibles en lipides (0,07%) mais les protéines les plus élevées (5,79%). Le traitement témoin reste équilibré en matières sèches et protéines.

Tableau 2: Caractéristiques biochimiques et nutritionnelles des feuilles de gboma

Traitement	Eau (%)	Matière sèche (%)	Cendre (%)	Vitamines C (mg)	Lipides (%)	Protéines (%)
Témoin	84,72	15,66	2,17	3,76	0,16	5,57
Bio-mol	82,95	17,05	2,16	3,81	0,09	5,22
NPK	83,8	16,2	1,96	4,21	0,07	5,79
Fiente	85,4	14,6	2,26	4,69	0,22	5,32
Compost	84,91	15,09	2,41	4,27	0,21	4,01

EFFET DE FERTILISANTS SUR LA DUREE DE CONSERVATION :-

L'analyse des effets des fertilisants sur le taux de dessèchement des feuilles de gboma en conservation ambiante révèle que la fiente est la plus efficace, affichant les pourcentages de dessèchement les plus bas sur les trois périodes observées. En revanche, le témoin présente des niveaux de dessèchement plus élevés, surtout au jour 9. Les traitements Bio-mol et NPK montrent des performances intermédiaires, tandis que le compost semble également peu efficace (Figure 2).

En conservation par réfrigération, les feuilles issues des plants traités avec la fiente de volaille montrent un taux de pourriture comparable à celui des autres traitements (Figure 3).

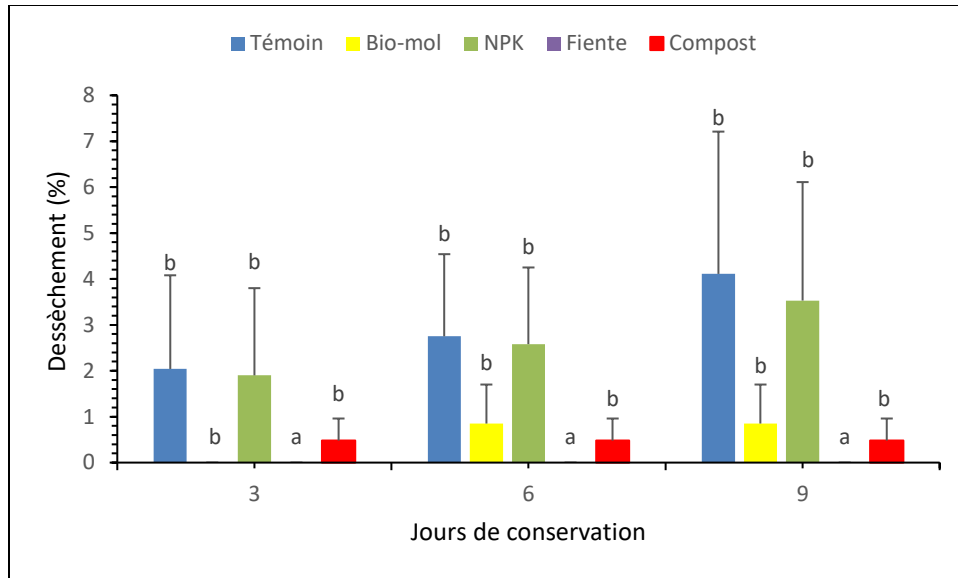


Figure 2: Effets des fertilisants sur le taux de dessèchement des feuilles de goma en conservation ambiante

