

Programme “DeSIRA - *Development Smart Innovation through Research in
Agriculture*”

Convention de contribution : FOOD/2021/422-681

Activité A1.1 Identification des zones cibles et des NUS tolérantes au stress

Fiche sur le Gombo



Partenaire responsable de l'activité : Alliance Bioversity International-CIAT

Partenaires concernés : AICS, CIHEAM-Bari, CNR, LUKE, Université Joseph Ki-Zerbo,
Université Abdou Moumouni

Juin/2022

Etat d'avancement : approuvé

Distribution : Public

**Cette publication a été produite avec le soutien financier de l'Union européenne.
Son contenu relève de la seule responsabilité de l'auteur et ne reflète pas nécessairement les opinions
de l'Union européenne**

Table des matières

Introduction et contexte4

Gombo (*Abelmoschus esculentus* ou *Hibiscus esculentus*).....6

Introduction et contexte

SUSTLIVES (*SUST*aining and improving local crop patrimony in Burkina Faso and Niger for better *LIV*es and *EcoSystems*) est un projet financé par l'Union Européenne dont l'objectif est de favoriser la transition vers des systèmes agricoles et alimentaires durables et résilients aux changements climatiques au Burkina Faso et au Niger à travers la mise en valeur du patrimoine des cultures locales et de leurs chaînes de valeur. SUSTLIVES s'appuie sur une analyse approfondie des caractéristiques socio-économiques et agro-environnementales du Niger et du Burkina Faso, où l'on propose une approche globale pour protéger et renforcer l'agro-biodiversité ainsi qu'une démarche participative et inclusive, sensible au genre et à l'âge. L'objectif spécifique de SUSTLIVES est de renforcer les capacités de recherche et d'innovation des acteurs sur les chaînes de valeur des cultures négligées et sous-utilisées (NUS – *Neglected and Underutilised Species*) au Burkina Faso et au Niger. SUSTLIVES inclut huit partenaires :

- L'Agence italienne pour la coopération au développement (AICS) – Coordinateur du projet
- Le Centre International de Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes (CIHEAM-Bari) – Responsable de la coordination technico-scientifique du projet
- L'Alliance Bioersity International & Centre International de l'Agriculture Tropicale (ABC)
- Le Conseil national de la recherche agronomique italien (CNR - Consiglio Nazionale delle Ricerche)
- L'Université Roma Tre (Roma 3)
- L'Institut des ressources naturelles du Finland (LUKE)
- L'Université Joseph Ki-Zerbo (UJKZ)
- L'Université Abdou Moumouni (UAM).

Les NUS sélectionnées par le groupe de recherche ont été les suivantes :

Au Burkina Faso :

- Tubercules/racines : Patate douce (*Ipomoea batatas*) & Fabirama (*Solenostemon rotundifolius*)
- Légumes : Oseille de guinée (*Hibiscus sabdariffa*) ; Moringa (*Moringa oleifera*) et Amarante (*Amaranthus sp.*)
- Légumineuses : Vouandzou (*Vigna subterranea*)

Au Niger :

- Tubercules/racines : Patate douce (*Ipomoea batatas*) & Cassava (*Manihot esculenta*)
- Légumes : Oseille de guinée (*Hibiscus sabdariffa*) ; Moringa (*Moringa oleifera*) et Gombo (*Abelmoschus esculentus*)
- Légumineuses : Vouandzou (*Vigna subterranea*)

La sélection des NUS a pris en compte le potentiel commercial des cultures et les conditions socioéconomiques des femmes et des jeunes, et leur contribution au système alimentaire local, dans le but de classer en ordre de priorité les espèces qui ont le plus d'incidence sur leur autonomisation. Pour plus d'informations sur le processus de sélection des NUS, voir le dossier intitulé « Rapport sur le processus de sélection des NUS et des zones cibles » disponible sur le site web du projet Sustlives au lien suivant :

https://www.sustlives.eu/wp-content/uploads/2022/05/Sustlives_L1.1_rapport_final.pdf

Gombo (*Abelmoschus esculentus* ou *Hibiscus esculentus*)

Taxonomie, culture et propriétés Agronomiques

1. Taxonomie :

Le gombo (*Abelmoschus esculentus*) est une herbe largement cultivée pour ses fruits qui sont consommés comme des légumes. *Abelmoschus esculentus* ($2n = 130$) est probablement un amphidiploïde (allotetraploïde), dérivé de *A. tuberculatus* ($2n = 58$), une espèce sauvage de l'Inde, et une espèce encore inconnue avec $2n = 72$ chromosomes.

Une autre espèce de gombo comestible se trouve dans les régions humides de l'Afrique de l'Ouest et du Centre. Décrit à l'origine comme une variété botanique (*Hibiscus manihot* L. var. *caillei* A. Chev.), il a été reconnu comme une espèce distincte (*Abelmoschus caillei* (A. Chev.) Stevels). Il n'y a pas de différences apparentes d'utilisation entre le gombo ordinaire (*A. esculentus*) et le gombo d'Afrique de l'Ouest (*A. caillei*), c'est pourquoi ils sont souvent mis dans le même groupe. Morphologiquement, le gombo ouest-africain diffère à plusieurs égards, mais son épicalice offre les meilleures caractéristiques discriminantes avec 5-10 segments ovales libres, 10-35 mm x 4-13 mm. La plante est plus robuste que *A. esculentus* et la durée de culture peut dépasser 12 mois. Il possède de très nombreux chromosomes ($2n =$ environ 192 (184-200)) et il pourrait s'agir d'un allohexaploïde, *A. esculentus* étant l'un des parents¹.

En Afrique, le gombo a été qualifié de « légume parfait pour les villageois » en raison de sa nature robuste, de ses fibres alimentaires et des protéines distinctes de la graine, équilibrées en acides aminés : lysine et tryptophane (contrairement aux protéines des céréales et des légumineuses) qu'il apporte au régime alimentaire. Cependant, le gombo a été considéré comme une culture mineure et jusqu'à présent, aucune attention n'a été accordée à son amélioration (Kumar et al. 2010).

