

Teneur en provitamine A de feuilles vertes traditionnelles du Niger

Hélène Delisle, Seidou Bakari, Guylaine Gevry,
Chantal Picard, Guylaine Ferland

La carence en vitamine A représente un des grands problèmes nutritionnels du monde en développement et continue à mettre en péril la survie et le développement de millions d'enfants [1]. L'Afrique sahélienne n'échappe pas à ce fléau et une action énergique de lutte contre l'avitaminose A a été entreprise ces dernières années qui devrait aboutir à son élimination quasi totale d'ici l'an 2000, conformément à l'objectif formulé en 1990 lors du Sommet de l'enfant et repris depuis par de nombreuses instances. Diverses stratégies combinant la supplémentation médicamenteuse, l'enrichissement alimentaire et l'augmentation de la consommation d'aliments contenant la vitamine A sous forme d'esters de rétinol ou de caroténoïdes provitaminiques peuvent être mises en place pour le contrôle de la carence. Cependant, dans toute la mesure du possible, on doit compter sur des solutions alimentaires pour résoudre le problème de manière durable [2]. Plusieurs aspects restent néanmoins obscurs et méritent d'être élucidés, dans les contextes spécifiques, pour que des stratégies alimentaires efficaces et appropriées puissent être préconisées. Au

Sahel, par exemple, les feuilles vertes constituent probablement une source prédominante de vitamine A. À cet égard, des études sur les approvisionnements actuels et potentiels en ces végétaux, sur leur teneur en provitamine A en fonction de différents facteurs, ainsi que sur la consommation de tels aliments par les enfants s'avèrent indispensables, sans parler de l'épineuse question de la biodisponibilité des caroténoïdes provitaminiques qu'ils contiennent.

Dans le cadre de travaux de recherche sur les apports et le statut en vitamine A d'enfants d'âge préscolaire au Niger, la teneur en provitamine A des principales espèces de feuilles vertes traditionnelles, telles que localement transformées et préparées, a été déterminée. En effet, les tables de composition alimentaire sont très incomplètes et manquent de données actualisées sur l'activité vitaminique A des légumes d'Afrique tropicale [3-7]. Lorsque des données existent, certaines divergences sont parfois troublantes, même si on s'en tient aux études récentes ayant utilisé la méthode de HPLC (chromatographie en phase liquide à haute performance). Smith *et al.* [8], par exemple, rapportent pour les feuilles de baobab séchées, espèce largement consommée dans plusieurs pays d'Afrique de l'Ouest, une teneur en vitamine A de 272 µg d'équivalents-rétinol (ER) par 100 g d'après leurs propres analyses et une valeur huit fois plus élevée d'après une autre source non précisée. En outre, les feuilles fraîches cuites de différentes manières n'ont pas été analysées de manière comparative.

Méthodologie

L'étude s'est déroulée dans deux arrondissements de la partie ouest du Niger, Bouza (département de Tahoua) et Ouallam (département du Tillabéry), dont les populations respectives avoisinaient 200 000 habitants lors du dernier recensement de 1988. Bouza a été choisi parce qu'un projet de promotion de la consommation d'aliments sources de vitamine A y a été entrepris en 1992. Ouallam a été inclus en raison du paradoxe que représente cette zone où la consommation de feuilles vertes est apparemment forte et le taux de prévalence de la carence en vitamine A chez les préscolaires parmi les plus élevés du Niger [9]. Cette zone ne jouissait pas d'un programme vitamine A au moment de l'étude, en 1994-1995.

Les échantillons de feuilles ont été prélevés dans trois villages : un des villages d'intervention du projet vitamine A (Bouza 1), un village témoin de ce même projet (Bouza 2) et, enfin, un village de l'arrondissement de Ouallam comptant plus de cent ménages selon les registres du département.

Lors d'une étude préliminaire, les principales espèces de feuilles vertes disponibles et consommées selon les saisons ainsi que les différentes façons de les préparer ont été inventoriées au moyen de méthodes qualitatives dans les deux arrondissements. La plupart des femmes procèdent au séchage des feuilles. Les feuilles séchées entrent principalement dans la composition des sauces d'accom-

H. Delisle, S. Bakari, G. Gevry, C. Picard, G. Ferland : Département de nutrition, Faculté de médecine, Université de Montréal, CP 6128, Succursale Centre-Ville, Montréal (Qc), Canada H3C 3J7.

Tirés à part : H. Delisle

pagnement du plat de base, alors que les feuilles fraîches sont surtout bouillies en « salade cuite » (*kopto* en djerma, *yamatche* en haoussa, les deux langues locales) ou cuites à la vapeur avec de la farine de mil ou de sorgho (« couscous de feuilles » ou *dambu* dans l'une ou l'autre langue locale). Les plats de feuilles fraîches sont moins couramment préparés que les « sauces-feuilles ». Pendant la saison sèche, on prépare à l'occasion la salade cuite ou le couscous avec des feuilles séchées.

Les prélèvements de feuilles séchées ou fraîches et cuites suivant les habitudes locales ont été effectués dans les villages pendant la saison des pluies (entre juillet et septembre). Les spécimens de végétaux ont été obtenus de mères d'enfants d'âge préscolaire compris dans l'échantillon aléatoire de l'étude. Pour chaque espèce végétale disponible et pour chaque mode de préparation utilisé dans le village, trois échantillons ont été retenus, en faisant appel à trois femmes différentes par village. Ainsi, pour une espèce préparée de la même manière dans les trois villages, neuf spécimens différents ont été prélevés.