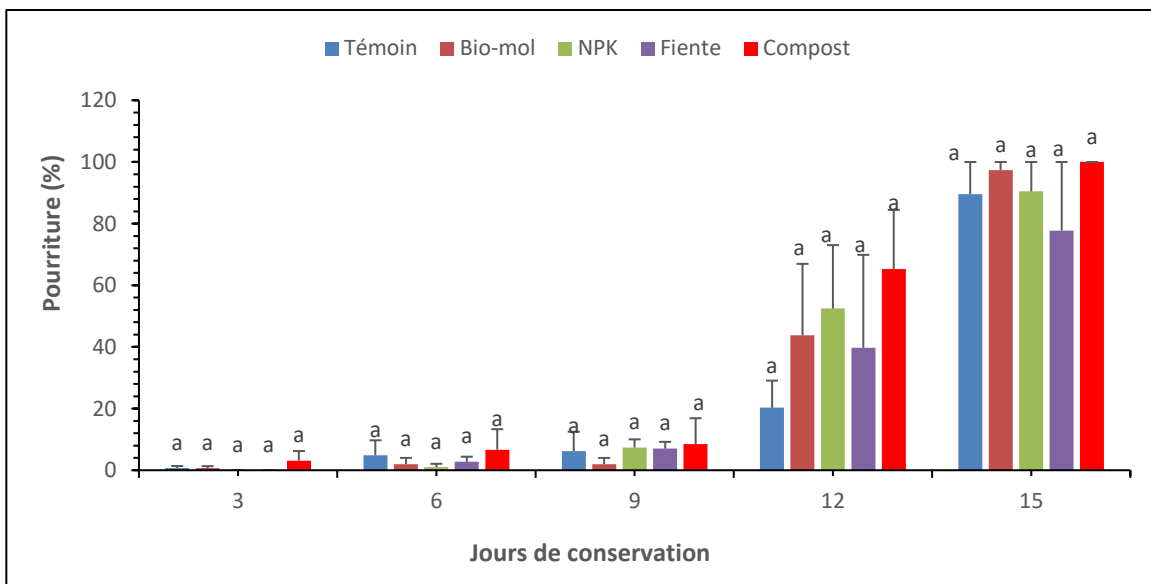


Figure 3: Effets des fertilisants sur le taux de pourriture des feuilles de goma en conservation par réfrigération

Discussion :-

Les résultats montrent que le traitement à la fiente de volaille a significativement amélioré la hauteur des plants, la circonférence et le poids des feuilles de goma par rapport aux autres traitements. Il apparaît que la fiente fournit non seulement des nutriments essentiels, mais améliore également les propriétés physiques des plants. Cette amélioration pourrait être attribuée à la richesse en azote et en matière organique de la fiente, qui favorise la croissance des racines et, par conséquent, le développement aérien des plantes (Ewulo et al., 2008; Hoover et al., 2019). En revanche, les traitements bio-mol, NPK et compost présentent des performances similaires et inférieures, sans différences significatives entre eux. Cela pourrait indiquer que, bien que ces fertilisants aient leurs avantages, leur formulation et leur composition ne sont pas optimales pour le goma. Les biofertilisants, bien qu'ils puissent améliorer la santé du sol, ont souvent des effets plus subtils sur la croissance des plantes, ce qui explique les performances intermédiaires observées (Ademiluyi et al., 2016; Olanipon et al., 2020; Santhosh Kumar et al., 2018). En outre, l'analyse des poids des échantillons de feuilles montre que la fiente a produit des résultats nettement

supérieurs en termes de biomasse fraîche, atteignant des poids significativement plus élevés que les autres traitements. Cette observation est cohérente avec les études antérieures qui montrent que les amendements organiques peuvent augmenter la productivité des cultures grâce à l'amélioration de la structure du sol et à la disponibilité des nutriments (Ewulo et al., 2008; Mesallam et al., 2017).