2. Zones de culture et cultivars connus :

Sites de culture au Niger

Au Niger, le gombo est l'une des cultures maraîchères les plus importantes. Il est rapporté que la culture du gombo est active dans la région de Zinder au Niger (Figure 1) (Abdou et al. 2022). Une autre région, où la culture du gombo a été signalée est Damergou (Tanout), située dans la partie nord du Niger. Cette zone est l'une des régions les plus touchées par les catastrophes naturelles (famine, sécheresse). Pour faire face aux insuffisances de leur système de production, les habitants de cette région ont développé la culture du gombo dans les zones de production².

¹ <https://www.cabi.org/isc/datasheet/1950#tosummaryOfInvasiveness>

² <https://www.revuegeo-univdaloa.net/fr/publication/caracterisation-dune-variete-de-gombo-et-strategies-paysannes-au-sahel-cas-du-gombo-du>

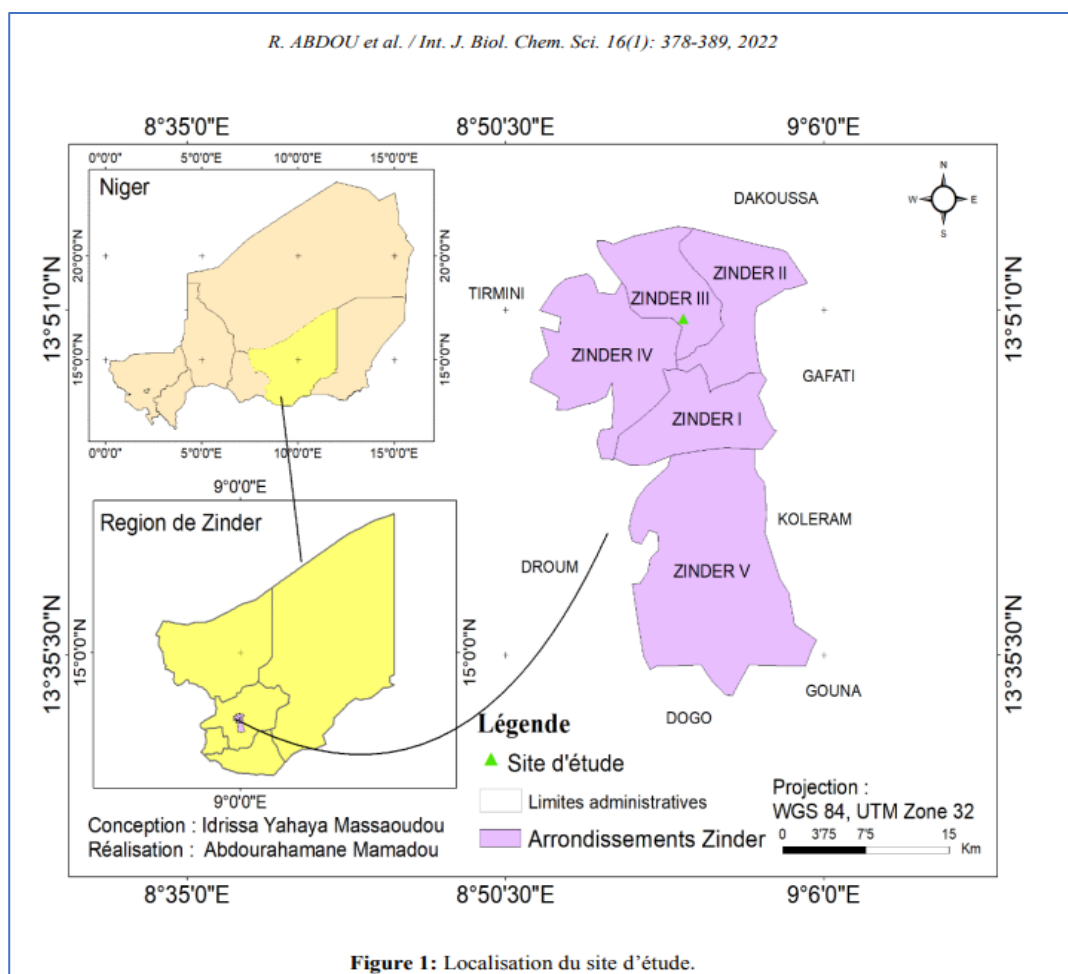


Figure 1. La localisation de Zinder (Niger), où le gombo est cultivé.

Source : Abdou et al. (2022).

Types cultivés

Entre les années 2008 et 2009, 102 nouvelles accessions de gombo du Mali, du Sénégal, du Niger et de Guinée ont été collectées et régénérées pour un usage public. Au Niger, au moins 3 variétés de gombo sont connues ; Konni, Terra (espèces locales purifiées) et Volta. Une variété Konni de courte durée sélectionnée à partir d'une population locale au Niger s'est avérée être le « meilleur atout » jusqu'à présent ; il est en cours de dissémination massive dans le Soudano-Sahel sous des conditions pluviales et irriguées (voir Kumar et al. 2010). En 2007, des activités d'amélioration du gombo ont été lancées dans le cadre d'un projet de sélection de légumes à Sadore, au Niger (voir Kumar et al. 2010). Trois autres variétés de gombo ont été récemment décrites (Abdou et al. 2022b). Leur diversité génétique a également été présentée (Abdou et al. 2022b).