Pour chaque variété de feuilles séchées, un échantillon pesant entre 10 et 30 g (balance électronique à écran digital Apsco™, précision de 2 g) a été obtenu de trois femmes par village. Les spécimens ont été conditionnés individuellement dans des sachets de plastique et recouverts d'une pellicule d'aluminium. Pour chaque espèce végétale préparée à l'état frais, nous avons collecté environ 200 g de feuilles en différents endroits du village, puis nous avons demandé à trois femmes de préparer la salade cuite, le couscous de feuilles, ou les deux ; par ailleurs, les recettes (poids des ingrédients, durée de cuisson et poids du plat une fois cuit) ont été relevées. Après cuisson, les feuilles bouillies ont été essorées pour éliminer l'excédent d'eau, comme on le fait généralement avant de servir. Après pesée, environ 20 g ont été emballés comme dans le cas des feuilles séchées. Les feuilles étuvées avec le « couscous » ont été séparées des autres ingrédients avant d'en prélever environ 20 g ; les sachets de feuilles, immédiatement réfrigérés, ont été placés au plus tard le lendemain dans un congélateur et transférés dans les 48 heures dans un congélateur de Niamey, pour être ensuite expédiés, sous glace carbonique, à Montréal, où ils ont été entreposés à -18 °C

jusqu'à analyse dans les laboratoires du Département de nutrition de l'université. La détermination de la teneur en caroténoïdes des échantillons de végétaux a été effectuée par HPLC [10], après saponification avec l'hydroxyde de sodium éthanolique et extraction dans l'éther de pétrole. La récupération du standard interne (échinénone) dépassait 75 %, la variation intra-analyse était inférieure à 4 % et la variation d'un jour à l'autre inférieure à 7 %. Pour chaque échantillon de feuilles, l' α -carotène, le β -carotène, la β -cryptoxanthine ainsi que les autres caroténoïdes sans activité vitaminique A (lycopène et zéaxanthine + lutéine) ont été déterminés en duplicata. Le total des caroténoïdes provitaminiques, exprimé en μg d'équivalents-rétinol (ER) par 100 g de l'aliment, a été obtenu par la formule [11] :

$$\mu\text{g ER} = 0,167 (x\mu\text{g de } \beta\text{-carotène} + 0,083 (x\mu\text{g de } \alpha\text{-carotène} + x\mu\text{g de } \beta\text{-cryptoxanthine}).$$

Afin de comparer la teneur vitaminique des feuilles prélevées à l'état frais ou sec, le taux d'humidité de tous les spécimens a été déterminé après 48 à 72 heures de séchage dans un four conventionnel à 80 °C. Des analyses de variance (ANOVA) ont principalement été utilisées afin de déterminer l'effet (indépendant de l'espèce, du mode de préparation et du site de prélèvement) des feuilles sur leur teneur vitaminique A ; les données ont été traitées au moyen du logiciel SPSS/PC (version 3.1).

Résultats et discussion

Espèces de feuilles et méthodes de préparation

Des feuilles vertes de quinze espèces différentes ont été prélevées, dont huit étaient présentes dans les deux zones de l'étude (*Adansonia digitata*, *Amaranthus hybridus*, *Cassia tora*, *Corchorus tridens*, *Gynandropsis gynandra*, *Hibiscus sabdarifā*, *Moringa oleifera*, *Vigna unguiculata*). Trois espèces (*Allium cepa*, *Cassia occidentalis*, *Tribulus terrestris*) ne se trouvaient que dans la zone de Bouza et quatre (*Ceratotheca sesamoides*, *Hibiscus esculentus*, *Leptadenia hastata* et *Maerua crassifolia*) seulement dans la zone de Ouallam. Le fruit séché du niéré (*Parkia*

biglobosa) et les calices d'oseille séchés (*Hibiscus sabdarifā*) ont été collectés dans la zone de Ouallam (où ils sont assez fréquemment consommés) bien qu'il ne s'agisse pas de feuilles, afin de combler les lacunes des tables de composition.

Au cours de l'enquête, les feuilles de cinq espèces ont été utilisées tant à l'état sec qu'à l'état frais, quatre à l'état sec seulement et six uniquement à l'état frais. Pour les deux zones, les habitudes de préparation des espèces communes sont les mêmes, à deux exceptions près : on ne retrouve *C. tora* séché et on ne prépare *A. hybridus* bouilli qu'à Bouza, contrairement à Ouallam.

Le temps de cuisson des feuilles fraîches, bouillies ou étuvées, est de 50 minutes en moyenne et varie peu d'un village à l'autre. En revanche, l'espèce végétale influence de manière significative ($p < 0,05$) le temps de cuisson (20 minutes pour *T. terrestris* et 75 minutes pour *C. occidentalis*). Le poids des feuilles bouillies à l'eau et égouttées par rapport au poids avant cuisson est en moyenne de 104 % sans différence significative selon l'espèce, le village de prélèvement ou la teneur en humidité telle que déterminée en laboratoire. Dans la préparation du « couscous de feuilles », la quantité totale de farine (incluant le son le cas échéant) pour 100 g de feuilles fraîches varie de manière significative ($p < 0,01$) d'un village à l'autre, indépendamment de l'espèce de feuilles (173 g à Bouza 1, 329 g à Bouza 2 et 426 g à Ouallam, avec une moyenne globale de 306 g).

Teneur en vitamine A des feuilles séchées

Le tableau 1 donne la teneur en provitamine A (en μg ER pour 100 g) des différentes espèces de feuilles séchées localement, ainsi que du fruit séché de *P. biglobosa* et de la fleur séchée de *H. sabdarifā*, en fonction du site de prélèvement. La β -cryptoxanthine et l' α -carotène étaient sous la limite de détection de la méthode, de sorte que l'activité vitaminique est due au β -carotène, avec une moyenne par espèce portant sur trois, six, ou neuf échantillons séchés.