Les résultats sur les caractéristiques biochimiques et nutritionnelles révèlent que les feuilles de gboma issues du traitement à la fiente contiennent la plus haute teneur en eau (85,4 %) et en vitamine C (4,69 mg). Une teneur élevée en eau est cruciale pour la qualité des feuilles, influençant à la fois leur texture et leur valeur nutritionnelle. De plus, l'élévation de la vitamine C peut avoir des implications bénéfiques pour la santé humaine, car elle joue un rôle antioxydant important (Chisnall & Macknight, 2017; Paciolla et al., 2019). Le compost, bien qu'il présente une teneur en cendres plus élevée (2,41 %), n'a pas montré de bénéfices significatifs sur les autres paramètres nutritionnels, ce qui pourrait indiquer une limitation dans sa capacité à fournir des nutriments rapidement assimilables par les plantes (Hoover et al., 2019; Lu et al., 2011; Olanipon et al., 2020). D'un autre côté, le traitement NPK a révélé les valeurs les plus faibles en lipides (0,07 %), mais a surpassé les autres traitements en protéines (5,79 %). Cela soulève des questions quant à l'équilibre nutritionnel des feuilles de gboma en relation avec les différents fertilisants appliqués.

Concernant la durée de conservation des feuilles, les résultats indiquent que la fiente est le traitement le plus efficace, affichant les pourcentages de dessèchement les plus bas. Cela peut s'expliquer par la capacité de la fiente à maintenir l'humidité et à protéger les feuilles contre la déshydratation, ce qui est essentiel pour une conservation prolongée (Basnet et al., 2017; Kouame et al., 2013; Ntim Amedor, 2024). En revanche, le groupe témoin présente des niveaux de dessèchement plus élevés, surtout au jour 9, ce qui souligne l'importance des fertilisants pour le maintien de la qualité post-récolte.

En ce qui concerne la conservation par réfrigération, il est intéressant de noter que les feuilles issues des plants traités avec la fiente montrent un taux de pourriture comparable à celui des autres traitements. Cela suggère que, bien que la fiente soit efficace pour réduire le dessèchement, son impact sur la conservation en conditions froides nécessite des investigations supplémentaires, notamment en ce qui concerne les mécanismes physiologiques impliqués dans la dégradation post-récolte (Babatola & Adewoyin, 2008; Tekpa et al., 2024a; Yolou, 2019).

Conclusion:-

Cette étude démontre l'impact positif de la fiente de volaille sur la croissance, la production de biomasse, les caractéristiques biochimiques et la durée de conservation des feuilles de gboma. Ces résultats soulignent l'importance d'intégrer des pratiques de fertilisation organique dans les systèmes de culture de gboma pour optimiser à la fois la productivité et la qualité nutritionnelle. La compréhension approfondie des effets des fertilisants peut également contribuer à la mise en place de stratégies agricoles durables adaptées aux défis environnementaux actuels.

Références:-

1. Ademiluyi, B. O., Arowosegbe, S., & Akingbade, V. S. (2016). Comparative Assessment of Organic and Inorganic Fertilizers on the Performance of African Egg Plant (*Solanum macrocarpon* L.) in Ekiti State, Nigeria. *Elixir Agriculture*, 93, 39529–39531.
2. Babatola, L., & Adewoyin, O. (2008). Effects of Different Levels of Poultry Manure on Yield and Post Harvest Quality of *Celosia Argentea*. *Nigerian Journal of Horticultural Science*, 13(1). <https://doi.org/10.4314/NJHS.V13I1.46576>
3. Basnet, M., Shakya, S. M., & Baral, B. R. (2017). Response of organic manures on post harvest and soil nutrient restoration on cauliflower production. *Journal of Agriculture and Environment*, 18, 67–72. <https://doi.org/10.3126/AEJ.V18I0.19891>
4. Chisnall, M., & Macknight, R. (2017). Importance of Vitamin C in Human Health and Disease. *Ascorbic Acid in Plant Growth, Development and Stress Tolerance*, 491–501. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74057-7_19
5. Dognon, T. V., Bankolé, H. S., Johnson, R. C., Klotoé, J. R., Dognon, G., Gbaguidi, F., Assogba, F., Gbénou, J., Sahidou, S., Ategbo, J.-M., Rhin, B. H., Loko, F., Boko, M., Edorh, A. P., Dognon, T. V., Bankolé, H. S., Johnson, R. C., Klotoé, J. R., Dognon, G., ... Edorh, A. P. (2012). Phytochemical Screening, Nutritional and Toxicological Analyses of Leaves and Fruits of *Solanum macrocarpon* Linn (*Solanaceae*) in Cotonou (Benin). *Food and Nutrition Sciences*, 3(11), 1595–1603. <https://doi.org/10.4236/FNS.2012.311208>