Tolérance aux stress abiotiques et biotiques

Le gombo est une culture tropicale à subtropicale et est sensible au gel ; les conditions de basse température, d'engorgement de l'eau et de sécheresse. La culture a certaines caractéristiques

distinctives adaptées spécifiques au pays auquel elles appartiennent (Kumar et al. 2013). Les maladies fongiques les plus graves du gombo en Afrique sont la fonte des semis (*Macrophomina phaseolina*, *Pythium aphanidermatum*, and *Rhizoctonia solani*), flétrissement vasculaire (*Fusarium oxysporum*), Brûlure cercosporéenne (*Cercospora abelmoschus*, *Cercosporamalayensis*) et l'oïdium (*Erysiphe cichoracearum*, *Oidium abelmoschi*). Le virus de la mosaïque du gombo (TMV), transmis par les altises (*Podagrica*) est répandu en Afrique mais les dégâts sont beaucoup moins importants que ceux causés par la maladie de l'enroulement des feuilles du gombo (OLCV), transmise par la mouche blanche (*Bemisia tabaci*). La mouche blanche est également le vecteur du virus de la mosaïque des nervures jaunes (BYMV), une cause majeure de mauvaises récoltes en Asie. Ces virus ne peuvent être contrôlés que par le contrôle des vecteurs. Les nématodes du genre *Meloidogyne* constituent un problème majeur. Les dégâts causés par les nématodes sont évités par la rotation des cultures (par exemple avec des céréales) et par de grandes applications de fumure organique. Les ravageurs les plus importants sont les foreurs de fruits et de tiges (*Earias* spp. et *Heliothis* spp., *Pectinophora gossypiella*), altises (*Podagrica* spp.) et les jassides (*Empoasca* spp.). Le gombo est en général plus gravement affecté par les maladies et les ravageurs que le gombo d'Afrique de l'Ouest (Kumar et al. 2013).

Technique de culture, gestion des mauvaises herbes et conservation post-récolte

Le gombo peut être cultivé sur une large gamme de types de sols, bien que les sols riches en limon sableux soient optimaux. Il est très important que le sol soit bien drainé et non sujet à l'engorgement. Il est difficile d'obtenir de bonnes plantules lors d'un semis direct dans des sols argileux lourds. Le sol doit être bien approvisionné en matière organique. Cela peut être accompli en épandant du fumier animal ou en incorporant des cultures d'engrais verts. Le gombo est légèrement sensible à l'excès d'acidité du sol ; un chaulage approprié est donc essentiel. Le pH optimal du sol pour le gombo se situe entre 6,0 et 7,0. Si de la chaux est nécessaire, il est recommandé d'utiliser de la chaux dolomitique pour fournir du calcium et du magnésium (Lamont, 1999).

La fertilisation doit être basée sur une analyse du sol pour éviter une vigueur excessive des plantes et de mauvais rendements. Si une analyse de sol n'est pas disponible, une recommandation générale est d'appliquer N 34 kg/ha, P 29 à 38 kg/ha et K 55 à 74 kg/ha. Tout cela peut être incorporé sous la rangée ou appliqué en bande sur le côté. L'azote doit également être traité à 28 kg/ha, lorsque les plantes mesurent 15 à 20 cm et à nouveau 2 à 3 semaines plus tard. Un apport supplémentaire d'azote peut être en cas de précipitations excessives susceptibles de lessivage des engrais précédemment appliqués (Lamont, 1999).

Propriétés agronomiques

La production mondiale de gombo (les deux espèces) en tant que légume-fruit frais est estimée à 6 millions de t/an. Le gombo commun représente 95 % de cette quantité. Ce n'est qu'en Afrique de l'Ouest et du Centre (représentant environ 10 % de la production mondiale) que le gombo commun et le gombo d'Afrique de l'Ouest sont tous les deux utilisés. Ils se partagent le marché à peu près moitié-moitié (Kumar et al. 2013).

Un rendement maraîcher de 10 t/ha peut être considéré comme une bonne récolte de gombo, mais des rendements supérieurs à 40 t/ha peuvent être réalisés dans des conditions optimales. Les rendements sont généralement faibles (2–4 t/ha) en raison de méthodes de culture non intensives. Les rendements en graines sont de l'ordre de 500–1000 kg/ha (Kumar et al. 2013).

Section nutritionnelle

Propriétés nutritionnelles et fonctionnelles



Figure 2 : Gousses du gombo.

Source : <https://www.shutterstock.com>

Abelmoschus esculentus, dont le fruit est communément appelé gombo, appartient à la famille des *Malvaceae*, est originaire d’Afrique et cultivé sous les climats tropicaux, subtropicaux et tempérés chauds dans différents pays de l’Afrique à l’Asie, en Europe du Sud et en Amérique. Dans toute l’Afrique, toutes les parties du gombo sont consommées comme nourriture, bien que les gousses soient la partie la plus consommée de la plante. Dans certaines régions d’Afrique de l’Ouest, les jeunes feuilles sont ajoutées aux soupes et aux ragoûts et cuites comme des épinards.

Comme aliment, le gombo peut être consommé frais ou cuit et utilisé comme additif dans les soupes, les salades et les ragoûts. Le gombo est une culture de grande valeur parce qu’il représente une source d’éléments nutritifs importants pour la santé humaine, par exemples les vitamines, le potassium, le calcium, les glucides, les fibres alimentaires et les acides gras insaturés comme les acides linoléique et oléique (Durazzo et al., 2019). Les glucides sont présents dans le gombo principalement sous forme de mucilage, couramment utilisé dans différents secteurs industriels et à des fins médicinales. Les fruits, les graines et les feuilles du gombo ont des applications en raison de leur composition et de leurs propriétés (Dantas et al., 2021).

Le gombo, connu pour ses capacités de guérison, a été utilisé comme médecine traditionnelle pour traiter plusieurs maladies. Une série de composés bioactifs, comme les flavonoïdes et les catéchines, y ont été trouvés et ont été associés à de nombreuses propriétés biologiques observées lors d'études qui ont signalé entre autres des effets antidiabétiques, anticancéreux, antihypertenseurs et antimicrobiens à la suite de leur consommation. Ces bienfaits potentiels pour la santé contribuent à la mise au point d'aliments fonctionnels nouveaux et utiles, dont l'ingrédient mis en évidence est le gombo (ou ses dérivés) (Agregan et al., 2022).