Les variations interspécifiques sont importantes et, au sein d'une même espèce, on note une grande variation entre sites, de même qu'entre les trois échantillons prélevés dans un même vil-

Tableau 1

Provitamine A de feuilles vertes séchées ($\mu\text{g ER}/100\text{ g}$, moyenne \pm écart type)

Espèce	Site			Moyenne
	Bouza 1 ¹ (n = 3)	Bouza 2 (n = 3)	Ouallam (n = 3)	
<i>Adansonia digitata</i> ² (feuille de baobab)	408 \pm 117	614 \pm 122	1 562 \pm 136	861 \pm 544
<i>Allium cepa</i> (feuille d'oignon)	1 760 \pm 1 051	3 881 \pm 1 140		2 820 \pm 1 520
<i>Cassia tora</i> (casse fétide)	1 722 \pm 363	3 702 \pm 873		2 712 \pm 1 238
<i>Ceratotheca sesamoides</i> (faux sésame)			3 681 \pm 832	3 681 \pm 832
<i>Corchorus tridens</i> (feuille de corète)	2 406 \pm 190	3 316 \pm 1 088	1 823 \pm 172	2 515 \pm 859
<i>Hibiscus esculentus</i> (feuille de gombo)			2 780 \pm 636	2 780 \pm 636
<i>Hibiscus sabdarifa</i> (oseille de Guinée)	2 232 \pm 550	2 687 \pm 578	3 697 \pm 1 072	2 872 \pm 932
<i>Maerua crassifolia</i>			1 564 \pm 342	1 564 \pm 342
<i>Moringa oleifera</i> (ben ailé)	2 378 \pm 115	1 338 \pm 470	1 636 \pm 400	1 784 \pm 560
Moyenne, feuilles	1 817 \pm 829	2 590 \pm 1 421	2 392 \pm 1 060	2 273 \pm 1 152 (n = 57)
<i>Hibiscus sabdarifa</i> (calices d'oseille)			457 \pm 55	457 \pm 55
<i>Parkia biglobosa</i> (pulpe de niéré)			423 \pm 109	423 \pm 109

1. Bouza 1 : village d'intervention ; Bouza 2 : village témoin ; Ouallam : village de zone de comparaison.
2. Les noms vernaculaires ont été tirés du document de la FAO : *List of foods used in Africa* (2nd ed). Nutrition Information Documents Series n° 2, 1970.

Provitamin A in dried greens ($\mu\text{g RE}/100\text{ g}$, mean \pm standard deviation [SD])

lage. Pour la feuille de baobab séchée (*A. digitata*), qui présente la teneur la plus faible (861 \pm 544 $\mu\text{g ER}/100\text{ g}$), le coefficient de variation de la moyenne des neuf échantillons atteint 63 %. Une teneur trois fois moindre a été rapportée pour la même espèce provenant du Burkina [8]. L'activité vitaminique A moyenne pour les feuilles séchées de notre étude atteint 3 681 \pm 832 μg dans le cas du *C. sesamoides* (faux sésame), soit quatre fois plus que la feuille de baobab, teneur particulièrement élevée qui avait déjà été mentionnée [8]. La teneur moyenne des cinquante-sept différents échantillons de feuilles séchées est de 2 273 \pm 1 152 $\mu\text{g ER}/100\text{ g}$. L'espèce ($p < 0,001$) et le site ($p < 0,01$) sont associés de manière indépendante et significative à la variation de l'activité

vitaminique. Les grandes variations observées montrent l'insuffisance d'une valeur unique lors de l'utilisation de méthodes légères et rapides d'évaluation des apports en vitamine A. Le tableau 1 montre que la pulpe séchée du fruit du niéré (*P. biglobosa*) et les fleurs d'oseille séchées (*H. sabdarifa*) ont une teneur en provitamine A inférieure à 500 $\mu\text{g ER}/100\text{ g}$ (à comparer avec 290 μg pour le fruit [8]).

Les différences entre sites de prélèvement sont élevées, la teneur vitaminique A pouvant aller du simple au double, ou davantage, comme dans le cas de *A. digitata*, *A. cepa*, *C. tora* et *M. oleifera*. Les valeurs sont généralement plus faibles à Bouza 1 (village d'intervention) qu'à Bouza 2 (village témoin), sauf pour *M. oleifera*. La technique du séchoir

solaire, vulgarisée dans le cadre du projet d'intervention pour améliorer la rétention des caroténoïdes [12] comparative-ment au séchage en plein soleil couramment utilisé, n'était pas encore en usage au moment de notre étude et ne peut donc rendre compte de différences entre Bouza 1 et Bouza 2. Au demeurant, les feuilles séchées, fréquemment achetées au marché, comme c'est le cas de *A. digitata* et *A. cepa*, proviennent de différents villages. Enfin, le temps d'entreposage des feuilles séchées, autre facteur ayant une incidence sur la teneur en provitamine A [13], n'a pu être précisé. Le stade de maturité [4] de même que le taux d'humidité résiduelle sont d'autres facteurs pouvant expliquer la grande variance des résultats.

Le taux d'humidité résiduelle des feuilles séchées varie entre 10 et 14 %, sans différences significatives selon l'espèce ou le site de prélèvement. Le taux d'humidité résiduelle n'est pas corrélé à la teneur en vitamine A des échantillons de feuilles séchées et ne peut rendre compte des importantes fluctuations observées. Sur la base du poids sec (après correction pour le taux d'humidité résiduelle mesuré au laboratoire), l'ampleur des différences entre villages, espèces ou échantillons ainsi que leur signification statistique subsistent, ce qui suggère l'existence d'autres sources de variation.

Teneur en vitamine A des feuilles fraîches

La teneur en provitamine A des feuilles fraîches selon l'espèce, le mode de cuisson et le site est donnée au tableau 2, chaque valeur d'un village étant la moyenne de trois spécimens différents. L'activité vitaminique A varie de 100 $\mu\text{g ER}/100\text{ g}$ de feuilles (*L. hastata*, Ouallam) à 1 901 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ (*C. tora*, Bouza 2). L'activité vitaminique A des différentes espèces de feuilles fraîches cuites s'échelonne entre 510 μg (*T. terrestris*) et 1 525 $\mu\text{g ER}/100\text{ g}$ (*H. sabdarifa*), à l'exception de *L. hastata* dont la teneur est très faible. Pour les feuilles d'oignon fraîches (*A. cepa*), nos données (798 \pm 286 μg) se rapprochent de celles de la table de West et Poortvliet [7], soit 820 $\mu\text{g ER}/100\text{ g}$. Dans le cas des feuilles d'amarante (*A. hybridus*), nos résultats (moyenne des feuilles bouillies et étuvées : 1 278 \pm 705 μg) sont très supérieurs à ceux de la table précitée