6. Dougnon, T. V., Sourou Bankolé, H., Robert Klotoé, J., Senou, M., Fah, L., Koudokpon, H., Akpovi, C., Dougnon, T. J., Addo, P., Loko, F., & Boko, M. (2014). Treatment of hypercholesterolemia: screening of *Solanum macrocarpon* Linn (Solanaceae) as a medicinal plant in Benin. *Avicenna J Phytomed*, 4(3), 160–169.
7. Ewulo, B. S., Ojeniyi S O, & Akanni. (2008). Effect of poultry manure on selected soil physical and chemical properties, growth, yield and nutrient status of tomato. In *African Journal of Agricultural Research* (Vol. 3, Issue 9). <http://www.academicjournals.org/AJAR>
8. Hoover, N. L., Law, J. Y., Long, L. A. M., Kanwar, R. S., & Soupir, M. L. (2019). Long-term impact of poultry manure on crop yield, soil and water quality, and crop revenue. *Journal of Environmental Management*, 252, 109582. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2019.109582>
9. Horwitz, William. (2006). Official methods of analysis of AOAC International. AOAC International.
10. Keatinge, J. D. H., Yang, R. Y., Hughes, J., Easdown, W. J., & Holmer, R. (2011). The importance of vegetables in ensuring both food and nutritional security in attainment of the Millennium Development Goals. *Food Security*, 3(4), 491–501. <https://doi.org/10.1007/S12571-011-0150-3/METRICS>
11. Komlaga, G., Sam, G. H., Dickson, R. A., Mensah, M. L. K., & Fleischer, T. C. (2014). Pharmacognostic Studies and Antioxidant Properties of the Leaves of *Solanum macrocarpon*. *Journal of Pharceutical Sciences and Research*, 6(1), 1–4.
12. Kouame C., Batchep, R., & Kamga, R. T. (2013). Evaluation des pertes post-recolte dans la chaine de production et de commercialisation des legumes feuilles traditionnels a Yaounde (Cameroun). *Agronomie Africaine*, 25(1), 61–70. <https://doi.org/10.4314/AGA.V25I1>
13. Li, S., Li, J., Li, G., Li, Y., Yuan, J., & Li, D. (2017). Effect of Different Organic Fertilizers Application on Soil Organic Matter Properties. *Compost Science & Utilization*, 25, S31–S36. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2017.1344160>
14. Lu, H. J., Ye, Z. Q., Zhang, X. L., Lin, X. Y., & Ni, W. Z. (2011). Growth and yield responses of crops and macronutrient balance influenced by commercial organic manure used as a partial substitute for chemical fertilizers in an intensive vegetable cropping system. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 36(9–11), 387–394. <https://doi.org/10.1016/J.PCE.2010.03.030>
15. Massah, J., & Azadegan, B. (2016). Effect of Chemical Fertilizers on Soil Compaction and Degradation. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 47(1), 44–50. <https://www.researchgate.net/publication/303568416>
16. Maundu, P., Kioko, J., Munene, C., & Hunziker, M. (2023). African Eggplant (New) | Infonet Biovision Home. https://infonet-biovision.org/indigenous-plants/african-eggplant-new?utm_source=chatgpt.com
17. Mesallam, M. G., Shafshak, N. S., Abo-Sedera, F. A., & Abou Elmagd, M. M. (2017). Effect of bio fertilizers, organic and mineral nitrogen fertilizer on growth and yield of tomato plants grown under sandy soil conditions. In *Annals of Agric. Sci* (Vol. 55, Issue 2). <http://annagricmoshj.com>
18. Ntim Amedor, E. (2024). Influence of Poultry Manure Rates on Postharvest Quality and Shelf-Life of Green Pepper (*Capsicum Annum*) Fruits. *Food Science and Nutrition*, 10(6), 1–7. <https://doi.org/10.24966/FSN-1076/100206>
19. Olanipon, D. G., Kayode, J., & Ayeni, M. J. (2020). Growth, Yield, Nutritional and Mineral Composition of *Solanum macrocarpon* L. as Affected by Fertilizer Application. *Journal of Biotechnology Research*, 66, 69–78. <https://doi.org/10.32861/jbr.66.69.78>
20. Ouedraogo, J., Coulibaly, A., Ouédraogo, J., Roseline NACRO, S., & Serme, I. (2022). Article in Afrique Science Revue Internationale des Sciences et Technologie . In *Afrique SCIENCE* (Vol. 21, Issue 4). <http://www.afriquescience.net>
21. Paciolla, C., Fortunato, S., Dipierro, N., Paradiso, A., De Leonardis, S., Mastropasqua, L., & de Pinto, M. C. (2019). Vitamin C in Plants: From Functions to Biofortification. *Antioxidants* 2019, Vol. 8, Page 519, 8(11), 519. <https://doi.org/10.3390/ANTIOX8110519>
22. Pahalvi, H. N., Rafiya, L., Rashid, S., Nisar, B., & Kamili, A. N. (2021). Chemical fertilizers and their impact on soil health. *Microbiota and Biofertilizers*, Vol 2: Ecofriendly Tools for Reclamation of Degraded Soil Environs, 2, 1–20. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61010-4_1/FIGURES/3
23. Santhosh Kumar, M., Chandramohan Reddy, G., Phogat, M., Korav, S., & Santhosh Kumar, C. M. (2018). Role of bio-fertilizers towards sustainable agricultural development: A review. ~ 1915 ~ *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(6), 1915–1921.
24. Sharma, A. (2017). A Review on the Effect of Organic and Chemical Fertilizers on Plants. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, V(II), 677–680. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2017.2103>