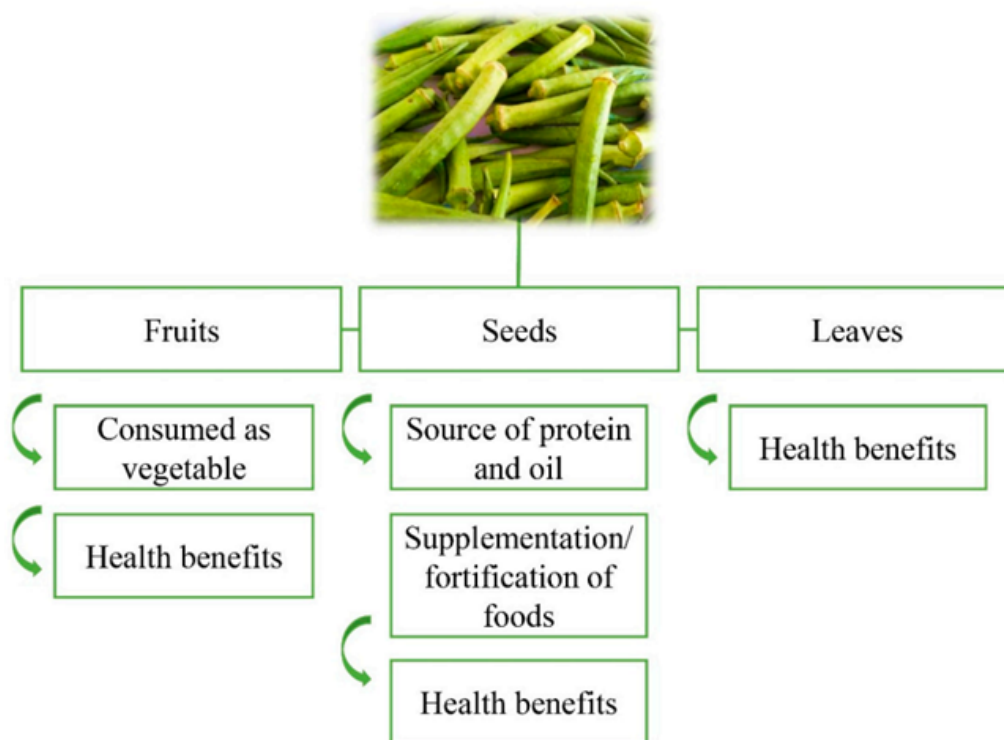


Figure 3 : Utilisation de fruits, graines et feuilles de gombo. Source : Dantas et al. (2021)

Composition nutritionnelle du Gombo

Le gombo est un aliment riche en nutriments. Les fibres alimentaires sont les macronutriments les plus abondants, suivies des glucides et des protéines. Malgré la faible teneur en matières grasses et en énergie du gombo, ses graines contiennent des acides gras insaturés, comme l'acide linoléique, essentiels à la nutrition humaine. Les graines sont également riches en α -tocophérol et ont des teneurs élevées en minéraux, notamment calcium, potassium, cuivre, fer, phosphore, magnésium, zinc et manganèse (Dantas et al., 2021).

Tableau 1 : Composition chimique des feuilles de gombo (fraîches crues et fraîches bouillies) et des fruits (frais crus, frais bouillis et séchés) (g/100g de portion comestible (PC))

Paramètres	Gombo, feuilles, fraîches, crues	Gombo, feuilles, fraîches, bouillies	Gombo, fruit, frais, cru	Gombo, fruit, frais, bouilli	Gombo, fruit, séché
Énergie (kJ)	189	202	141	141	1020
Énergie	45	48	34	34	245
Eau (g)	85,2	84,3	89,1	89,1	9,0
Protéines	2,5	2,6	1,7	1,7	12,8
Lipides	0,6	0,6	0,2	0,2	1,7
Glucides disponibles (g)	5,1	5,4	4,2	4,2	21,8
Fibres alimentaires	4,9	5,2	4,1	4,1	45,3
Cendres (g)	1,7	1,8	0,7	0,7	9,3

Source : FAO/INFOODS Food Composition Table for Western Africa (2019) dans Vincent et al. (2020)

Tableau 2 : Minéraux (mg/100 g PC) des feuilles de gombo (fraîches crues et fraîches bouillies) et des fruits (frais crus, frais bouillis et séchés) (g/100g de portion comestible (PC))

	Gombo, feuilles, fraîches, crues	Gombo, feuilles, fraîches, bouillies	Gombo, fruit, frais, cru	Gombo, fruit, frais, bouilli	Gombo, fruit, séché
Calcium	303	322	87	87	781
Fer	0,6	0,7	0,8	0,8	6,4
Magnésium	59	62	77	77	548
Phosphore	70	74	54	54	435
Potassium	297	316	382	382	2530
Sodium	6	6	11	11	77
Zinc	0,46	0,49	0,55	0,55	4,64
Cuivre	0,01	0,01	0,09	0,09	0,90

Source : FAO/INFOODS Food Composition Table for Western Africa (2019) dans Vincent et al. (2020)

Tableau 3: Vitamines (mg/100 g PC) dans les feuilles de gombo (fraîches crues et fraîches bouillies) et les fruits (frais crus, frais bouillis et séchés)

VITAMINE S	Composant s	Gombo, feuilles, fraîches, crues	Gombo, feuilles, fraîches, bouillies	Gombo, fruit, frais, cru	Gombo, fruit, frais, bouilli	Gombo, fruit, séché
------------	-------------	----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------	------------------------------	---------------------