Tableau 2

Provitamine A de feuilles vertes fraîches cuites ($\mu\text{g ER}/100\text{ g}$, moyenne \pm écart type)

Espèce	Salade cuite de feuilles (bouillies)				Couscous de feuilles (étuvées)			
	Bouza 1 (n = 3)	Bouza 2 (n = 3)	Ouallam (n = 3)	Moyenne	Bouza 1 (n = 3)	Bouza 2 (n = 3)	Ouallam (n = 3)	Moyenne
<i>A. cepa</i>					711 \pm 44	885 \pm 424		798 \pm 286
<i>A. hybridus</i> (amarante)	520 \pm 282	1 541 \pm 817		1 031 \pm 782	1 380 \pm 845	1 156 \pm 773	1 794 \pm 127	1 443 \pm 640
<i>C. occidentalis</i> (café du Sénégal)	1 256 \pm 296	1 566 \pm 173		1 411 \pm 276				
<i>C. tora</i>	1 285 \pm 105	1 901 \pm 644	1 136 \pm 436	1 441 \pm 527	313 \pm 271	752 \pm 366	694 \pm 354	586 \pm 355
<i>G. gynandra</i>	1 511 \pm 526	1 227 \pm 736	1 138 \pm 732	1 292 \pm 605	1 284 \pm 269	908 \pm 314	1 587 \pm 1 091	1 260 \pm 654
<i>H. sabdarifa</i>	1 378 \pm 574	1 534 \pm 962	1 665 \pm 341	1 525 \pm 599				
<i>L. hastata</i>			100 \pm 13	100 \pm 13				
<i>M. crassifolia</i>			1 244 \pm 127	1 244 \pm 127				
<i>M. oleifera</i>	1 520 \pm 244	1 608 \pm 402	1 868 \pm 233	1 665 \pm 305	818 \pm 369	805 \pm 164	1 333 \pm 42	985 \pm 330
<i>T. terrestris</i> (croix de Malte)					473 \pm 94	546 \pm 273		510 \pm 187
<i>V. unguiculata</i> (feuille de niébé)					594 \pm 108	687 \pm 265	903 \pm 145	728 \pm 211
Moyenne	1 245 \pm 470	1 563 \pm 603	1 192 \pm 663	1 333 \pm 596	796 \pm 497	820 \pm 389	1 262 \pm 612	928 \pm 526

1. Bouza 1 : village d'intervention ; Bouza 2 : village témoin ; Ouallam : village de zone de comparaison.

2. Les noms vernaculaires ont été tirés du document de la FAO : *List of foods used in Africa* (2nd ed). Nutrition Information Documents Series n° 2, 1970.

Provitamin A in fresh cooked greens ($\mu\text{g RE}/100\text{ g}$, mean \pm standard deviation [SD])

portant sur des échantillons d'Indonésie (42-147 $\mu\text{g}/100\text{ g}$).

La moyenne globale pour les différentes espèces de feuilles fraîches cuites est de 1 125 \pm 595 $\mu\text{g ER}/100\text{ g}$ de poids frais (soit deux fois moins que dans les feuilles séchées). La teneur moyenne est de 1 333 \pm 596 $\mu\text{g ER}/100\text{ g}$ pour les feuilles bouillies et de 928 \pm 526 μg pour les feuilles étuvées avec le couscous.

L'espèce ($p < 0,001$), le site de prélèvement ($p < 0,05$) et le mode de cuisson ($p < 0,01$) sont associés à des variations significatives de teneur vitaminique A.

Dans le cas de *A. hybridus*, *C. tora*, *G. gynandra* et *M. oleifera*, des échantillons de feuilles bouillies et de feuilles étuvées ont été obtenus dans au moins deux des trois sites (figure 1). La différence de teneur en vitamine A des échantillons bouillis ou étuvés est significative, tant sur la base du poids frais ($p < 0,05$) que du poids sec ($p < 0,001$), l'activité vitaminique A étant plus élevée dans les échantillons bouillis que dans ceux étuvés à la vapeur (48,4 minutes pour les feuilles

bouillies et 50,8 minutes pour les feuilles étuvées à températures de cuisson équivalentes). Le taux d'humidité ne peut expliquer cette différence,

puisque la teneur en eau des feuilles bouillies est plus élevée ($p < 0,001$) que celle des feuilles étuvées (84 \pm 4 % contre 76 \pm 9 %), même en prenant en

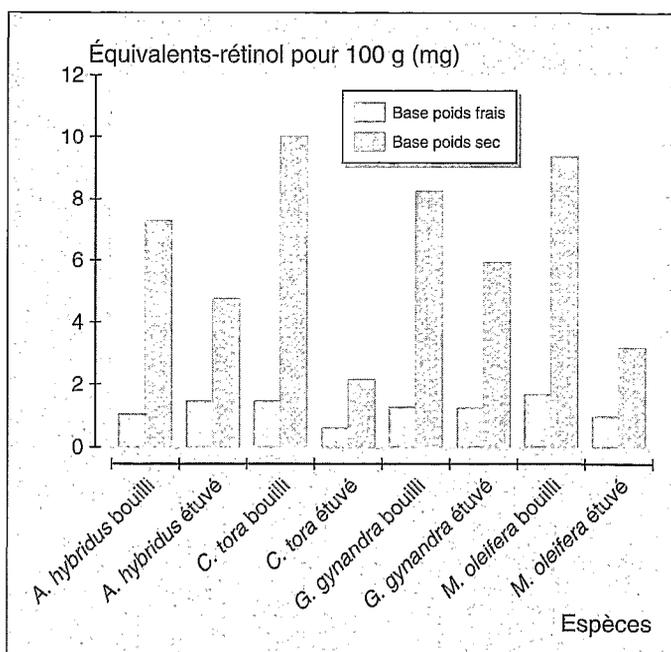


Figure 1. Teneur en vitamine A des feuilles vertes cuites.