25. Tekpa, D., Tchabi, A., Kombieni, E., Souho, T., Abel Abli, E., & Ouadja, B. (2024a). Effet comparé des fertilisants organiques et minérales sur la production et la conservation de la tomate fraîche (*Solanum lycopersicum*L.) dans la préfecture de la Kozah au Togo. *International Journal of Advanced Research*, 12(08), 1670–1680. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/19414>
26. Tekpa, D., Tchabi, A., Kombieni, E., Souho, T., Abel Abli, E., & Ouadja, B. (2024b). EFFET COMPARE DES FERTILISATIONS ORGANIQUES ET MINERALES SUR LA PRODUCTION ET LA CONSERVATION DE LA TOMATE FRAICHE (*Solanum lycopersicum*L.) DANS LA PREFECTURE DE LA KOZAH AU TOGO. *International Journal of Advanced Research*, 12(08), 1670–1680. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/19414>
27. Vodouhe, S. E., Tossou, R. C., & Soumanou, M. M. (2012). Perception des consommateurs sur la qualité nutritionnelle et sanitaire de quelques légumes feuilles locaux produits dans la zone côtière du Sud-Bénin Perception of consumers on the nutritional and sanitary quality of some local leafy vegetables consumed in Southern Benin. <http://www.slire.net>
28. Yolou, I. (2019). Risques de pertes post-récoltes et modes endogènes de conservation des produits maraîchers à Parakou (nord du Bénin). *Espace Géographique et Société Marocaine*, 27.
29. Zaib, M., Zubair, M., Abdullah, M. A., & Saeed, S. (2023). A Review on Challenges and Opportunities of Fertilizer Use Efficiency and Their Role in Sustainable Agriculture with Future Prospects and Recommendations. <https://doi.org/10.18782/2582-7146.201>