Vitamine A (exprimée en équivalent		0,134	0,128	0,086	0,077	0,050
Équivalent β-carotène		0,802	0,768	0,515	0,464	0,299
α-carotène		0,024	0,023	0,023	0,021	0,038
Vitamine B₁	Thiamine	0,16	0,15	0,04	0,04	0,32
Vitamine B₂	Riboflavine	0,40	0,40	0,08	0,08	0,57
Vitamine B₃	Équivalent niacine	0,7	0,8	1,2	1,2	9,7
Vitamine B₆		0,24	0,23	0,27	0,24	2,10
Vitamine B₉	Folate, total	0,057	0,042	0,088	0,062	0,570
Vitamine C		64	41	28	22	16
Vitamine E (exprimée en équivalent		0,42	0,45	0,49	0,49	4,10
	α -tocophèrol	0,39	0,41	0,48	0,48	4,00
	β -tocophèrol	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
	γ -tocophèrol	0,21	0,23	0,12	0,12	1,00

Source : FAO/INFOODS Food Composition Table for Western Africa (2019) dans Vincent et al. (2020)

Tableau 4 : Acides gras (g/100 g PC) dans les feuilles de gombo (fraîches crues et fraîches bouillies) et les fruits (frais crus, frais bouillis et séchés)

	Gombo, feuilles, fraîches, crues	Gombo, feuilles, fraîches, bouillies	Gombo, fruit, frais, cru	Gombo, fruit, frais, bouilli	Gombo, fruit, séché
Acides gras	0,16	0,17	0,07	0,07	0,52
Acides gras monoinsaturés totaux	0,04	0,04	0,01	0,01	0,06
Acides gras polyinsaturés	0,26	0,28	0,11	0,11	0,82
Acide linoléique	0,09	0,09	0,08	0,08	0,58
Acide α-linoléique	0,17	0,19	0,03	0,03	0,24

Source : FAO/INFOODS Food Composition Table for Western Africa (2019) dans Vincent et al. (2020)

Il convient de noter que les graines de gombo peuvent représenter un élément important de l'alimentation humaine. En effet, elles représentent une riche source d'huile qui représente 20 à 40% de la composition totale et qui varie selon la procédure d'extraction. L'acide linoléique, un représentant bien connu des acides gras polyinsaturés (AGPI), est le constituant dominant de la teneur en huile (47,4 %) des graines de gombo. En outre, les graines sont riches en protéines et en acides aminés essentiels (lysine et tryptophane) (Elkhalifa et al., 2021).

Composés antinutritionnels

La présence de facteurs antinutritionnels a été signalée dans les feuilles de gombo. Ces composés limitent la biodisponibilité des minéraux et l'assimilation des protéines. En particulier, une teneur similaire en tanins a été mesurée dans les feuilles fraîches et blanchie (respectivement $0,44 \pm 0,22\%$; $0,45 \pm 0,05\%$ d'équivalents d'acide tannique) et a également été observé que le processus de cuisson a réduit la teneur à des valeurs acceptables ($0,27 \pm 0,06\%$) (Caluete et al., 2014).

Composition phytochimique

Le gombo est considéré comme un aliment fonctionnel présentant de multiples avantages pour la santé en raison des nombreux composés bioactifs découverts dans ses tissus. Parmi ces composés, on trouve des polyphénols, qui sont principalement des catéchines oligomériques et des dérivés de flavonol (Agregán et al., 2022).

Tableau 5 : Composés phénoliques, acide ascorbique, flavonoïdes totaux et non-flavonoïdes totaux des graines de gombo (*Abelmoschus esculentus*)

Composés phénoliques (mgEAG/100 g)	Acide ascorbique (mgEAA/100 g)	Flavonoïdes totaux (mgQE/100 g)	Non-flavonoïdes totaux (mgEQ/100 g)
185 ± 0.10	70 ± 0.01	38 ± 0.00	147 ± 0.10

EAG –Équivalent d'acide gallique, EAA – Équivalent d'acide ascorbique, EQ – Équivalent de quercétine.

Source : Adetuyi et al. (2014)

Les données sur les composés polyphénoliques trouvés dans différentes parties de la plante de gombo (études provenant de plantes d'origine différente) ont été examinées par Agregán et al. (2022) et sont rapportées dans le tableau suivant afin de fournir une image globale des molécules présentes dans cette NUS.

Tableau 6: Composés phénoliques identifiés dans différentes parties de la plante de gombo

Partie de la plante	Flavonol		Catéchine		Acide phénolique	
	Composant	Quantité	Composant	Quantité	Composant	Quantité
Graines	Quercétine	25,90 mg/100 g d'extrait	Procyanidine B1	289,40 mg/100 g d'extrait		

			Procyanidine B2	675,20 mg/100 g d'extrait		
			Catéchine	56 mg/100 g d'extrait		
			Épicatéchine	31,90 mg/100 g d'extrait		
	Rutine	0,32 mg/100 g d'extrait	Dérivé de catéchine	284,92 µg/g DW	Acide protocatéchuique	114,77 µg/g DW
	Glucoside de quercétine	1 mg/kg				
	Quercétine--dihexoside	0,79 mg/g DE				
	Quercétine - O-pentosylhexoside	0,90 mg/g DE				
	Quercétine - 3-O-glucoside	1500 mg/g DE				
	Quercétine - O-acétylhexoside	0,63 mg/g DE				
	Kaempférol-3-O-glucoside	0,14 mg/g DE				
	Kaempférol-O-cafféoyl-désoxyhexoside	0,46 mg/g DE				
Cosse	Kaempférol-O-désoxyhexoside-O-acétylcaféoyl	0,15 mg/g DE				
Gousse sans pépin	Rutine	1,50 mg/100 g d'extrait	Procyanidine B2	26,50 mg/100 g d'extrait		

Feuille			Catéchine	9.19 mg/g DE	Acide chlorogénique	25.91 mg/g DE
					Acide gallique	3.94 mg/g DE
					Acide caféique	11.45mg/g DE
					Acide p-coumarique	16.29 mg/g DE
					Acide férulique	18.06 mg/g DE

Source : Adapté de Agregán et al. (2021)

Propriétés fonctionnelles et effets bénéfiques pour la santé du gombo

De nombreuses études ont indiqué les activités biologiques de différentes parties du gombo (activités antioxydantes, anti-inflammatoires et immunomodulatrices, antibactériennes, anticancéreuses, antidiabétiques, protectrices des organes et neuropharmacologiques, hypolipidémiantes, inhibitrices de la trypsine, hémagglutinantes, antiadhésives et antifatigues) en raison de leur teneur élevée en composés bioactifs.