Figure 1. Provitamin A content of cooked fresh greens.

compte l'espèce ($p < 0,001$) ou le site de prélèvement ($p < 0,01$).

Activité vitaminique A, dans les feuilles séchées et les feuilles fraîches cuites

Le tableau 3 donne la teneur en vitamine A, sur la base du poids sec des feuilles cuites à l'état frais et pour les échantillons séchés localement. À l'exception de *C. tora*, les feuilles séchées ont la moitié de la teneur vitaminique des feuilles de la même espèce, fraîches et cuites, ce qui suggère une déperdition vitaminique par le séchage au soleil [12] ou l'entreposage [13] beaucoup plus élevé qu'après cuisson du produit frais. Pour les échantillons collectés à l'état frais, bouillis ou étuvés, il n'y a pas de différence significative entre villages au sein d'une même espèce, alors que le site est un facteur significatif de variation de la teneur vitaminique sur la base du poids frais (tableau 2). L'espèce et le stade de maturité sont en cause, mais le site de prélèvement ou d'autres facteurs interviennent peu. L'activité vitaminique A (sur la base du poids sec) est deux fois plus élevée dans les feuilles bouillies que dans les feuilles cuites à la vapeur. Elle est associée de manière significative à l'espèce ($p < 0,001$) et au mode de préparation/cuisson ($p < 0,001$), mais non au site. La teneur moyenne en provitamine A dépasse 6 000 $\mu\text{g ER}/100\text{ g}$ de poids sec, après correction pour le mode de préparation/cuisson, pour *A. cepa* (feuille d'oignon), *C. sesamoides* (faux sésame) et *H. sabdarifa* (oseille de Guinée).

Contribution potentielle des feuilles vertes aux besoins en vitamine A de jeunes enfants

Qu'elles soient séchées ou fraîches et cuites, les feuilles vertes peuvent constituer d'importantes sources locales de provitamine A, notamment pour les jeunes enfants. On a relevé, dans les zones d'étude, des données sur les plats et aliments contenant de la vitamine A servis aux enfants âgés de 2 à 4 ans et servis (poids des différents ingrédients et rendement des recettes, taille des portions, fréquence hebdomadaire de consommation pendant la saison des pluies) afin d'estimer la contribution théorique des feuilles vertes à la couverture des besoins en vitamine A. Nous avons utilisé les facteurs

Summary

Provitamin A content of traditional green leaves from Niger

H. Delisle, S. Bakari, G. Gevry, C. Picard, G. Ferland

As part of a study on vitamin A intake of preschool children in Niger, traditional green leaves as locally processed were sampled for provitamin A determination, using HPLC (high performance liquid chromatography). A total of 168 samples from 15 plant species were collected from three different villages in western Niger, two in Bouza district and one in Ouallam district.

The main species available and consumed throughout the year, supply sources, and processing methods, were identified in a preliminary study. In both districts, most women are involved in drying leaves. Dried greens are used year-round, mostly in soups served with the staple dish of millet, while fresh leaves are mainly prepared during the rainy season, either boiled or steamed with millet flour. Plant species found in both areas are usually processed similarly, but not all species were found in a given site. Samples of processed leaves were collected during the rainy season. In a given village, three different women provided a sample of every leaf species available for every processing method used. Weighed specimens of dried or fresh cooked leaves were wrapped in opaque plastic bags, quickly frozen, and shipped to Montreal on dry ice for analysis. Provitamin A carotenoid determinations were done in duplicate with the results expressed as total provitamin A carotenoid (μg of retinol equivalents RE) per 100 g. Moisture content was also determined for all samples after drying in a conventional oven for 48 to 72 h.

The average provitamin A level for the 57 samples of dried leaves was $2,273 \pm 1,152\text{ RE}/100\text{ g}$, ranging from a low of 861 in *Adansonia digitata* to a high of 3,681 in *Ceratoteca sesamoides* (Table 1). The variance was very high and significant differences were observed among plant species and collection sites. Residual moisture did not vary according to species and site, and therefore could not explain the observed differences. Fresh boiled leaves had on average $1,333 \pm 596\text{ RE}/100\text{ g}$ fresh weight, and steamed leaves $928 \pm 526\text{ RE}$ (Table 2). For fresh leaves, in addition to species and site, the cooking method was significantly associated with the provitamin A level. For the four species cooked either way (Figure 1), boiled leaves had a higher provitamin A content than steamed leaves, both on a fresh and dry weight basis; this difference could not be ascribed to cooking time. Per dry weight unit (Table 3), leaves collected in the dried state had roughly half the provitamin A content of samples cooked fresh, and steamed leaves had half as much provitamin A as boiled samples of the same species. After adjustment for the processing method, species with the highest level of provitamin A, on a dry weight basis, were *Allium cepa* (onion greens), *C. sesamoides* (false benniseed) and *Hibiscus sabdarifa* (red sorrel).

Despite wide variations in the provitamin A content of green leaves, these food items can be major contributors of vitamin A for children in the study areas. Depending on the species and type of dish, a small portion could provide from 11% to 104% of the safe vitamin A intake level for young children (Table 4). The study suggests that in rapid dietary assessments, fresh boiled greens should be distinguished from other green leaf dishes, in view of their provitamin A content. Based on children's food intake data, the estimated contribution of green leaves was on average two-thirds of the safe vitamin A intake level, but with a wide range. The real contribution of green leaves to vitamin A requirements may however be much lower, as the bioavailability of green leaf carotenoids is likely much lower than was assumed until recently, and as requirements may be increased in these children as a result of high exposure to infection. Elucidation of the above issues is needed for relevant food-based strategies to be advocated for the prevention of vitamin A deficiency in tropical Africa.