Les fruits frais (gousses) sont riches en pectine et en mucilage, en vitamines, en acide oxalique et en acides aminés. Les graines de gombo contiennent une grande quantité de catéchines oligomériques et de dérivés de flavonol, ainsi que des protéines. La fraction huileuse dérivée des graines contient une quantité élevée d'acides palmitique, oléique et linoléique. Les racines contiennent des glucides et des glycosides de flavonol tandis que les feuilles contiennent des minéraux et des glycosides de flavonol (Islam, 2019 ; Durazzo et al., 2019).

Tableau 7 : Différents composants bioactifs dérivés du gombo montrant leurs avantages thérapeutiques sur la santé humaine

Composants bioactifs	Avantages thérapeutiques
Polysaccharides	Antidiabétique
Rhamnogalacturonane	
Lectines	Anticancéreuses
Pectines	
Pectines	Abaisse le mauvais cholestérol
Composants polyphenoliques	Antioxydants
Vitamine C, calcium, fer, manganèse et magnésium	

Polysaccharides	Troubles métaboliques
Mucilagineux	Traitement de l'ulcère
Mucilagineux avec fibres	Soulage et prévient la constipation
Composants glycosylés	Activité antibactérienne
Vitamines C, K	Santé des os et essentielles au processus de coagulation sanguine

Source : Adapté d'Elkhalifa et al. (2021)

En plus de ses qualités nutritionnelles, de sa teneur élevée en molécules bioactives et des bénéfiques pour la santé qui y sont liés, le gombo ne contient pas de gluten et possède des propriétés technologiques intéressantes telles que l'émulsification, l'épaississement ou la gélification. Toutes ces caractéristiques font du gombo un ingrédient potentiel pour la production d'aliments fonctionnels (Dantas et al., 2021).

Les glucides sont présents dans le gombo principalement sous forme de mucilage, c'est-à-dire un polysaccharide très visqueux composé principalement de monosaccharides D-galactose, L-rhamnose et acide galacturonique, ainsi que de protéines et de minéraux. Les propriétés fonctionnelles du mucilage de gombo ont été largement étudiées, principalement pour son activité antidiabétique potentielle ; en fait, son utilisation comme adjuvant ou nutraceutique dans le traitement du diabète est très prometteuse. En raison de ses propriétés rhéologiques, il constitue une ressource potentielle pour des applications pharmaceutiques et alimentaires (Dantas et al., 2021).

Bien que les avantages potentiels du gombo sur différents troubles chroniques aient été explorés scientifiquement, le potentiel de cette culture végétale extraordinaire, rentable, facilement disponible et bon marché n'est pas encore pleinement exploité pour les formulations nutraceutiques. En particulier, les nutraceutiques à base de gombo pourraient devenir une source idéale de nutrition pour les personnes souffrant de malnutrition dans les pays moins développés, jouant ainsi un rôle essentiel dans la prévention et la gestion de la santé, ainsi que dans l'amélioration de la santé (Elkhalifa et al., 2021).

Utilisation des différentes parties de la plante - comme aliment ou pour d'autres usages - et informations sur les possibilités de transformation

Comme aliment, le gombo peut être consommé frais ou cuit et utilisé comme additif dans les soupes, les salades et les ragoûts. Le gombo offre de nombreuses possibilités de production. Les gousses contiennent de grandes quantités de fibres alimentaires et sont souvent séchées, stockées et consommées sous forme de soupe/sauce comme un aliment de base. Une demi-tasse de gousses cuites (fraîches) fournit environ 10 % des niveaux recommandés de vitamine B6, d'acide folique et de vitamines A et C. Comme il peut être facilement séché, moulu (en poudre) et stocké pendant de longues périodes (contrairement aux légumes périssables), les producteurs et les transformateurs

peuvent ajouter de la valeur et profiter des fluctuations saisonnières des prix. Outre le rendement en gousses, le feuillage et les tiges peuvent peser jusqu'à 27 t/ha. Cette biomasse est susceptible de devenir utile à mesure que les prix des carburants augmentent et que les nouvelles technologies promettent une conversion efficace en carburants liquides. Il convient de mentionner que les tiges de gombo génèrent une chaleur considérable sans étincelles, fumée excessive ou mauvaises odeurs. Les possibilités d'utilisation non végétale sont les suivantes : pâte à papier, comme son proche parent le kenaf, oléagineux, mucilage, sacs et cordes, bioabsorbant, médecine (National Research Council, 2006).

La principale application du gombo est alimentaire, mais les parties restantes de la plante peuvent être utilisées comme élément structurel dans les matériaux composites. Les fibres libériennes de gombo sont considérées comme une alternative aux fibres les plus couramment utilisées, comme le jute, le lin ou le chanvre, ce qui va dans le sens de la tentative générale d'élargir le nombre d'espèces botaniques dont sont extraites les fibres (Stawski et al., 2020). Un avantage supplémentaire de l'utilisation des fibres de la tige de gombo est l'utilisation des parties non comestibles, qui sont normalement des déchets recyclables. En effet, obtenir des fibres de tige de gombo signifie retirer des champs les déchets de la production alimentaire. Par conséquent, la production de fibres de gombo n'entre pas en concurrence avec la production alimentaire car les deux processus se déroulent en parallèle dans la même zone (Arifuzzaman, 2017).

Le mucilage de gombo est un exemple clair de nutraceutique pouvant être utilisé dans la préparation de produits alimentaires recherchant une fonctionnalité industrielle et/ou nutritionnelle, se révélant être un bon agent émulsifiant pour différentes matrices, tant à des fins alimentaires que pharmacologiques. Outre leur capacité à former des émulsions stables, les polysaccharides de gombo peuvent être utilisés comme épaississants, améliorateurs de viscosité ou gélifiants dans des produits tels que les sauces, les pâtes à tartiner hypocaloriques ou les substituts de mayonnaise (Agregán et al., 2022).

Les principales applications potentielles des polysaccharides de gombo dans différentes industries sont décrites dans la figure ci-dessous (Dantas et al., 2021).

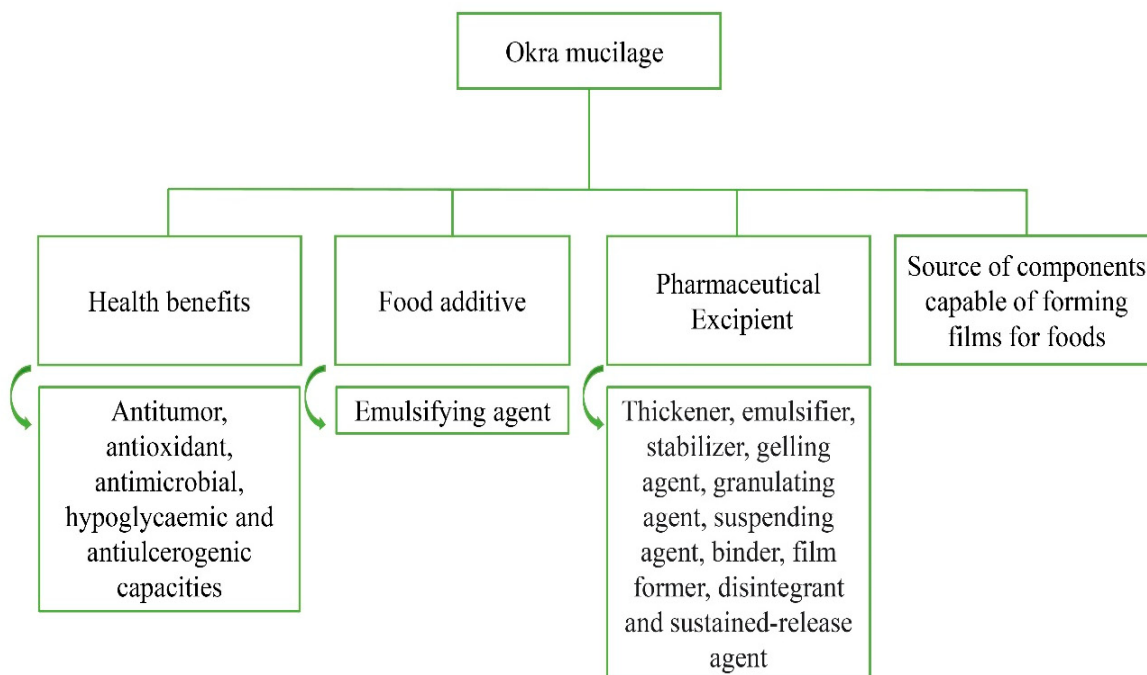


Figure 4 : Utilisations du mucilage du gombo. Source : Dantas et al. (2021).

D'autre part certaines études ont montré la possibilité d'extraire des nanoparticules d'argent de manière écologique et économique, en utilisant les feuilles de gombo, pour une utilisation ultérieure comme antimicrobiens applicables à certains pathogènes alimentaires (Hatipoğlu, 2021).

Contribution à l'emploi

Le gombo est cultivé de manière extensive et on trouve ce légume sur la plupart des marchés d'Afrique. La culture est largement répandue dans les régions tropicales, subtropicales et à température chaude. Certaines études indiquent que le gombo a influencé positivement le développement humain, en fournissant des avantages nutritionnels, médicaux, pharmaceutiques et économiques. En plus de servir d'aliment, la production de gombo a permis d'améliorer le niveau de vie et l'économie des agriculteurs locaux, en fournissant un revenu pendant la saison morte pour compléter les cultures telles que le manioc et l'igname et en contribuant à l'augmentation de la production agricole mondiale (Adiaha, 2017).

Au Nigéria, une étude menée dans le cadre d'une évaluation rurale participative a mis en évidence un écart important entre les sexes, 73 % des hommes interrogés s'occupant principalement de la culture et 27 % des femmes s'occupant de la conservation et de la transformation. La plupart des agriculteurs étaient âgés de 31 à 60 ans (71%), 23% avaient moins de 30 ans, tandis que 7% avaient plus de 60 ans. La majorité des répondants étaient mariés et parmi eux, 31% n'avaient pas été scolarisés, 24 et 23% avaient suivi un enseignement primaire et secondaire, respectivement, 10% avaient suivi un enseignement supérieur et 13% avaient suivi un enseignement coranique et des adultes. Les communautés étudiées sont principalement agricoles, la majorité (97%) des répondants ayant l'agriculture comme occupation principale. La plupart des répondants exercent leurs activités agricoles sur des terres héritées (53%) et cultivent le gombo au moins deux fois par an (58%). 78 % utilisent la méthode de la polyculture, et 93 % cultivent une variété indigène non améliorée de gombo. Leur principale source d'approvisionnement en graines de gombo pour les semis est issue des graines conservées de leur récolte passée (53 %) (Ibitoye et Kolawole, 2022).