Cahiers Agricultures 1997 ; 6 : 553-60.

classiques d'équivalence entre les différents caroténoïdes précurseurs de la vitamine A et le rétinol [11] (lesquels sont fondés sur

un taux d'absorption digestive des caroténoïdes de 33 %, sur une conversion à 50 % du β -carotène en rétinol et un taux

Tableau 3

Provitamine A de feuilles vertes sur la base du poids sec, après correction pour le taux d'humidité ($\mu\text{g ER}/100 \text{ g}$, moyenne \pm écart type)

Espèce	Feuilles fraîches		Feuilles séchées	Moyenne
	Bouillies	Étuvées		
<i>A. digitata</i>			982 \pm 619	982 \pm 619 (n = 9)
<i>A. cepa</i>		6 584 \pm 2 625	3 203 \pm 1 720	4 894 \pm 2 755 (n = 12)
<i>A. hybridus</i>	7 285 \pm 5 533	4 749 \pm 2 473		5 763 \pm 4 010 (n = 15)
<i>C. occidentalis</i>	7 229 \pm 1 912			7 228 \pm 1 912 (n = 6)
<i>C. tora</i>	10 002 \pm 3 672	2 140 \pm 1 266	3 043 \pm 1 325	5 452 \pm 4 456 (n = 24)
<i>C. sesamoides</i>			4 136 \pm 914	4 136 \pm 914 (n = 3)
<i>C. tridens</i>			2 854 \pm 978	2 854 \pm 978 (n = 9)
<i>G. gynandra</i>	8 274 \pm 5 026	5 968 \pm 3 609		7 121 \pm 4 407 (n = 18)
<i>H. esculentus</i>			3 212 \pm 843	3 212 \pm 843 (n = 3)
<i>H. sabdarifa</i>	10 977 \pm 4 027		3 219 \pm 1 053	7 098 \pm 4 908 (n = 18)
<i>L. hastata</i>	1 083 \pm 146			1 083 \pm 146 (n = 3)
<i>M. crassifolia</i>	5 363 \pm 1 319		1 742 \pm 372	3 552 \pm 2 164 (n = 6)
<i>M. oleifera</i>	9 383 \pm 1 654	3 193 \pm 1 205	2 062 \pm 595	4 880 \pm 3 485 (n = 27)
<i>T. terrestris</i>		3 594 \pm 1 377		3 594 \pm 1 377 (n = 6)
<i>V. unguiculata</i>		3 169 \pm 949		3 169 \pm 949 (n = 9)
Moyenne	8 410 \pm 4 194 (n = 54)	4 141 \pm 2 510 (n = 57)	2 576 \pm 1 290 (n = 57)	4 987 \pm 3 806 (n = 168)

Provitamin A in greens on a dry basis of a dry weight basis ($\mu\text{g RE}/100 \text{ g}$, \pm standard deviation [SD])

de conversion deux fois moindre dans le cas des autres caroténoïdes). Ces facteurs d'équivalence sont aujourd'hui remis en question, la biodisponibilité des caroténoïdes étant probablement moindre qu'on ne l'avait supposé [14-16]. Les caroténoïdes des feuilles vertes pourraient être encore moins bien absorbés que ceux d'autres sources végétales [14].

Le *tableau 4* montre qu'une petite portion de sauce de feuilles séchées peut représenter entre 43 et 184 $\mu\text{g ER}$ selon l'espèce (moyenne : 114 μg), une portion de salade cuite de 258 à 416 μg (moyenne : 333 μg) et une portion de couscous de feuilles de 102 à 252 μg (moyenne : 186 μg). L'apport quotidien de sécurité est de 400 $\mu\text{g ER}$, selon l'OMS/FAO [17], pour les enfants âgés de 1 à 10 ans ; une petite portion représente l'apport recommandé en vitamine A à raison de 28,5 % (11-46) pour la sauce de feuilles sèches, de 83 % (65-104) pour la salade cuite et de 47 % (26-63) pour le couscous de feuilles. En Inde, de jeunes enfants consomment suffisamment de feuilles vertes en un repas pour atteindre l'apport recommandé [18] ; toutefois, l'espèce et le mode de préparation des feuilles peuvent modifier grandement cette contribution.

Les quantités moyennes de feuilles consommées quotidiennement par les 540 enfants inclus dans notre étude, d'après le questionnaire de fréquence, figurent au *tableau 4*. La consommation de sauce de feuilles représente en moyen-

Tableau 4

Contribution potentielle des feuilles vertes à la couverture des besoins en vitamine A de jeunes enfants du Niger

Type de préparation de feuilles	Quantité de feuilles dans une petite portion (g)	Vitamine A dans la petite portion ¹ ($\mu\text{g ER}$)	Quantité consommée ² (g/j/enfant)	Apport correspondant en vitamine A ³ ($\mu\text{g ER}/\text{j}/\text{enfant}$)	Proportion de l'apport de sécurité en vitamine A ⁴ (%)
Sauce de feuilles séchées	5	114 (43-184)	3,8 (3,5-3,9)	85 (30-150)	21 (7,5-37,5)
Salade cuite de feuilles fraîches (bouillies)	25	333 (258 ⁵ -416)	8,6 (7,6-9,6)	115 (78-160)	29 (19,5-40)
Couscous de feuilles fraîches (étuvées)	20	186 (102-252)	2,6 (2,2-3,1)	24 (11-39)	6 (3-10)
Total :					66 % (30-87,5)

1. Moyenne et étendue selon l'espèce.

2. Moyenne et intervalle de confiance.

3. Moyenne et étendue. L'étendue prend ici deux éléments en compte : l'intervalle de confiance des quantités consommées et les extrêmes de teneur vitaminique A selon les espèces de feuilles.

4. Moyenne et étendue (cf. note 3).

5. En excluant *L. hastata*, feuille retrouvée dans un seul site et dont la teneur en vitamine A est dix fois plus faible que celle des autres espèces de feuilles cuites à l'eau.

Potential contribution of greens to vitamin A requirements of young children from Niger

ne moins d'une petite portion par enfant et par jour (3,8 g comparativement à 5 g de feuilles séchées dans une portion standard). La consommation moyenne de salade cuite (8,6 g/jour) correspond à environ un tiers de portion par jour et celle de couscous de feuilles, à peine plus d'un dixième de portion. Ensemble, ces trois préparations de feuilles couvrent en moyenne les deux tiers des apports quotidiens recommandés, ce qui est loin d'être négligeable, mais comme la contribution des feuilles peut aller de 30 à 87,5 % suivant les espèces, le mode de préparation et les quantités consommées et l'erreur d'estimation peut être considérable.

La question de l'aptitude des caroténoïdes des feuilles à répondre aux besoins en vitamine A de l'organisme reste posée. Un facteur de conversion de 15 plutôt que de 6 µg de β-carotène pour 1 µg d'ER [16] diminuerait de 2,5 fois la contribution des feuilles vertes à la couverture des besoins, soit un quart de l'apport de sécurité des enfants.

D'après la méthode d'évaluation alimentaire rapide proposée par l'IVACG (Comité consultatif international sur la vitamine A) [20], les aliments sources de vitamine A sous forme de rétinol ou de caroténoïdes provitaminiques A sont classés en trois groupes suivant leur teneur en ER par portion. Les sauces de feuilles séchées et les couscous de feuilles fraîches entrent dans la catégorie des aliments à teneur intermédiaire en vitamine A (50-250 µg ER par portion), alors que les salades cuites de feuilles fraîches sont à classer parmi les aliments à teneur élevée, puisqu'une portion procure plus de 250 µg ER de vitamine A, quelle que soit l'espèce considérée. Si on peut aisément distinguer les feuilles bouillies et les feuilles cuites à la vapeur dans le questionnaire de fréquence de consommation d'aliments contenant de la vitamine A, cette méthode d'enquête, qui se veut légère, se prête en revanche assez mal à la distinction entre espèces de feuilles consommées.

Conclusion

Notre étude, réalisée au Niger, a déterminé par HPLC la teneur en provitamine A de différentes feuilles vertes traditionnelles (telles que transformées localement, séchées, bouillies ou étuvées à l'état frais). Les résultats confirment les très grandes variations de l'activité vitaminique A des feuilles, tant sur la base du poids du pro-

duit cuisiné que du poids sec. L'espèce végétale est un important facteur de variation, mais le degré de maturité et la durée d'entreposage des feuilles pourraient aussi jouer un rôle important. Les données suggèrent que le séchage pourrait entraîner une déperdition de vitamine A de l'ordre de 50 %. Le mode de cuisson des feuilles fraîches semble également influencer la teneur vitaminique A ; pour une même durée de cuisson, la rétention vitaminique serait deux fois plus élevée dans les feuilles bouillies que dans celles qui sont étuvées. Dès lors, dans les enquêtes semi-quantitatives sur les apports en vitamine A, une distinction devrait être faite entre ces deux modes de cuisson. La contribution estimée des feuilles vertes à la couverture des besoins en vitamine A peut être élevée mais est très variable, représentant entre 30 et 87,5 % (moyenne : 66 %) de l'apport de sécurité pour les enfants âgés de 2 à 4 ans des zones étudiées. La contribution réelle pourrait être bien moindre si la biodisponibilité des caroténoïdes provitaminiques A des feuilles était fortement surestimée par les tables d'équivalences actuellement en usage. En outre, les besoins moyens des enfants en vitamine A pourraient être plus élevés en raison d'une forte exposition aux infections [20], comme c'est le cas dans de nombreuses régions de l'Afrique subsaharienne. L'étude montre à l'évidence la nécessité de travaux d'analyse de la teneur en caroténoïdes provitaminiques A des végétaux transformés, particulièrement en Afrique, ainsi que l'urgence d'élucider l'influence des facteurs alimentaires et de santé sur la biodisponibilité des caroténoïdes dans divers groupes de population, si l'on veut promouvoir des programmes pertinents de prévention de la carence par le biais de l'alimentation □

Remerciements

Nous tenons à remercier la FAO, le Centre Sahel (Québec), le programme des bourses de la Francophonie de l'ACDI ainsi que le programme OMNI2-Research (Washington) pour leur contribution financière à cette étude. Nous exprimons également notre reconnaissance au ministère de l'Agriculture du Niger qui a grandement facilité la logistique des travaux de terrain, à l'UNICEF-Niger qui a généreusement mis à disposition le matériel de réfrigération, à H. Paraiso, économiste familiale nigérienne qui a apporté son concours à l'étude, ainsi qu'aux nombreuses femmes qui ont participé au ramassage et à la préparation des spécimens de feuilles.