Références

- Abdou, R., Zango, O., Toudou, A. K., So, T. K. A., & Bakasso, Y. (2022a). Effet des fertilisants sur la productivité de trois variétés de gombo (*Abelmoschus esculentus* L. Moench.) de la région de Zinder (Niger). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 16(1), 378-389.
- Abdou, R., Zango, O., Toudou, A. K., So, T. K. A., & Bakasso, Y. (2022b). Agro Morphological Characterization and Evaluation of Three Okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] Varieties from Zinder (Niger) for Yield and Other Variability Components. *Agricultural Sciences*, 13(3), 321-329.
- Adetuyi F., Ajala L., Ibrahim T. (2012). Effect of the addition of defatted okra seed (*Abelmoschus esculentus*) flour on the chemical composition, functional properties and Zn bioavailability of plantain (*Musa paradisiacal* linn) flour. *Journal of Microbiology Biotechnology and Food Sciences*, 2, 69-82.
- Adetuyi F., Ibrahim T. (2014). Effect of Fermentation Time on the Phenolic, Flavonoid and Vitamin C Contents and Antioxidant Activities of Okra (*Abelmoschus esculentus*) Seeds. *Niger. Food J.* 32, 128-137. DOI: 10.1016/S0189-7241(15)30128-4

- Adiaha M. S. (2017). Effect of Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) on Human Development and its Impact on the Economy of Farmers in Obubra Rainforest Zone of Nigeria. *World News of Natural Sciences* 10, 80-85
- Agregán R, Pateiro M, Bohrer BM, Shariati MA, Nawaz A, Gohari G, Lorenzo JM. (2022). Biological activity and development of functional foods fortified with okra (*Abelmoschus esculentus*). *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 17, 1-16. doi: 10.1080/10408398.2022.2026874.
- Arifuzzaman Khan, G.M.; Yilmaz, N.D.; Yilmaz, K. (2017). Okra bast fiber as potential reinforcement element of biocomposites: Can it be the flax of the future. In *Handbook of Composites from Renewable Materials*; Wiley Scrivener: Hoboken, MA, USA; Volumes 1–8, pp. 379–405. ISBN 9781119441632.
- Caluete MEE, De Souza LMP, Dos Santos Ferreira E, De Franca AP, De Akneuda Gadelha CA, De Souza Aquino J, Santi-Gadelha T. (2014). Nutritional, antinutritional, phytochemical status of okra leaves (*Abelmoschus esculentus*) subjected to different processes. *Afr. J. Biotechnol.* 14, 683–687. doi: 10.5897/AJB2014.14356
- Dantas TL, Alonso Buriti FC, Florentino ER. (2021). Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) as a Potential Functional Food Source of Mucilage and Bioactive Compounds with Technological Applications and Health Benefits. *Plants (Basel)*, 10:1683. doi: 10.3390/plants10081683.
- Durazzo A, Lucarini M, Novellino E, Souto EB, Daliu P, Santini A. (2018). *Abelmoschus esculentus* (L.): Bioactive Components' Beneficial Properties-Focused on Antidiabetic Role-For Sustainable Health Applications. *Molecules*, 24, 38. doi: 10.3390/molecules24010038.
- Elkhalifa AEO, Alshammari E, Adnan M, Alcantara JC, Awadelkareem AM, Eltoum NE, Mehmood K, Panda BP, Ashraf SA. (2021). Okra (*Abelmoschus Esculentus*) as a Potential Dietary Medicine with Nutraceutical Importance for Sustainable Health Applications. *Molecules*. 26, 696. doi: 10.3390/molecules26030696
- Kumar, S., Dagnoko, S., Haougui, A., Ratnadass, A., Pasternak, N., & Kouame, C. (2010). Okra (*Abelmoschus* spp.) in West and Central Africa: Potential and progress on its improvement. *African Journal of Agricultural Research* 5(25), 3590-3598.
- Kumar, A., Kumar, P., & Nadendla, R. (2013). A review on: *Abelmoschus esculentus* (Okra). *International Research Journal of Pharmaceutical and Applied Sciences*, 3(4), 129-132.
- Hatipoğlu H. (2021). Green synthesis of silver nanoparticles using *Abelmoschus esculentus* leaf and antimicrobial effects on some food pathogens. *AÇÜ Orman Fak Derg*, 22(2):239-246
- Ibitoye DO and Kolawole AO (2022). Farmers' Appraisal on Okra [*Abelmoschus esculentus* (L.)] Production and Phenotypic Characterization: A Synergistic Approach for Improvement. *Front. Plant Sci.* 13:787577. doi: 10.3389/fpls.2022.787577
- Islam MT. (2019). Phytochemical information and pharmacological activities of Okra (*Abelmoschus esculentus*): A literature-based review. *Phytother. Res.* 33, 72–80. doi: 10.1002/ptr.6212
- Lamont, W. J. (1999). Okra—A versatile vegetable crop. *Hort. Technology*, 9(2), 179-184.
- National Research Council (2006). *Lost Crops of Africa. Volume II: Vegetables*. Washington, DC: The National Academies Press. www.nap.edu/catalog/11763.html; pp. 287-301.

Stawski D, Çaliskan E, Deniz Yilmaz N, Krucinska I. (2020). Thermal and Mechanical Characteristics of Okra (*Abelmoschus esculentus*) Fibers Obtained via Water- and Dew-Retting. *Appl. Sci.* 10, 5113. doi:10.3390/app10155113

Vincent A, Grande F, Compaoré E, Amponsah Annor G, Addy PA, Aburime LC, Ahmed D, Bih Loh AM, Dahdouh Cabia S, Deflache N, Dembélé FM, Dieudonné B, Edwige OB, Ene-Obong HN, Fanou Fogny N, Ferreira M, Omaghomi Jemide J, Kouebou PC, Muller C, Nájera Espinosa S, Ouattara F, Rittenschober D, Schönfeldt H, Stadlmayr B, van Deventer M, Razikou Yiagnigni A & Charrondière UR. (2020). FAO/INFOODS Food Composition Table for Western Africa (2019) User Guide & Condensed Food Composition Table / Table de composition des aliments FAO/INFOODS pour l'Afrique de l'Ouest (2019) Guide d'utilisation & table de composition des aliments condensée. Rome, FAO.