Références

1. World Health Organization. Global prevalence of vitamin A deficiency. Geneva, Switzerland : WHO Micronutrient Deficiency Information System Working Paper N° 2, 1995 ; 115 p.
2. Delisle H. La supplémentation en vitamine A est-elle un obstacle à des stratégies alimentaires durables ? *Cahiers d'Études et de Recherche Francophones/Santé* 1994 ; 4 : 367-74.
3. Mangels AR, Holden JM, Beecher GR, Forman MR, Lanza E. Carotenoid content of fruits and vegetables: an evaluation of analytical data. *J Am Diet Ass* 1993 ; 93 : 284-316.
4. Booth SL, Johns T, Kuhnlein HV. Natural food sources of vitamin A and provitamin A. *Food Nutr Bull* 1992 ; 14 : 6-19.
5. Rodriguez-Amaya DB. Critical review of provitamin A determination in plant foods. *J Micronut Anal* 1989 ; 5 : 191-225.
6. West CE, Pepping F, Temalilwa CR. *The composition of foods commonly eaten in East Africa*. Wageningen : Wageningen Agricultural University, 1988 ; 73 p.
7. West CE, Poortvliet EJ. *The carotenoid content of foods with special reference to developing countries*. Washington DC : Office of Nutrition, USAID, 1993 ; 210 p.
8. Smith GC, Dueker SR, Clifford AJ, Grivetti LE. Carotenoid values of selected plant foods common to southern Burkina Faso, West Africa. *Ecol Food Nutr* 1996 ; 35 : 43-58.
9. Ministère de la santé publique, Niger. *Enquête sur l'avitaminose A dans le Département de Tillabéry, Rapport final*. Niamey, 1990 ; 29 p.
10. Khachik F, Beecher GR, Whittaker NF. Separation, identification and quantification of the major carotenoid and chlorophyll constituents in extracts of several green vegetables by liquid chromatography. *J Agric Food Chem* 1986 ; 34 : 603-16.
11. Olson JA. Needs and sources of carotenoids and vitamin A. *Nutr Rev* 1994 ; 52 : S67-73.
12. Maeda EE, Salunkhe DK. Retention of ascorbic acid and total carotene in solar dried vegetables. *J Food Science* 1981 ; 46 : 1288-90.
13. Bauernfeind JC. *Carotenoids as colorants and vitamin A precursors: technological and nutritional applications*. New York : Academic Press, 1981 ; 938 p.
14. De Pee S, West CE, Muhilal, Karyadi D, Hautvast JGAJ. Lack of improvement in vitamin A status with increased consumption of dark-green leafy vegetables. *Lancet* 1995 ; 346 : 75-81.
15. Solomons NW, Bulux J. Plant sources of provitamin A and human nutriture. *Nutr Rev* 1993 ; 51 : 199-204.
16. De Pee S, West CE. Dietary carotenoids and their role in combating vitamin A deficiency: a review of the literature. *Europ J Clin Nut* 1996 ; 50 (suppl. 3) : 38-53.
17. FAO/OMS. *Besoins en vitamine A, fer, acide folique et vitamine B12. Rapport d'une consultation conjointe FAO/OMS d'experts*. Rome : FAO, 1989 ; 119 p.
18. Rahman MM, Mahalanabis D, Islam MA, Biswas E. Can infants and young children eat enough green leafy vegetables from a single tra-

ditional meal to meet their daily vitamin A requirements ? *Europ J Clin Nutr* 1993 ; 47 : 68-72.

19. Underwood BA, Chavez M, Hankin J, et al. *Guidelines for the development of a simplified dietary assessment to identify groups at risk for inadequate intake of vitamin A. A report of the Vitamin A Consultative Group*. Washington, DC : IVACG [International Vitamin A Consultative Group], 1989 ; 61 p.

20. West CE, van Lieshout M. Less vitamin A, more β -carotene ? *Europ J Clin Nut* 1996 ; 50 (suppl. 3) : 85-7.

Résumé

Afin d'évaluer les apports en vitamine A chez des enfants du Niger, la teneur en provitamine A de 168 échantillons de feuilles vertes appartenant à 15 espèces différentes, séchées ou cuites localement, a été déterminée par chromatographie liquide à haute performance (HPLC) tandis que le taux d'humidité était mesuré après séchage au four à 80 °C. Les feuilles séchées, qui entrent surtout dans la composition des sauces, contiennent en moyenne $2\,273 \pm 1\,152 \mu\text{g}$ d'équivalents-rétinol (ER), les feuilles fraîches bouillies $1\,333 \pm 596 \mu\text{g}$ et les feuilles fraîches étuvées avec le mil, $928 \pm 526 \mu\text{g}/100 \text{ g}$. Outre l'espèce, le mode de préparation est un important facteur de variation : les feuilles bouillies ont une teneur vitaminique A significativement plus élevée que les feuilles étuvées de la même espèce (sur la base du poids frais ou du poids sec), la différence n'étant pas modifiée par la durée de cuisson. Sur la base du poids sec, les feuilles fraîches cuites contiennent environ deux fois plus de provitamine A que les feuilles séchées. Les végétaux consommés par les enfants de 2 à 4 ans couvriraient d'après nos enquêtes en moyenne 66 % (30 à 87,5 %) des besoins théoriques en vitamine A. Toutefois, le taux de couverture pourrait être réduit si la biodisponibilité des caroténoïdes de feuilles vertes se révélait surestimée ou si les besoins des enfants étaient accrus par les fréquentes infections qu'ils subissent. D'autres recherches sur ces aspects seront nécessaires, pour fonder des stratégies alimentaires appropriées pour la prévention de la carence en vitamine A.

Gérard DEBRY
1993, broché
860 pages
ISBN : 2-7420-0070-4

690 F

La « somme » sur les glucides à saveur sucrée :
saccharose, glucose, fructose

- Beaucoup de fausses notions ont été diffusées à tort aux professions de santé et aux consommateurs.
- Il convenait donc de réaliser une étude critique des données scientifiques publiées afin de distinguer celles qui sont établies avec certitude de celles qui sont douteuses ou erronées.
- L'analyse de plus de 4 500 publications scientifiques présentées dans cet ouvrage devrait permettre aux différents publics de satisfaire leur plaisir sans mettre en danger leur santé.

Bon de commande

Éditions John Libbey Eurotext 127, avenue de la République
92120 Montrouge - FRANCE Tél : 33 (1) 46 73 06 60 Fax : 33 (1) 40 84 09 99

<p>Je désire recevoir :</p> <p><input type="checkbox"/> Sucres et Santé 550 FF</p> <p>Frais de port forfaitaires 30 FF</p> <p>Total : 580 FF</p> <p>NOM : _____</p> <p>Prénom : _____</p> <p>Adresse : _____</p> <p>CP : _____ Ville : _____</p> <p>Pays : _____</p>	<p>Ci-joint mon règlement d'un montant de : FF</p> <p><input type="checkbox"/> Par chèque, à l'ordre des Éditions John Libbey Eurotext</p> <p><input type="checkbox"/> Par carte bancaire :</p> <p style="padding-left: 20px;"><input type="checkbox"/> Visa <input type="checkbox"/> Eurocard/Mastercard <input type="checkbox"/> American Express</p> <p>Carte N° : </p> <p>Date d'expiration : </p> <p>Signature : _____</p>
--	--